

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA



**Programa de Doctorat Didàctiques Específiques
(Especialitat Ciències Experimentals)**

**QUÍMICA VERDA I SOSTENIBILITAT EN
L'EDUCACIÓ CIENTÍFICA**

Tesis doctoral

LAURA MASCARELL BORREDÀ

Directora:

Dr. Amparo Vilches Peña

Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i Socials

València, Novembre 2017

AMPARO VILCHES PEÑA, Doctora en Ciències Químiques i Professora Titular del Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i Socials de la Universitat de València.

CERTIFIQUE que la present memòria amb el títol “Química Verda i Sostenibilitat en l’educació científica” ha sigut realitzada per Laura Mascarell Borredà sota la meua direcció i constitueix la Tesis per a optar al grau de Doctor.

I per a que així conste, i en compliment de la legislació vigent, presentem aquesta memòria firmant el present certificat en València, en Novembre de l’any 2017.

*Al meu avi Paco,
Per tot l'amor que m'has donat i el suport
incondicional en la meua vida.*

Aquest treball d'investigació no haguera sigut possible sense la contribució de moltes persones.

Moltes gràcies en primer lloc, a Amparo Vilches. Estic segura que sense la teua ajuda no hauria arribat fins ací. Ha sigut un trajecte de vegades dur, però sempre has estat ahí per motivar-me i donar-me forces quan aquestes desapareixien, gràcies a tu he arribat a aquest punt amb ganes i il·lusió. Gràcies per la teua professionalitat, dedicació i qualitat humana. Ha sigut un privilegi treballar baix la teua tutela durant aquests anys.

Moltes gràcies a tots els professors i alumnat que han participat en aquesta investigació, en particular a Rafa Palomar, sense ells res hagués sigut possible.

Al meu avi Paco, per estar sempre en els moments més importants de la meua vida. Aquesta tesis és el resultat del que m'has ensenyat en la vida, ja que sempre has sigut honest, treballador, però més que tot açò una GRAN persona i ens has deixat un gran buit que mai podrem reemplaçar. És per açò que el dedique aquest treball.

Moltes gràcies als meus pares, germana, avis i familiars més pròxims que sempre m'han donat suport en tots els projectes que he iniciat al llarg de la meua vida. Gràcies per haver-me guiat, per ajudar-me en tots els aspectes de la meua vida i voler sempre el millor per a mi.

A les meues amigues per estar sempre al meu costat, aconsellant-me i donant-me suport en els bons i no tan bons moments.

Per finalitzar, gràcies Jose per la paciència que has tingut amb mi durant els darrers anys, per tot el que eres i seràs en la meua vida i per completar-la de la millor forma possible.

PRESENTACIÓ I ÍNDEX

Segons han mostrat nombrosos estudis científics convergents, ens enfrontem en l'actualitat a una situació marcada per tot una sèrie de greus problemes socioambientals estretament relacionats (contaminació i degradació dels ecosistemes, esgotament dels recursos, desigualtats creixents...) i que es potencien mútuament. Una situació d'autèntica emergència planetària (Bybee, 1991) que planteja un desafiament per poder fer possible fins i tot la continuïtat de l'espècie humana (WorldWatch Institute, 1984-2017; Comissió Mundial del Medi Ambient i del Desenvolupament, 1988; Nacions Unides, 1992; Gil Pérez et al., 2003; Edwards et al., 2004; Duarte, 2006; Vilches i Gil Pérez, 2009).

Aquest fet ha donat lloc a nombroses crides d'especialistes i d'organismes internacionals (Bybee, 1991; Nacions Unides, 1992; Orr, 1995; Mayor Zaragoza, 2000; Worldwatch Institute, 1984-2017), i en particular a la celebració de les anomenades Cimeres de la Terra en Rio de Janeiro, en 1992, en Johannesburg deu anys més tard, i en 2012 la denominada Rio + 20. En elles es reclamava la participació dels educadors de totes les àrees i nivells, tant de l'educació formal com de la no reglada, per a què contribuïrem a formar ciutadans i ciutadanes conscients de l'actual situació d'emergència planetària i preparats per a participar en la necessària pressa de decisions.

No obstant això, les nombroses crides no han obtingut una resposta adequada, i per això en la Segon Cimera de la Terra (Johannesburg, 2002) es va impulsar la idea de realitzar una campanya intensa i de llarga durada amb el propòsit d'aconseguir la

implicació dels educadors de les diferents àrees i nivells en la formació d'una ciutadania conscient de la gravetat de la situació i capaç d'actuar contribuint a les mesures necessàries per tal d'avançar cap a la Sostenibilitat. Així, en 2005 Nacions Unides va instaurar la "Dècada de l'Educació per un Futur Sostenible" (2005-2014). Una important iniciativa que ha deixat un balanç molt positiu, amb avanços en els diferents àmbits i nivells educatius, incloent la formació del professorat, com es mostra en un gran nombre de publicacions, investigacions, congressos i jornades realitzats en el camp de l'educació per a la Sostenibilitat, així com la incorporació d'una major atenció curricular, de matèries relacionades, de màsters específics, revistes especialitzades, etc.

En novembre de 2014, any en que va finalitzar la Dècada, va tindre lloc en Aichi (Nagoya, Japó) la Conferència Mundial sobre Educació per al Desenvolupament Sostenible (EDS), amb la finalitat de, a més de realitzar un balanç d'allò aconseguit a la Dècada, aprovar un Programa d'Acció Mundial per a donar continuïtat als objectius de la EDS. Com assenyalava eixos dies la Directora General de la UNESCO Irina Bokova "Per aconseguir el Desenvolupament Sostenible, no són suficients la tecnologia, els reglaments i els incentius financers. S'ha de modificar també la nostra manera de pensar i d'actuar com a individus i com a societat, i eixe és precisament l'objectiu de l'Educació per al Desenvolupament Sostenible".

És necessari insistir en la urgència de reorientar la forma de relacionar-nos entre nosaltres i amb la resta de la natura, per a posar les bases d'un *present* sostenible i satisfactori per al conjunt dels éssers humans, i la necessitat d'impulsar-lo des de l'educació i en particular l'ensenyament de les Ciències. En aquest fet ha de basar-se la superació fonamentada de la crisi sistemàtica planetària com la que estem vivint, evitant la seua reproducció i engravament. I a aquest fet ha de contribuir l'educació. Perquè tal i com mostren les investigacions recents, malgrat tots els esforços i crides citades i els nombrosos estudis que alerten de l'increment de la gravetat de la situació, seguim sense prestar l'atenció necessària a la problemàtica global-socioambiental a la qual s'enfronta la humanitat. De forma convergent, podem recordar crides realitzades en particular a la pròpia comunitat científica. Així, a finals

de la dècada dels 90 del S.XX, Jane Lubchenco, com a Presidenta de la més important associació científica, tant pel major nombre de membres com per la quantitat de premis Nobel i científics d'alt nivell que formen part de la mateixa, l'American Association for the Advancement of Science (AAAS), reclamava que el S. XXI fóra, per a la Ciència, *per a totes les Ciències*, el segle del medi ambient i que la comunitat científica "reorientarà la seua maquinària" cap a la resolució dels problemes que amenacen el futur de la humanitat (Lubchenco, 1998). Més recentment, en maig de 2011, en el Memoràndum d'Estocolm promogut per NU, "Inclinant la balança cap a la Sostenibilitat", els més de cinquanta Premis Nobel de les diferents disciplines firmants cominen a una urgent transició a la Sostenibilitat reclamant, entre altres accions en el camp polític i educatiu, una transformació radical en la forma d'utilitzar l'energia i les matèries primeres a través de mecanismes que desacoblen el desenvolupament econòmic de la utilització de recursos energètics contaminants i no renovables. El document acabava amb aquestes frases: *"Som la primera generació conscient del nou risc global que enfronta la humanitat, pel que recau sobre nosaltres canviar la nostra relació amb el planeta per assegurar-nos que deixarem un món sostenible a les futures generacions"*.

Des del camp de la Química en particular podem referir-nos, entre altres accions, a la proclamació per l'Assemblea General de la ONU de 2011 com l'Any Internacional de la Química per a conscienciar al públic sobre les contribucions de la mateixa al benestar de la humanitat. L'aleshores director general de la UNESCO, Koïchuro Matsuura, va encomiar la decisió de l'Assemblea General i va assenyalar que és indubtable que la Química exercirà un paper molt important en el desenvolupament de fonts d'energia alternatives i l'alimentació creixent de la població mundial. Per eixe motiu, durant l'any 2011 es van impulsar i celebrar activitats en tot el món amb la finalitat de ressaltar la importància de la Química en la solució dels problemes que afecten a la humanitat (Vilches i Gil Pérez, 2011). És evident que aquest tipus de convocatòries contribueixen a reflexionar sobre els problemes, les seues causes i avançar les mesures que s'han d'adoptar al voltant de la situació del món, i tot allò que podem fer i que hem de fer cadascú de nosaltres i en particular el paper que pot jugar la Química en les solucions. Segons Jung-IlJin, president de la IUPAC en aquella

data (www.iupac.org/), la celebració de l'Any Internacional de la Química esperava augmentar l'apreciació pública i la comprensió de la Química, augmentar l'interès dels joves per la Ciència i generar entusiasme per un futur de creativitat relacionada amb la Química (www.portal.unesco.org/es/).

Amb aquest fet es pretenia fer comprendre la rellevància de la Química en les nostres societats, en particular en el desafiament al qual ens enfrontem: la construcció d'un futur sostenible on la Química ha d'exercir un paper important. Per tant, afrontar aquesta problemàtica en les classes de Ciències, i molt en particular en la formació del professorat, contribuirà a mostrar una imatge més real, més contextualitzada de la Química i, al mateix temps, a superar algunes de les reticències i incomprensions cap al paper i la responsabilitat de la Química front als problemes del planeta, afavorint així l'interès dels joves cap a la Química i al seu estudi (Garritz, 2011; Vilches i Gil Pérez, 2011).

Tenint en compte el que hem assenyalat i centrant-nos en el paper de l'educació formal, en aquesta investigació ens proposem:

- Analitzar l'atenció que l'ensenyament i la pròpia investigació en el camp de la Didàctica de les Ciències estan donant a les aportacions de la Química i molt en particular de la Química Verda i la possibilitat d'utilitzar-la per a millorar l'alfabetització científica de la ciutadania i l'adopció de solucions per tal de contribuir a la construcció d'un futur sostenible.
- Dissenyar i posar a prova materials didàctics que contemplen el paper que la Química Verda pot jugar per a contribuir a resoldre problemes ambientals i ajudar als estudiants a millorar l'aprenentatge i les seues actituds cap a la Química.

La finalitat d'aquest treball estarà encaminada, entre d'altres, a ressaltar la importància que té la Química Verda per tal de contribuir a resoldre a aquests problemes que està fent front la humanitat i, per tant, la rellevància que té el seu tractament en l'ensenyament de la Química.

Aquest serà l'objectiu central d'aquesta Tesis Doctoral que presentem en aquesta memòria.

En una primera part de la investigació ens hem centrat en posar a prova la primera hipòtesi que, com després plantejarem, té a veure amb l'estudi de la situació al voltant de l'atenció donada a la Química Verda en l'Educació en Ciències, és a dir l'anàlisi de la situació. En la segona part de la tesis, aprofundirem en el paper educatiu que pot tenir la inclusió de la Química Verda en el currículum de ciències i la seua contribució a resoldre els problemes que afecten a la humanitat.

Segons el que s'ha exposat anteriorment, plantejem el següent fil conductor per al desenvolupament d'aquesta investigació:

Dedicarem el **primer capítol** al plantejament de la problemàtica objecte d'investigació, justificant la seua importància i concretant el problema que anem a estudiar, en particular el motiu que ens ha fet dirigir la nostra atenció a l'estudi de la Química Verda o Química per a la Sostenibilitat.

El **segon capítol** està dedicat a la importància actual del camp de la Química Verda, on parlem dels seus antecedents, de la Química Ambiental i la Química per a la Sostenibilitat, les aportacions d'aquest camp de la Química i les vinculacions i importància didàctica de la mateixa.

En el **tercer capítol** s'enuncien i fonamenten les dues hipòtesis principals que orienten el nostre estudi. Segons la primera hipòtesi esperem una escassa atenció per part de l'educació i de la investigació en el camp de la Didàctica de les Ciències cap a les aportacions de la Química Verda. Una segona hipòtesi es troba centrada en la idea de que és possible preparar i posar en pràctica materials que contemplen el paper que la Química Verda està jugant per tal de contribuir a resoldre problemes ambientals i que ajuden als estudiants a millorar l'aprenentatge i les seues actituds cap a la Química.

El **quart capítol** està dedicat a la presentació i justificació dels diferents dissenys experimentals que utilitzem en la primera fase de la investigació, així com els criteris adoptats per la seua anàlisi. Aquests dissenys els utilitzarem per tal de posar a prova la primera hipòtesi relativa a la importància que dóna l'educació científica i la investigació en Didàctica de les Ciències a les contribucions de la Química Verda.

Al **cinquè capítol**, es presenten i s'analitzen els resultats obtinguts amb els anteriors dissenys experimentals.

Una segona part, de 2 capítols, desenvolupa la posada a prova de la segona hipòtesi, relativa a la possibilitat d'utilització en l'educació científica de la Química Verda com a instrument per a contribuir a millorar l'interès dels estudiants cap a la Química i el seu aprenentatge a la vegada que afavorir una visió més adequada de la química i el seu important paper per a resoldre els problemes socio-ambientals.

Al **capítol sisè** es descriuen i justifiquen diferents dissenys experimentals per analitzar la possibilitat d'utilitzar la Química Verda com a recurs per a contribuir a l'Educació per a la Sostenibilitat. En aquest capítol s'elabora, de manera fonamentada, una proposta constructiva preparant, posant a prova i avaluant programes d'activitats i materials per a treballar amb estudiants al voltant de la Química Verda, realitzant a la vegada entrevistes amb experts en el tema, fet que ens ajudarà per a elaborar els materials i aquelles propostes que es poden realitzar a l'aula.

Al **capítol setè** es presenten i s'analitzen els resultats obtinguts amb els dissenys experimentals dissenyats per a posar a prova la segona hipòtesi.

A continuació, mostrarem les **conclusions** generades de la investigació realitzada així com les **perspectives** obertes al llarg del desenvolupament del treball.

Finalment, s'inclouen els **annexes** i les **referències bibliogràfiques** utilitzades en la memòria que es presenta. Per a facilitar el maneig de la mateixa s'inclouran dos índex bibliogràfics:

El primer, denominat **referències bibliogràfiques**, consisteix en una relació alfabètica numerada de totes les referències bibliogràfiques incloses en la memòria, indicant, entre claudàtors, els capítols en els que apareix. El segon és un **índex onomàstic** alfabètic de tots els autors referenciats, indicant en cada cas el nombre de referències corresponents en el llistat general del primer apartat, de forma que es pot veure fàcilment quins són els treballs dels quals són autors o coautors i en quins capítols apareixen referenciats.

D'acord amb allò que s'acaba d'exposar, la memòria es desenvolupa segons el següent índex:

ÍNDEX GENERAL	Pàg.
PRIMERA PART	
PLANTEJAMENT DEL PROBLEMA I CONSIDERACIÓ DE LA SEUA IMPORTÀNCIA	
Capítol 1: Plantejament del problema a investigar i discussió de la seua importància	1
1.1 Crisi Socioambiental: Crides a la comunitat científica per a la seua contribució a les mesures necessàries	4
1.2 Educació per a la Sostenibilitat	9
1.3 Química Verda i Ciència de la Sostenibilitat	17
Capítol 2: Importància de la Química Verda	25
2.1 Orígens de la Química Verda	27
2.1.1 Química Ambiental	29
2.1.2 Sorgiment del concepte de Sostenibilitat	37
2.1.3 Sorgiment del concepte de Química Verda	39
2.2 Principis de la Química Verda	41
2.3 Aportacions de la Química Verda. Perspectives de futur	43
2.4 Química Verda i Educació en Ciències	54
2.5 Paper de la Química en les mesures necessàries per a la construcció d'un futur sostenible	58

Capítol 3 Hipòtesis que orienten la investigació i el seu fonament teòric	77
3.1 Hipòtesis que orienten la investigació	79
3.2 Fonamentació de la primera hipòtesi	82
3.2.1 Importància de l'alfabetització científica	83
3.2.2 Atenció que l'educació científica presta a les relacions Ciència-Tecnologia-Societat-Ambient (CTSA)	88
3.2.3 Atenció a la situació d'emergència planetària	91
3.2.4 Concepcions cap a la Ciència i la Química en particular	93
3.3 Fonamentació de la segona hipòtesi	98
3.3.1 Investigacions que convergeixen en un model d'orientació constructivista d'ensenyament/aprenentatge de les ciències	100
3.3.2 Aprenentatge i actituds dels estudiants i les interaccions CTSA	105
3.3.3 Atenció a la situació del món en la formació d'una ciutadania responsable. Paper dels mitjans de comunicació	108
3.3.4 Propostes en el camp de l'Educació per a la Sostenibilitat	111
3.3.5 Introducció de la Química Verda en l'Educació Secundària	112
3.3.6 Avanços en el camp de la Química Verda. Contribucions a la Ciència de la Sostenibilitat	117
Capítol 4. Dissenys experimentals per a posar a prova la primera hipòtesi	137
4.1 Disseny per a l'anàlisi de llibres i materials didàctics	140
4.2 Disseny per a l'anàlisi de revistes d'investigació didàctica	142
4.3 Qüestionaris i entrevistes per al professorat en formació i en actiu	143
4.4 Qüestionaris per a estudiants de Batxillerat	144
4.5 Disseny per a l'anàlisi de Tesis Doctorals	145
4.6 Disseny per a l'anàlisi de Congressos en el camp de la Didàctica de les Ciències	146
Capítol 5. Presentació i anàlisi dels resultats obtinguts en la contrastació de la primera hipòtesi	149
5.1 Resultats obtinguts de l'anàlisi de l'atenció prestada pels llibres i materials didàctics a la Química Verda	151

5.2 Resultats obtinguts de l'anàlisi de l'atenció a la Química Verda en revistes d'investigació en didàctica	158
5.3 Resultats obtinguts a l'aplicar els qüestionaris i entrevistes per a docents	173
5.3.1 Resultats obtinguts amb els qüestionaris realitzats a professorat en formació	174
5.3.2 Resultats obtinguts de les entrevistes realitzades a professorat en actiu	184
5.4 Resultats obtinguts en els qüestionaris realitzats a estudiants de Batxillerat	189
5.5 Resultats obtinguts de l'anàlisi de Tesis Doctorals a RODERIC	191
5.6 Resultats obtinguts de l'anàlisi de Congressos del camp de la Didàctica de les Ciències	194

SEGONA PART

PROPOSTA DE MATERIALS PER A ESTUDIANTS I PROFESSORAT AL VOLTANT DE LA QUÍMICA VERDA

Capítol 6. Dissenys experimentals per a posar a prova la segona hipòtesi	207
6.1 Entrevistes a experts en Didàctica de les Ciències Experimentals	211
6.2 Entrevistes a experts en l'àmbit de la Química per a la Sostenibilitat	213
6.3. Elaboració i posada en marxa d'un programa d'activitats en el qual es tracte la Química Verda o Química per a la Sostenibilitat	216
6.3.1 Programa d'activitats per a l'alumnat	216
6.3.2 Programa d'activitats amb comentaris per al professorat	223
6.4 Qüestionari per a estudiants per a l'avaluació del treball realitzat amb el programa d'activitats	242
Capítol 7. Presentació i anàlisi dels resultats obtinguts en la contrastació de la segona hipòtesis	245
7.1 Resultats de les entrevistes realitzades a experts en Didàctica de les Ciències	247
7.2 Resultats de les entrevistes realitzades a experts en l'àmbit de la Química per a la Sostenibilitat	255

7.3 Resultats de la posada en pràctica del programa d'activitats on es tracta la Química per a la Sostenibilitat	261
7.3.1. Anàlisi dels resultats de l'aplicació del programa d'activitats en un centre de Catalunya	262
7.3.2. Anàlisi dels resultats de l'aplicació del programa d'activitats en un centre de la Comunitat Valenciana	289
7.3.3. Síntesis de l'anàlisi de resultats de l'aplicació del programa d'activitats al voltant de la Química per a la Sostenibilitat	310
7.4 Resultats del qüestionari d'avaluació del treball realitzat per els alumnes	311
Conclusions i perspectives	321
Annexes	339
Referències bibliogràfiques	681
Índex onomàstic	713

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES PRESENTACIÓ I ÍNDEX

Bybee, R. (1991). Planet Earth in Crisis: How Should Science Educators Respond? *The American Biology Teacher*, 53(3), 146-153.

Comisión mundial del medio ambiente y del desarrollo (1988). *Nuestro Futuro Común*. Madrid: Alianza.

Duarte, C.M. (Coord.) (2006). *Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. CSIC.

Edwards, M., Gil Perez, D., Vilches, A. i Praia, J. (2004). La atención a la situación del mundo en la educación científica. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(1), 47-63.

Garritz, A. (2011). La celebración del año internacional de la química: Las contribuciones de la Química al bienestar de la humanidad, *Educación Química*, Vol. 22, (1), 2-7.

Gil Pérez, D., Vilches, A., Edwards, M., Praia, J., Marques, L. i Oliveira, T. (2003). A proposal to enrich teachers' perception of the state of the world. First results. *Environmental Education Research*, 9(1), 67-90.

Lubchenco, J. (1998). Entering the Century of the Environment: A New Social Contract for Science. *Science*, 279, 491-497.

Mayor Zaragoza, F. (2000). *Un mundo nuevo*. Barcelona: Circulo de lectores.

Naciones Unidas (1992). *Conference on Environment and Development, Agenda 21 Rio Declaration, Forest Principles*. Paris: UNESCO.

Orr, D. W. (1995). *Educating for the Environment. Highereducation's Challenge of the Next Century*. New York: *Change*, 43-46.

Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2009). Una situación de emergencia planetaria a la que debemos y *podemos* hacer frente. *Revista de Educación*, núm. extraordinario 2009, 101-122.

Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2011). Papel de la Química y su enseñanza en la construcción de un futuro sostenible, *Educación Química*, 22 (2), 103-11.

Worldwatch Institute (1984-2017). *The State of the World*. New York: W.W. Norton.

CAPÍTOL 1

**PLANTEJAMENT DEL
PROBLEMA A INVESTIGAR I
DISCUSSIÓ DE LA SEUA
IMPORTÀNCIA**

L'assemblea General de l'ONU va proclamar 2011 com l'Any Internacional de la Química per tal de conscienciar al públic sobre les contribucions d'aquesta ciència al benestar de la humanitat. El director general de la UNESCO, Koïchiro Matsuura, va encomiar la decisió de l'Assemblea General i va acotar que és indubtable que la química exercirà un paper molt important en el desenvolupament de fonts d'energies alternatives i l'alimentació de la creixent població mundial. Per eixe motiu, durant l'any 2011 es van celebrar activitats en tot el món per tal de ressaltar la importància que la química té en el sosteniment dels recursos naturals. En aquest context, volem remarcar el paper de la Química Verda en l'educació per tal d'afavorir la conscienciació dels ciutadans i contribuir a la construcció d'un present i un futur sostenibles.

En aquest capítol ens proposem delimitar la problemàtica que pretenem investigar, així com destacar la importància de la Química Verda en l'educació pel seu paper per a contribuir a resoldre els greus problemes socioambientals als quals ha d'enfrontar-se la humanitat. Començarem per això abordant les crides que s'han fet en la comunitat científica durant els darrers anys per a contribuir des dels diferents camps científics i educatius a fer comprendre la gravetat de la situació i la necessitat d'adoptar les mesures necessàries i, al mateix temps, posar en valor el paper que la Química Verda i el seu ensenyament pot jugar en el desenvolupament de la Ciència de la Sostenibilitat.

1.1. Crisi Socioambiental: Crides a la comunitat científica per a la seua contribució a les mesures necessàries

Actualment estem vivint una situació marcada per tota una sèrie de greus problemes estretament relacionats (contaminació i degradació dels ecosistemes, esgotaments del recursos, desigualtats creixents...). Una situació d'autèntica emergència planetària (Bybee, 1991), que planteja un desafiament que haurem de tindre en compte per tal de fer possible fins i tot la continuïtat de l'espècie humana (Worldwatch Institute, 1984-2017; Lewin, 1997; Folch, 1998; Tuxill i Bright, 1998; Gil-Pérez et al., 2003; Vilches i Gil-Pérez, 2003 i 2009; Edwards et al., 2004; Duarte, 2006).

I és per això que volem referir-nos a les crides que la pròpia comunitat científica, de forma convergent, ha dirigit als seus membres reclamant la seua atenció (Lubchenco, 1998; Worldwatch Institute, 1984-2017). Lamentablement, en la nostra societat, sovint s'associa la ciència com a responsable principal de la construcció d'armes, bombes, de la producció de substàncies contaminants, etc., és a dir, se l'acusa de moltes de les coses negatives que han afectat i afecten a la humanitat.

Tot i això, la ciència ens ha permès comprendre millor els nostres cossos, les nostres ments, el món i l'univers, entre altres moltes coses. Molts d'aquests avanços ens han permès millorar la salut, augmentar la nostra esperança de vida, gaudir la passió per la ciència així com poder oferir moltes utilitats a la societat.

No podem ignorar, a més, que els científics són qui estudien els problemes als quals s'enfronta actualment la humanitat, adverteixen dels riscos i proposen solucions (Sánchez Ron, 1994), per suposat no sols ho fan els científics ni tots els científics. Actualment, la investigació científica es troba avançant de forma molt ràpida en quasi tots els àmbits, aportant-nos molts beneficis en les nostres vides.

A finals de la dècada dels 90 del segle XX, Jane Lubchenco, com a presidenta de l'associació científica més important, l'American Association for the Advancement of Science (AAAS), tant pel nombre de membres com per la quantitat de premis Nobel i científics d'alt nivell

que formen part, reclamava que el segle XXI havia de ser per a la ciència el segle del medi ambient i que la comunitat científica havia de prendre accions urgents per tal de resoldre els problemes que amenacen el futur de la humanitat.

Jane Lubchenco (1998) va afirmar que els problemes als quals ens enfrontem actualment no han estat apreciats ni reconeguts inicialment per la totalitat de la comunitat de científics. I es va plantejar si a més a més tot allò que ens ha aportat la ciència, si també serà capaç de complir reptes igualment importants que es troben en el nostre futur més immediat. El fet que la comunitat científica ha pogut respondre a necessitats de la societat al llarg de la seua història ens mostra que és possible mobilitzar i canviar de direcció i contribuir a posar fi a la problemàtica que ens envolta.

Malgrat la gran quantitat d'informes que examinen el futur de la ciència, Jane Lubchenco afirma que és necessària una diferent perspectiva sobre com la ciència pot i deu avançar i tornar a ser beneficiosa per a la societat. El coneixement científic es necessita amb urgència per tal de proporcionar la comprensió tant als ciutadans com a les institucions polítiques de les decisions de gestió, així com proporcionar la base per a les noves tecnologies.

Lubchenco (1998) fa una crida a la comunitat científica on pretén estimular un diàleg sobre els canvis que està patint el nostre món, quines són les implicacions d'aquests canvis per a la societat, quin paper juga ací la ciència i com deuen respondre els científics front a aquests desafiaments.

Afirma que les conclusions que podem extraure són ineludibles, que durant les últimes dècades l'ésser humà s'ha convertit en una nova força de la natura, en la qual ens trobem modificant el medi físicament, químicament i biològicament a una gran velocitat. L'ésser humà s'ha embarcat sense ser conscient en un gran experiment amb el planeta Terra. Avui en dia, encara es desconeixen alguns dels efectes d'aquest experiment però Lubchenco assegura que tindrà profundes implicacions per a tota la vida a la Terra.

Al llarg de la història, assenyala, han canviat les necessitats de la societat. El creixement del domini del planeta per part dels humans necessitarà nous tipus d'aplicacions i coneixements

de la ciència per tal de reduir l'alteració dels sistemes de la Terra, coneixements per tal d'entendre els ecosistemes de la Terra i com interactuen amb nombrosos components globals que han canviat per l'activitat de les persones i per la seua manera de dirigir-los.

Al reconèixer els canvis que està experimentant la Terra i la necessitat urgent de tindre coneixement per tal d'entendre i gestionar la biosfera, Lubchenco proposa un nou contracte social per a la ciència a la comunitat científica, que supose:

- Atendre les necessitats més urgents de la societat, en proporció a la seua importància
- Comunicar el seu coneixement i comprensió amb la finalitat d'informar de les decisions dels individus i de les institucions
- Exercir un bon juí, saviesa i humilitat

A més a més, el contracte havia de reconèixer el grau de dominació humana en el planeta, així com expressar el compromís d'aprofitar tota la potència de la ciència en el desenvolupament de nous coneixements, en la comunicació i en la nova comprensió dels ciutadans i dels responsables polítics, i en ajudar a moure a la societat cap a un món més sostenible.

Un altra de les crides, aquesta més recent, a la comunitat científica va ser el "*Memoràndum d'Estocolm: Inclinant la balança cap a la sostenibilitat*" (2011), on van participar els delegats del Tercer Simposi sobre la Sustentabilitat Ambiental de guanyadors del Premi Nobel, i va estar promogut per Nacions Unides (<http://globalsymposium2011.org/es>). En aquest Memoràndum d'Estocolm, més de cinquanta llorejats amb el Premi Nobel cominen a una urgent transició a la Sostenibilitat reclamant, entre altres, una transformació radical en la forma d'utilitzar l'energia i les matèries primeres mitjançant mecanismes que desacoblen el desenvolupament econòmic de la utilització de recursos energètics contaminants i no renovables.

Aquest Memoràndum va ser elaborat i firmat per els premis Nobel i entregat per a la Conferència de 2012 de les Nacions Unides sobre el Desenvolupament Sostenible en Rio de Janeiro (Rio + 20). Els participants del 3r Simposi dels Premi Nobel van fer una crida a tots els

líders del segle XXI per tal d'exercir una responsabilitat col·lectiva d'administració planetària, assentant les bases per a una civilització global sostenible i equitativa en la qual tota la comunitat de Terra siga segura i pròspera. Ens avisen que no devem seguir actuant com ho estem fent, ja que actualment ens trobem transgredint els límits planetaris que han mantingut segura a la civilització durant deu mil anys.

En aquesta crida ens diuen que hem sigut nosaltres, amb patrons insostenibles de producció, consum, creixement demogràfic, etc., qui hem aconseguit que el nostre planeta arribe a aquestes condicions i, per tal de corregir aquesta situació, hem d'actuar nosaltres mateixos recolzant-nos amb els avanços científics, per tal de ser els conductors dels canvis globals.

Per a una acció global coherent, ens demanen actuar segons unes prioritats les quals se'ls dóna un enfocament doble:

- Per una part, solucions immediates, per tal de buscar solucions d'emergència, que siguin capaces de parar i d'invertir les tendències ambientals negatives i reparar les desigualtats en els àmbits institucionals inadequats dins dels quals actuem.
- I, per l'altra banda, en aquelles solucions que tinguin a veure en un futur a llarg termini, com solucions estructurals que canvien gradualment els valors i marcs de les institucions polítiques.

El Memoràndum identifica 8 prioritats:

- Assolir un món més sostenible: mitjançant l'assoliment dels Objectius de Desenvolupament del Mil·lenni (<http://www.un.org/spanish/millenniumgoals/>), reconeixent que la Sostenibilitat global és una condició per al seu èxit i adoptar un contracte global entre els països industrialitzats i els que es troben en desenvolupament per tal de reduir la pobresa, estabilitzar el clima i cuidar els ecosistemes.
- Gestionar el desafiament energia-clima: els governs han d'acordar la reducció global d'emissions i assegurar les necessitats energètiques dels tres mil milions de persones que no tenen accés a aquestes fonts d'energia fiables. Els esforços globals s'han de

dirigir també a impedir l'augment de la temperatura global del planeta evitant que siga major de 2°C reduint les emissions de CO₂, així com eliminar les subvencions als combustibles fòssils afavorint així les inversions en les energies renovables.

- Crear una revolució de l'eficiència: es deu transformar la manera com utilitzem els materials i l'energia, millorant l'eficiència energètica i la productivitat dels recursos. S'han de crear nous models de negoci, basats en una eficiència energètica i material.
- Assegurar una alimentació a l'abast de tots: els actuals models de producció d'aliments són sovint insostenibles, ineficients i malgastadors, i estan causant fam i malnutrició. Es necessita promoure una revolució agrícola en la que es produïsquen més aliments de forma sostenible amb la terra que es disposa sense esgotar els recursos hídrics.
- Anar més enllà del creixement verd: han de ser els mercats i les empreses junt a la complementació de les institucions polítiques els impulsors principals en la presa de decisions i el canvi econòmic. Per tot açò hauríem de:
 - Desenvolupar nous indicadors de benestar que subsanen les deficiències del PIB com a indicador del creixement.
 - Ajustar incentius econòmics per a que aquesta innovació siga impulsada per interessos socials més amplis, per tal que apleguen a la gran proporció de la població mundial que actualment no es beneficia d'aquestes innovacions.
- Reduir les pressions humanes: el consumisme, l'ús ineficient dels recursos i les tecnologies poc apropiades són les principals causes del creixent impacte humà en el planeta. Però el creixement de la població també mereix atenció i s'ha d'augmentar la consciència pública sobre els impactes del consumisme insostenible i incrementar en gran manera l'accés als serveis de salut i educació.
- Reforçar els Sistemes de Governament de la Terra: hem desenvolupar i reforçar institucions que integren el clima, la biodiversitat i les agendes de desenvolupament i

també explorar noves institucions que ajuden a ocupar-se dels interessos de les futures generacions.

- Promulgar un nou contracte entre la ciència i la societat: han d'augmentar els esforços per tal d'alfabetitzar científicament als ciutadans, especialment als més joves.

Una vegada hem parlat de les crides més importants que ha fet la comunitat científica recentment per a contribuir a resoldre els reptes i problemes socioambientals, passarem a parlar de les dirigides a la comunitat educativa i en particular de l'Educació per a la Sostenibilitat i de la importància de formar ciutadans científicament alfabetitzats, aspectes molts relacionats amb els propòsits que pretenem en aquest treball (Bybee i De Boer, 1994; Bybee, 1997; Solbes i Vilches, 1997; Marco, 2000 i 2004; Gil i Vilches, 2004).

Una educació de qualitat contempla l'Educació per a la Sostenibilitat com a eix fonamental i promou els coneixements, actituds, i valors per tal de formar ciutadans conscients i responsables amb la vida i la Sostenibilitat social, econòmica, ambiental i cultural (<http://portal.unesco.org>).

1.2. Educació per a la Sostenibilitat

La situació que estem vivint a nivell planetari és tan greu que ha suposat al llarg de les darreres dècades diferents crides d'experts i d'institucions mundials als educadors per tal de que contribuïm a resoldre els problemes que afecten a la humanitat. Així, molt en particular, va tenir lloc la crida de Nacions Unides, durant la Primera Cimera de la Terra en Rio, el 1992, als educadors de tots els camps i nivells, tant de l'educació formal com de la no reglada, perquè contribuïrem a formar ciutadans i ciutadanes conscients de l'actual situació d'emergència planetària i preparats per a participar en la necessària presa de decisions. L'expressió "emergència planetària" (Bybee, 1991) conferia a la crida un dramatisme del qual molts educadors no érem conscients.

L'atenció a l'Educació per a la Sostenibilitat, en el marc de les Nacions Unides, té els seus orígens en la història de dos àmbits d'interès de les Nacions Unides: L'educatiu i el referit al Desenvolupament Sostenible.

El 1948, la Declaració Universal dels Drets Humans va afirmar que «Tota persona té dret a l'educació» (<http://www.un.org/es/documents/udhr/>). Aquest dret es va veure reforçat per la Convenció sobre els Drets de l'Infant de 1989, que declara que l'educació primària ha de ser obligatòria i gratuïta per a tots. Aquesta mateixa convenció afirma que els infants no es poden veure exclosos de cap dret, inclòs el de l'educació, per motius de raça, sexe, discapacitat o situació econòmica.

El 1990, la Declaració de Jomtien sobre l'Educació per a Tots (EPT) va establir que «L'educació bàsica s'ha de proporcionar a tots els infants, joves i adults. Amb aquesta finalitat s'han d'ampliar els serveis d'educació bàsica de qualitat i s'han d'adoptar mesures coherents per reduir les desigualtats» (Declaració Mundial sobre l'Educació per a Tots, 1990). La Declaració també destaca la desigualtat entre els homes i les dones i la manera de tractar-la. «La prioritat més urgent és garantir l'accés a l'educació de noies i dones, millorar-ne la qualitat i suprimir tots els obstacles que s'oposen a la seua participació activa.

Per l'altra banda, el Desenvolupament Sostenible té les seues arrels en part en la pròpia història de les Nacions Unides, concretament en els moviments de defensa del medi ambient i en certa mesura en la Conferència de Medi Ambient Humà que va tenir lloc a Estocolm en 1972. Tenint en compte els informes convergents dels experts i els diferents institucions mundials, on es posava de manifest l'increment de la gravetat del conjunt de problemes socials i ambientals, es van adonar que l'augment generalitzat de la degradació ambiental requeria l'atenció i la col·laboració internacionals i no sols enfocaments i solucions nacionals. Tot i que es van estudiar els aspectes socials i econòmics, es va donar més prioritat a les incidències ecològiques d'un desenvolupament desenfrenat que no parava d'augmentar. Al cap de deu anys, es va començar a comprendre que tractar els problemes ambientals al marge de les necessitats de desenvolupament no afavoria ni al medi ambient ni als ciutadans. I és per això, que cap a la meitat de la dècada de 1980, les Nacions Unides van

començar a buscar una estratègia més àmplia per tractar alhora les necessitats de la societat i del medi ambient del qual formen part.

La major convergència d'aquests dos àmbits es va donar fins 1988 (Comissió Mundial del Medi Ambient i del Desenvolupament, 1988), a l'Assemblea General de Nacions Unides quan el Desenvolupament Sostenible començarà a ser recolzat i relacionat com a factor de suport de l'educació. Va ser precisament aleshores quan va tenir lloc la publicació del llibre "*Our Common Future*", també conegut com *Brundtland Report* (CMMAD, 1988) on es troba la definició més consensuada del concepte de Desenvolupament Sostenible.

Cal recordar que el concepte de Sostenibilitat sorgeix per via negativa, com resultat d'anàlisis científiques concordants al voltant de la situació del món que mostren la seua *insostenibilitat* (Vilches i Gil Pérez, 2011 i 2014):

- És *insostenible* l'actual ritme d'utilització de tota mena de recursos essencials, des dels energètics als boscos, passant per els bancs de pesca i fins i tot les reserves d'aigua dolça i de sòl cultivable. Un ritme molt superior al de la seua regeneració, quan són renovables, o al de la seua substitució per d'altres que sí ho siguen.
- És *insostenible* el ritme d'abocament de residus contaminants, molt superior al de la capacitat del planeta per digerir-los: una contaminació pluriforme i *sense fronteres* enverina sòls, rius, mars i aire, afectant ja a *tots* els ecosistemes.
- És *insostenible*, particularment, l'increment de la concentració de gasos d'efecte hivernacle, d'origen clarament antròpic, que està provocant una pertorbació del clima -visible ja en l'augment de la freqüència i intensitat dels fenòmens atmosfèrics extrems (huracans, inundacions, sequeres, incendis...)- que corre el risc d'elevir irreversiblement la temperatura, fent inhabitable la Terra per a l'espècie humana i d'altres éssers vius.

- És *insostenible* el procés d'urbanització desordenada que potencia els efectes de la contaminació (degut al transport, calefacció, acumulació de residus, etc.) i l'esgotament de recursos amb, entre d'altres, la destrucció de terrenys agrícoles o l'augment dels temps de desplaçament i consegüent consum de recursos energètics.
- És *insostenible* el creixement explosiu de la població mundial, més enllà de la capacitat de càrrega del planeta: l'espècie humana acapara ja quasi tanta producció fotosintètica com la totalitat de la resta d'espècies i la seua petjada ecològica ha superat amplement la biocapacitat del planeta.
- És *insostenible* l'accelerada pèrdua de biodiversitat, que obliga a parlar d'una sexta gran extinció ja en marxa que amenaça amb trencar els equilibris de la biosfera i arrossegar en aquest procés destructiu a la pròpia espècie humana, causant d'aquesta extinció.
- És *insostenible* igualment la pèrdua de diversitat cultural. No hem d'oblidar que la diversitat de cultures és la garantia d'una *pluralitat de respostes* als problemes als quals hem de fer front i que cada cultura és una riquesa no sols per al poble que l'ha creada, sinó un patrimoni de tota la humanitat.
- És *insostenible* i inacceptable el desequilibri entre una quinta part de la humanitat que consumeix en excés i milers de milions de persones que pateixen condicions de vida insuportables.
- És *insostenible*, en definitiva, un sistema socioeconòmic que aposta pel creixement econòmic indefinit en un planeta finit i que és responsable d'aquests i d'altres problemes igualment greus, com els conflictes i violències provocats per la competitivitat i l'anteposició d'interessos particulars a curt termini a la cooperació en benefici de tothom i de les generacions futures.

Tots aquests problemes estan estretament vinculats i es potencien mútuament. Així ho afirma, entre altres, el Secretari General de Nacions Unides, Ban Ki-Moon, fent-se ressò dels

estudis científics: *“Els problemes més apressants (crisi econòmica, canvi climàtic, esgotament de recursos, pobresa extrema...) estan vinculats”*. Podem recordar, com exemple del que diuen els científics, la conclusió de Diamond (2006) en el seu llibre *Col·lapse*, després d’analitzar la dotzena de problemes que caracteritzen l’actual situació: *“Si no resollem qualsevol de la dotzena de problemes patirem greus perjudicis (...) perquè tots ells s’influeixen mútuament. Si en resollem onze, però no el dotzè, encara ens veuríem en dificultats, amb independència de quin fós el problema no resolts. Hem de resoldre’ls tots”*.

La situació és doncs insostenible, d’autèntica emergència planetària, i reclama una urgent *transició a la Sostenibilitat*, és a dir, un profund replantejament de les relacions dels grups humans entre ells i amb el medi ambient, per posar fi a la degradació socioambiental, a la pobresa extrema i crear les bases d’un present i un futur sostenibles.

Aquesta és la raó per la qual, en paraules del biòleg Rodger Bybee (1991), la Sostenibilitat constitueix *la idea central unificadora més necessària en aquest moment de la humanitat* per estructurar l’estudi global del conjunt de problemes, l’anàlisi de llurs causes i el disseny i la posada en pràctica de mesures correctores. Es tracta per tant d’un concepte molt recent, que suposa haver comprés que el món no és tan ample i immodificable per l’acció humana com ho havíem pensat. I és nou en un altre sentit encara més profund: s’ha comprés que la Sostenibilitat exigeix plantejaments globals que prenguen en consideració la totalitat dels problemes que caracteritzen la situació d’emergència planetària, perquè, com ja hem dit, estan estretament interconnectats i es potencien mútuament.

Per suposat el concepte és deutor d’un llarg procés d’estudis científics sobre la relació entre medi ambient i activitat humana, però com hem dit és durant la dècada dels anys 80 quan la Comissió Mundial del Medi Ambient i el Desenvolupament li dona relleu en el seu document citat *“Our Common Future”*, també conegut com *Brundtland Report*, definint el concepte de *Desenvolupament Sostenible: aquell que satisfà les necessitats de la present generació sense comprometre la capacitat de les generacions futures per satisfer-ne les seves*. I és a finals del segle XX quan ens trobem amb una atenció creixent de la comunitat científica als greus problemes als quals la humanitat ha de fer front, a l’estudi de les seues causes i a la concepció de mesures adients.

A partir d'aquests moments, en cadascuna de les principals conferències celebrades en el marc de les Nacions Unides, es van començar a analitzar més a fons els conceptes relatius a la Sostenibilitat i es va considerar que l'educació era crucial per tal de poder aplicar les estratègies d'acció proposades a les conferències.

L'Educació per a la Sostenibilitat permet que cada ésser humà enquireixi els coneixements, les competències, les actituds i els valors necessaris per forjar un futur sostenible. Per tant, educar per al Desenvolupament Sostenible significa incorporar els seus temes i propòsits fonamentals a l'ensenyament i l'aprenentatge de les diferents matèries i nivells educatius (http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/documents/docs_sdissues.htm).

Aquesta incorporació ha de realitzar-se a través de mètodes participatius d'ensenyament i d'aprenentatge que motiven als alumnes i els dote d'autonomia, per a que siguin capaços de canviar la seua conducta i facilitat l'adopció de mesures a favor del Desenvolupament Sostenible. Per tant, el que es pretén és promoure entre altres l'adquisició de competències com pensament crític, elaboració d'hipòtesis front al futur i l'adopció col·lectiva de decisions.

Segons la UNESCO: "Una educació de qualitat contempla l'Educació per a la Sostenibilitat com a eix fonamental i promou els coneixements, actituds i valors per a formar ciutadans conscients i responsables amb la vida i la sostenibilitat social, econòmica, ambiental i cultural. Una educació de qualitat reflexa la natura dinàmica de la cultura i dels idiomes, el valor de la persona en relació amb el context més ampli, i la importància de viure d'una forma que es promogui la igualtat en el present i fomentar un futur sostenible. Aquesta formació ha de ser pràctica per tal que tota la població tingui un rol actiu front a la Sostenibilitat" (<http://portal.unesco.org>).

Concretament, pel que fa al Programa de l'Agenda 21 (NU, 1992), l'Educació per a la Sostenibilitat té quatre eixos principals (Capítol 36 del Programa Agenda 21):

- Promocionar i millorar de l'educació bàsica.
- Reorientar l'educació ja existent en tots els nivells per tal d'abordar el Desenvolupament Sostenible.
- Millorar la consciència pública i comprensió de la Sostenibilitat.

- Formar i desenvolupar habilitats per al món del treball i una vida productiva sostenible.

Seguint les crides de les Nacions Unides, tots els educadors hauríem de contribuir a que els ciutadans adquireixin una correcta percepció dels problemes i desafiaments als quals la humanitat ha de fer front per a que participen en la presa de decisions. És per això que Nacions Unides va promoure una “Dècada d’Educació per la Sostenibilitat” (2005-2014) en la que s’hauria de potenciar la incorporació de les nostres accions educatives a abordar la situació del planeta i molt particularment a formar una ciutadania conscient de la gravetat i del caràcter global (és a dir, a la vegada global i local) dels problemes i preparada per a participar en la presa de decisions adients per a fer front a la situació d’emergència planetària. Decisions fonamentades en les aportacions de nombroses institucions i experts (Worldwatch Institute, 1984-2017; IPCC, 2007; Puig i Geli de Ciurana, 2007; Sachs, 2008; Marques et al., 2008; Vilches, Macías i Gil Pérez, 2009; Vilches, Gil Pérez i Oliva, 2010; Ull et al., 2010 i 2014; Vilches et al., 2012). Unes aportacions que han vingut mostrant que encara és possible fer front a la situació, si s’adopten amb urgència les mesures necessàries. Nombroses institucions de tot el món han donat resposta a aquesta crida de Nacions Unides i en particular d’UNESCO, l’òrgan responsable de la promoció de la Dècada.

I ha constituït, per damunt de tot, una iniciativa destinada a generar i multiplicar noves accions per crear un clima d’atenció generalitzada a la situació del món.

En novembre de 2014, any en que va finalitzar la Dècada, va tindre lloc en Aichi (Nagoya, Japó) la Conferència Mundial sobre l’Educació per al Desenvolupament Sostenible, amb la finalitat de fer un balanç d’allò que s’havia aconseguit en la Dècada i aprovar un Programa d’Acció Mundial (GAP) per a donar continuïtat als objectius de la Dècada i l’Educació per al Desenvolupament Sostenible. Com va assenyalar la Directora General de la UNESCO Irina Bokova “Per aconseguir el Desenvolupament Sostenible, no n’hi ha prou amb la tecnologia, els reglaments i els incentius financers. Hem de modificar també la nostra manera de pensar i d’actuar com a individus i com a societat, i aquest és precisament l’objectiu de l’Educació per al Desenvolupament Sostenible”. Els resultats d’aquesta conferència queden reflectits en la “Declaració de Aichi-Nagoya sobre Educació per al Desenvolupament Sostenible

(http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/ERI/pdf/Aichi-Nagoya_Declaration_EN.pdf), aprovada per unanimitat dels més de 1000 participants.

La declaració comença celebrant tots els avanços obtinguts durant la Dècada, destacant, en particular, la incorporació de l'Educació per al Desenvolupament Sostenible en les agendes nacionals i internacionals, dels progressos conceptuals aconseguits i les bones pràctiques generades. Però al mateix temps reconeix la necessitat d'accions urgents, de prosseguir i incrementar els esforços, donant continuïtat a la Dècada de l'Educació per al Desenvolupament Sostenible amb un programa d'Acció Mundial (Global Action Programme) sobre Educació per al Desenvolupament Sostenible. Un programa concebut com a contribució a l'Agenda 2030 per a la Transició a la Sostenibilitat en la qual s'integrarà.

En setembre de 2015, van aprovar-se per l'Assemblea General de Nacions Unides els *Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS)* precisament com a guia de l'Agenda de Desenvolupament 2030. Com pot llegir-se al Preàmbul de la resolució aprovada (que té per títol *Transformar el nostre món: Agenda 2030 per al Desenvolupament Sostenible*): “Els 17 Objectius de Desenvolupament Sostenible i les 169 metes que anunciem avui demostren la magnitud d'aquesta ambiciosa nova Agenda universal”. Uns Objectius que tracten de donar resposta al conjunt de greus problemes estretament vinculats als que ens enfrontem i en els que l'educació, com Objectiu 4, ha de jugar un important paper en la consecució de tots els ODS. I, en particular, per tal de contribuir a tots els objectius, és necessari el compromís de la Química amb la protecció del planeta i els seus recursos naturals de forma continuada. La construcció de societats més justes i inclusives requereix d'un Desenvolupament Sostenible basat entre d'altres en l'eficiència i l'ús responsable dels recursos.

És necessari insistir en la urgència de reorientar la forma de relacionar-nos entre nosaltres i amb la resta de la natura, per a posar les bases d'un *present* sostenible i satisfactori per al conjunt dels éssers humans, i la necessitat d'impulsar-ho des de l'educació i en particular l'ensenyament de les Ciències (Geli, Junyent i Sánchez, 2004; Gavidia, 2005; Aznar i Ull, 2009; Ull et al., 2010; Mascarell i Vilches, 2016; Aznar et al., 2017). En aquest fet s'ha de basar la superació fonamentada de crisis sistèmica planetària com la que estem vivint, evitant la seua reproducció i agreujament. I a tot això ha de contribuir l'educació.

Per tant, en aquest sentit, els docents hem de contribuir a la formació de ciutadans profundament interessats i actius amb la Sostenibilitat del seu món. Els estudiants han de comprendre com les accions humanes afecten a la salut del nostre planeta. I com a professors de Ciències tenim una oportunitat única per a contribuir a la construcció d'un present i un futur sostenibles.

1.3. Química Verda i Ciència de la Sostenibilitat

Les crides citades abans han donat ja lloc a desenvolupament científics i tecnològics importants en camps com el de les energies netes i renovables, l'augment de l'eficiència d'aparells i processos (amb el consegüent estalvi energètic), la producció ecològica d'aliments, la reducció i reciclat de residus, la recuperació d'ecosistemes degradats, etc. De fet existeix una abundosa literatura amb moltes contribucions explícitament orientades a l'aconseguint de la Sostenibilitat, relacionades amb diferents àrees científiques com "Química Sostenible" (o "Química Verda"), "Física del medi ambient", "Biotecnologia per a la Sostenibilitat", "Ecologia industrial", "Enginyeria per al medi ambient", etc. (Amador, 2013; Vilches i Gil Pérez, 2014). És més, recentment s'ha comprés que aquestes contribucions són insuficients i ha començat a desenvolupar-se una nova àrea de coneixement, una *Ciència de la Sostenibilitat* que integra totes les contribucions i compta amb publicacions pròpies, com ara *Sustainability Science*.

Tal com s'assenyalava al voltant de la inauguració de l'any internacional de la Química, la incorporació a l'ensenyament de la Química de l'estudi de l'emergència planetària, les seves causes i les mesures concebudes per al seu tractament pot, sens dubte, augmentar l'interès dels estudiants i dels propis professors, donada la rellevància d'aquesta problemàtica, a la que es vincula la supervivència de l'espècie humana. Però aquest interès pot fer-se encara molt més gran en la mesura en que aquest ensenyament es vincula a la gran revolució científica del segle XXI que suposa el sorgiment de la Ciència de la Sostenibilitat.

Ara bé, per què sorgeix la Ciència de la Sostenibilitat com nova àrea de coneixement? Què pot aportar la *Ciència de la Sostenibilitat* més enllà del que ja fan camps com el citat de la

Química Verda, o tants altres com, Enginyeria ecològica, l'Educació ambiental per la Sostenibilitat, etc.?

Es va fer evident la necessitat d'una ciència que abordés globalment, sense oblit ni reduccionismes, el sistema cada vegada més complex constituït per les societats humanes i els sistemes naturals amb els quals interaccionen i dels quals, en definitiva, formen part. Aquest va ser el plantejament de 23 investigadors procedents de diferents àrees en un article conjunt publicat en 2001 en la revista *Science*: "*Està emergint un nou camp de ciència de la Sostenibilitat que cerca comprendre el caràcter fonamental de les interaccions entre natura i societat*" (Kates et al., 2001).

S'iniciava així una profunda revolució científica que integra naturalesa i societat: després de la revolució copernicana, que unificà Cel i Terra, després de la Teoria de l'Evolució, que va establir el pont entre l'espècie humana i la resta dels éssers vius, ara assistim a la integració del desenvolupament social (econòmic, industrial, cultural...) amb els processos del denominat món natural, buscant comprendre les interaccions entre la natura i la societat amb la finalitat d'afavorir ambdues (Vilches i Gil Pérez, 2014).

Pel que hem dit fins ací, és obvi que la nova ciència ha de ser profundament *interdisciplinària*, ja que aborda reptes complexos en els quals intervenen problemes molt diversos però estretament vinculats. Això obliga a integrar una pluralitat de coneixements, amb estratègies de recerca sistèmiques i sintetitzadores, per fer possible la superació de simplificacions inadequades i bloquejadores. Aquesta unificació de camps científics fins ací tractats separadament constitueix una autèntica revolució científica que trenca barreres com la que separava les ciències socials i les naturals, per fer possible la comprensió de la interacció humanitat/ambient. S'arriba així a comprendre, per exemple, que l'economia no pot desenvolupar-se autònomament, ignorant els problemes ambientals i socials estudiats per altres ciències i que, paral·lelament, aquests problemes no poden ser resolts si no s'analitza la seua vinculació amb el model econòmic. Cal, en definitiva, tenir present aquesta vinculació si es vol atendre a les necessitats de la societat al temps que es preserven els sistemes que donen suport a la vida en el planeta (Komiya i Takeuchi, 2006).

Però, aquesta revolució científica que suposa la Ciència de la Sostenibilitat és encara més profunda i va més enllà de la unificació de camps: s'ha comprés que per fer possible la transició a la Sostenibilitat és necessari incorporar en la recerca i presa de decisions a gent que treballa fora de l'àmbit acadèmic, perquè els objectius, coneixements i intervenció de la ciutadania resulten imprescindibles per definir i dur endavant estratègies viables. Es tracta doncs d'una ciència *transdisciplinar* que potencia la participació ciutadana, és a dir, que aposta per la integració ciència/societat, trencant l'aïllament del món acadèmic i multiplicant l'efectivitat del treball conjunt.

Cal referir-se, per últim, a una tercera característica fonamental d'aquesta nova ciència transformadora: les seues estratègies estan concebudes en una perspectiva espacial *glocal* (a la vegada global i local) i en una perspectiva temporal *ampla* a curt, mitjà i llarg termini, esforçant-se en anticipar riscos i obstacles i en aprofitar tendències positives (Asher, 2006). Tots els tractaments han de tenir present aquesta visió ampla, per evitar les contradiccions que sovint afecten a mesures adoptades per resoldre problemes puntuals en el temps o en l'espai.

Ara bé, la Ciència de la Sostenibilitat, més que una nova àrea de coneixement, constitueix *un nou paradigma*, una nova orientació que ha d'impregnar les distintes disciplines: el treball dels químics, enginyers, biòlegs, economistes, educadors, etc., no pot fer-se aïlladament, sinó que ha de tenir present el conjunt de les repercussions socioambientals –tant a curt com a llarg termini- de la seua activitat; i això obliga a estudiar les aportacions de les altres disciplines, així com els punts de vista dels moviments ciutadans. En açò resideix l'essència de la Ciència de la Sostenibilitat: en la exigència d'interdisciplinarietat, transdisciplinarietat, i plantejaments glocals en una perspectiva temporal ampla. Això ha d'impregnar els treballs dels professionals de qualsevol altra àrea, *així com l'ensenyament de les diferents disciplines* (Vilches i Gil Pérez, 2014 i 2015).

Tot això sense oblidar que el desenvolupament de la Ciència de la Sostenibilitat afavoreix a les pròpies ciències de les quals es nodreix i, de la mateixa manera, les diferents disciplines han d'afavorir la Ciència de la Sostenibilitat. D'ací la importància de la contribució de la

Química Verda a la Sostenibilitat i per tant la rellevància de la seua incorporació i tractament al currículum de Ciències i de Química en particular.

Tenint en compte tot el que hem comentat al voltant de la importància de l'Educació per la Sostenibilitat, i del paper que en ella pot jugar l'atenció a la Química Verda, en aquest treball volem donar respostes a algunes preguntes com:

- Donada la importància de la Química per a la Sostenibilitat o Química Verda ¿fins a quin punt se li presta atenció en l'ensenyament de les Ciències i de la Química en particular?
- Coneixen els docents el que s'està fent en aquest camp?
- Què pensen els estudiants sobre el paper de la Química en la Societat i el medi ambient?
- Hi haurà referències a aquest camp de la Química en els llibres de text?
- Quina atenció se li està prestant en la investigació en didàctica de les Ciències?
- És possible incorporar la Química Verda al currículum de Ciències com instrument de formació ciutadana per a la Sostenibilitat?
- Això podrà ajudar a la vegada a millorar l'interès dels estudiants cap a la Ciència i la química en particular?

Abans de plantejar les hipòtesis que orienten la investigació, dedicarem el proper capítol a la importància que ha adquirit i el paper que està ja jugant i pot jugar en el futur la Química per a la Sostenibilitat o Química Verda.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES CAPÍTOL 1

Amador, C. (Coordinador) (2013). Áreas emergentes de la Educación Química. Química y Sostenibilidad. *Educación Química*, 24 (2), 182-214.

Ascher, W. (2006). Long-term strategy for sustainable development: strategies to promote far-sighted action. *Sustainability Science*, 1, 15-22.

Aznar, P. i Ull M.A. (2009). La formación de competencias básicas para el Desarrollo Sostenible: el papel de la universidad, *Revista de Educación*, Núm. extra, MEC, 219-239.

Aznar, P., Ull, M.A., Martínez Agut, M.P. i Piñero, A. (2017). Evaluar para transformar: evaluación de la docencia universitaria bajo el prisma de la Sostenibilidad, *Enseñanza de las Ciencias*, 35(1), 5-27.

Bybee, R. (1991). Planet Earth in Crisis: How Should Science Educators Respond? *The American Biology Teacher*, 53(3), 146-153.

Bybee, R. (1997). Towards an Understanding of Scientific Literacy. En Graeber, W., Bolte, C. (Eds) *Scientific Literacy*. Kiel: IPN.

Bybee, R. i De Boer, G. (1994). Research on goals for the science curriculum, en Gabel, D.L. *Handbook of Research en Science Teaching and Learning*. New York: McMillan P.C.

Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (1988). CMMAD. *Nuestro Futuro Común*. Madrid: Alianza.

Diamond, J. (2006). *Colapso*. Barcelona: Debate.

Duarte, C. (Coord.) (2006). *Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. Madrid: CSIC.

Edwards, M., Gil Pérez, D., Vilches, A. i Praia, J. (2004). La atención a la situación del mundo en la educación científica, *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (1), 47-63.

Folch, R. (1998). *Ambiente, emoción y ética*. Barcelona: Ed. Ariel.

Gavidia, V. (2005). Los retos de la divulgación y enseñanza científica en el próximo futuro, *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 19, 91-102.

Geli, A.M., Junyent, M. i Sánchez, S. (Eds.). (2004). *Acciones de intervención y balance final del proyecto de Ambientalización Curricular de los Estudios Superiores*. Girona: UdG-red ACES.

Gil Pérez, D. i Vilches, A. (2004). Contribución de la Ciencia a la cultura ciudadana. *Cultura y Educación*, 16(3), 259-272.

Gil Pérez, D., Vilches, A., Edwards, M., Praia, J., Marques, L. i Oliveira, T. (2003). A proposal to enrich teachers' perception of the state of the world. First results. *Environmental Education Research*, 9(1), 67-90.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2007). Working Group III Report: *Mitigation of Climate Change*, In "Climate Change 2007" IPCC, *Fourth Assessment Report (AR4)*.

Kates, R. W., Clark, W.C., Corell, R., Hall, J. M., Jaeger, C.C., Lowe, I., Mccarthy, J. J., Schellnhuber, H. J., Bolin, B., Dickson, N. M., Faucheux, S., Gallopin, G. C., Grübler, A., Huntley, B., Jäger, J., Jodha, N. S., Kasperson, R. E., Mabogunje, A., Matson, P., Mooney, H., Moore, B. I., O'riordan, T. & Svedin, U. (2001). Sustainability Science, *Science*, 292:5517, 641-642.

Komiyama, H. i Takeuchi, K. (2006). Sustainability science: building a new discipline. *Sustainability Science*, 1, 1-6.

Lewin, R. (1997). *La sexta extinción*. Barcelona: Tusquets Editores.

Lubchenco, J. (1998). Entering the century of the environment: A new social contract for science, *Science*, 279, 491-497.

Marco, B. (2000). La alfabetización científica. En Perales, F. i Cañal, P. (Eds.): *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 141-164. Alcoi: Marfil.

Marco, B. (2004). Alfabetización científica: un puente entre la ciencia escolar y las fronteras científicas. *Cultura y Educación*. 16 (3), 273-288.

Marques, L., Vilches, A., Gil Pérez, D., Praia, J. i Thompson, D. (2008). The Current Planetary Crisis: a Missing Dimension in Science Education, en Azeteiro, U.M., Gonçalves, F., Pereira, R., Pereira, M.J., Leal-Filho, W. and Morgado, F., *Science and environmental education. Towards the integration of Science Education, Experimental Science Activities and Environmental Education*, 25-47, Frankfurt: Peter Lang.

Mascarell, L. i Vilches Peña, A. (2016). Química Verde y Sostenibilidad en la educación secundaria, *Enseñanza de las Ciencias*, 34(2), 25-42.

Naciones Unidas (1992). *Conference on Environment and Development, Agenda 21 Rio Declaration, Forest Principles*. Paris: UNESCO.

Puig, E. i Geli de Ciurana, A.M.(2007) Educar para la sostenibilidad: hacia un modelo psicopedagógico de educación para la sostenibilidad desde el ámbito de la educación formal. *Nuevas tendencias en investigación en Educación Ambiental*. Madrid (ESP): Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente.

Sachs, J. (2008). *Economía para un planeta abarrotado*. Barcelona: Debate.

Sánchez Ron, M. (1994). *¿El conocimiento científico prenda de felicidad?* En: Nadal J. (Ed.), *El mundo que viene*. Madrid: Alianza.

Solbes, J. i Vilches, A. (1997). STS interactions and the teaching of Physics and Chemistry. *Science Education*, 81(4), 377-386.

Tuxill, J. i Bright, C. (1998). *La red de la vida se desgarrar*. En The Worldwatch Institute, *La situación del mundo*, Barcelona: Icaria.

Ull, M.A., Martínez Agut, M.P., Piñero, A i Aznar Minguet, P. (2010). Análisis de la introducción de la sostenibilidad en la enseñanza superior en Europa: compromisos institucionales y propuestas curriculares, *Eureka*, 7(núm. extraordinario), 413-432.

Ull, M. A., Piñero, A., Martínez Agut, M. P. i Aznar Minguet, P. (2014). Preconcepciones y actitudes del profesorado de Magisterio ante la incorporación en su docencia de competencias para la sostenibilidad. *Enseñanza de las Ciencias*. 32 (2), 91-112.

Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press.

Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2009). Una situación de emergencia planetaria a la que debemos y podemos hacer frente, *Revista de Educación*, número extraordinario 2009, 101-122.

Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2011). Papel de la Química y su enseñanza en la construcción de un futuro sostenible (Extraordinario de 2011 dedicado al "Año Internacional de la Química"), *Educación Química*, 22 (2), 103-11.

Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2014). Educació Química i Ciència de la Sostenibilitat. Una nova i potent font de motivació per als estudiants. *Educació Química*, 17, 37-44.

Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2015). Ciencia de la Sostenibilidad: ¿Una nueva disciplina o un nuevo enfoque para todas las disciplinas? *Revista Iberoamericana de Educación (RIE)*, 69(1), 39-60.

Vilches, A., Gil Pérez, D. i Oliva, J.M. (2010). Editorial, Presentación del Monográfico, En el ecuador de la Década de la educación por un futuro sostenible, *Revista Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las Ciencias*, vol. 7 (número extraordinario), 167-171.

Vilches, A., Macías, O. i Gil Pérez, D. (2009). Década de la Educación para la Sostenibilidad. Temas de Acción Clave. Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI. (ISBN 978-84-7666-213-7).

Vilches, A., Marques, L., Gil Pérez, D. & Praia, J. (2012). The Need for Contributions to the Decade of Education for a Sustainable Future: an Ethical Commitment. In Gonçalves, F., Pereira, R., Filho, W.L. and Azeteiro, U.M. (Eds.), Chapter 1, pp. 11-32, *Contributions to the UN Decade of Education for Sustainable Development*. Frankfurt am Main: Peter Lang GmbH.

Worldwatch Institute (1984-2017). *The State of the World*. New York: W.W. Norton.

Referències web

<http://globalsymposium2011.org/es> (Vist 22/8/17)

<http://portal.unesco.org> (Vist 22/8/17)

<http://www.un.org/es/documents/udhr/> (Vist 22/8/17)

http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/documents/docs_sdissues.htm (Vist 22/8/17)

<http://www.un.org/spanish/millenniumgoals/> (Vist 22/8/17)

http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/ERI/pdf/Aichi-Nagoya_Declaration_EN.pdf (Vist 22/8/17)

CAPÍTOL 2

IMPORTÀNCIA DE LA QUÍMICA VERDA

Com ja hem assenyalat, Nacions Unides, durant la Primera Cimera de la Terra (Rio, 1992), va realitzar una crida als educadors de tots els camps i nivells, tant de l'educació formal com de la no reglada, perquè contribuïrem a formar ciutadans i ciutadanes conscients de l'actual situació d'emergència planetària i preparats per a participar en la presa de decisions.

Com a docents, hem d'aprofitar les nombroses ocasions que ens proporciona l'ensenyament de la Química per tal de contribuir a la formació d'una ciutadania interessada e implicada en la Sostenibilitat del seu món.

En aquest capítol exposarem justificadament la importància que ha adquirit i el paper que està jugant i pot jugar en el futur la Química per a la Sostenibilitat o Química Verda.

2.1 Orígens de la Química Verda

La Química ha estat sempre al voltant de les nostres vides. Molts dels avanços que han possibilitat el nostre desenvolupament com a espècie i la millora de la nostra qualitat de la vida són o estan relacionats amb processos químics que hem après per tal d'aprofitar-los (el foc, la cocció d'aliments, la fermentació de formatge i pa, l'obtenció de metalls, la potabilització d'aigua...).

La Química es troba present en cadascuna de les nostres activitats diàries, en tots els processos que tenen joc dins de nosaltres mateixa, a l'entorn i en tots els objectes que ens rodegen. Podem dir que la Química i els processos que estudia es troben en contacte en cadascun de nosaltres, ens ajuda a curar malalties, a vestir-nos, a desplaçar-nos, alimentar-nos fins i tot ens entretén ja que els CD's, els DVD's, els telèfons, ordinadors... entre altres moltes coses, es troben fabricats amb productes de síntesi.

La Química participa en cadascuna de les etapes d'obtenció d'un determinat producte o material, començant pel disseny i acabant en la fase en què el producte es adquireix pel consumidor. Per tant, podem dir que la repercussió que té la Química en la nostra vida és molt gran.

Cal dir també, que tots aquests avanços no s'hagueren pogut donar sense que la Química s'haguera associat junt a altres disciplines com la medicina (medicaments), la biologia (producció de fertilitzants)...

Al mateix temps que s'ha produït aquest creixement, no hem d'oblidar que fruit de molts dels avanços es registra un augment de residus, molts d'ells contaminants, que són perjudicials tant per al planeta com per a nosaltres. Molts d'aquests efectes no els hem conegut fins a l'actualitat (increment de l'efecte hivernacle, problema de la capa d'ozó...). Com s'ha dit anteriorment, hem de tindre en compte també que són els químics qui es troben estudiant aquests problemes i estan proposant solucions.

Però, moltes persones es refereixen a la "química" i als "productes químics" de forma negativa, afirmant fins i tot que aporta quasi exclusivament coses perjudicials tant per a l'ambient com a per la salut, oblidant que, com ja hem comentat, tot el material que ens envolta i nosaltres mateixos estem formats per "compostos químics" i tot allò que juntament amb la química ha millorat la nostra vida.

Davant d'aquesta problemàtica, des de fa temps els químics comencen a assumir la part de responsabilitat, entre d'altres, en el tema de la contaminació i altres

conseqüències de les activitats humanes, iniciant una sèrie d'investigacions per a la protecció del medi així com per a la sensibilització cap els problemes del medi ambient.

2.1.1 Química Ambiental

Abans de centrar-nos en les aportacions de la Química Verda, volem assenyalar que els seus orígens es troben en el camp anomenat Química Ambiental, definit com l'estudi de les fonts, les reaccions, el transport, els efectes i destins de les espècies químiques en l'aigua, el sòl, l'aire i en els ambients vius, així com els conseqüents efectes de la tecnologia sobre ells (Stanley, 2007).

Els primers estudis científics relacionats amb la Química Ambiental van començar al segle XVIII quan químics com Antoine Lavoisier i Henry Cavendish van dur a terme les primeres mesures de la composició de l'atmosfera i de la seva densitat. A finals del segle XIX i a començaments del segle XX, fruit de la industrialització i de la creació dels assentaments urbans de la forma en la que els coneixem avui dia, podem considerar que va esdevenir una de les principals causes de la contaminació del medi ambient.

En aquest moments va nàixer l'interès per la detecció i estudi dels components que es trobaven en baixes concentracions a l'atmosfera i, a més, un fet particularment important va ser el descobriment de l'ozó per Christian Friedrich Schönbein en 1840. A partir d'aquí, va nàixer l'interès per l'estudi de l'evolució de les concentracions de determinats compostos al llarg del temps, així com els processos de síntesi i destrucció dels diferents components de l'aire, l'aigua i el sòl.

Entre els estudis d'aquesta època i fins els anys 70 del segle XX destaquen tres en particular (Stanley, 2007):

- L'explicació de com es crea i es manté la capa d'ozó, obra dels astrònoms Sydney Chapman i Gordon Dobson.
- L'explicació de la boira fotoquímica per Arie Jan Haagen-Smit.

- Els resultats de les investigacions de Paul Crutzen, Mario Molina i Sherwood Rowland als anys setanta del segle XX, en torn als problemes de la capa d'ozó que es veia negativament afectada per l'ús de CFC, uns productes que en aquesta època van tenir moltes aplicacions en la vida quotidiana.

Arran d'aquests estudis es va definir la problemàtica i l'impacte ambiental que tenia l'activitat humana sobre la natura. Fets destacables d'aquests moments són, entre d'altres, els efectes de la bomba atòmica, la distribució d'aigua potable, la desforestació o l'exposició constant a agents químics.

Al llarg del temps s'ha anat prenent consciència dels efectes nocius de la forma de vida actual sobre l'entorn i ha aparegut el concepte *d'impacte ambiental*, que és l'alteració de la qualitat del medi ambient causat per alguna activitat humana. Les investigacions en diferents camps de la ciència (Hutzinger, 1982) han revelat que els processos industrials, principalment de la indústria química, juguen un paper fonamental en els problemes mediambientals com ara el canvi climàtic, la gestió dels residus, l'eficiència energètica...

Actualment, la preservació de la Terra com un lloc hospitalari per qualsevol tipus de vida es converteix en el major repte per al món desenvolupat, responsable majoritari dels problemes i que té a les seues mans les possibilitats de prendre mesures al respecte. Gràcies a la Química Ambiental, s'han anat identificat una sèrie de problemes que afecten a la salut del medi ambient i s'han establert un conjunt de mesures i convenis per intentar millorar la situació.

A continuació, ens referirem breument a alguns exemples dels diferents protocols d'actuació que s'han realitzat durant les darreres últimes dècades del segle XX per tal de disminuir l'efecte antropogènic sobre el medi ambient.

- Dècada dels 60

Als inicis d'aquesta dècada va començar a aparèixer una consciència notable dels problemes mediambientals provocats per l'acció dels éssers humans en el seu entorn. Inicialment van sorgir respostes a aquesta situació fruit d'especialistes que argumentaven que en acabar-se algun dels recursos naturals necessaris per a l'ésser humà, la investigació i el desenvolupament serien capaços de trobar o inventar quelcom que el substituís.

Paral·lelament, un altre sector de la societat, cada cop més significatiu, va optar per unes idees conegudes actualment com a *consciència ecològica*, les quals sostenien que els humans havíem de preservar el medi ambient per a ells mateixos i per a les generacions futures, i aquesta va derivar junt a d'altres arguments en el moviment ecologista (Stanley, 2007).

Al llarg de la dècada en molts països, sobretot en els de major desenvolupament, es va anar prenent consciència, tot i que de forma fragmentada, d'aspectes ambientals principalment en les lleis relatives a l'aigua i les obres públiques, però és a partir de la publicació de The National Environmental Policy Act (NEPA) aprovada l'1 de gener de 1970 en Estats Units, quan s'estableix que "totes les instàncies del govern identificaran i desenvoluparan mètodes i procediments que contribueixin a que en el menor temps possible els factors ambientals es tinguin en compte en la presa de decisions tècniques i econòmiques" (Bass i Herson, 1993).

Els propòsits de la NEPA són:

- Declarar una política nacional ambiental que estimule productiva i amablement l'harmonia entre les persones i l'ambient.
- Promoure esforços que previnguen o mitiguen els danys a l'ambient i la biosfera i estimulen la salut i el benestar.
- Enriquir la comprensió del sistema ecològic i els recursos naturals importants per a la nació.

Aquesta actuació, molt avançada pel seu temps, va significar el punt de partida per a la resta de països industrialitzats.

- Dècada dels 70

Com s'ha dit anteriorment, a partir de la NEPA, la resta de governs, sobretot europeus, van decidir tirar endavant una sèrie de normatives que regularen de forma més estricta diferents aspectes mediambientals. Alguns exemples rellevants són (Mora Ticó, 2012):

- **Primer Programa Comunitari d'Acció en Matèria de Medi Ambient** (1973-1976) per part de la Comunitat Econòmica Europea. La Política Ambiental Europea es concreta mitjançant sis Programes Comunitaris de Medi Ambient desenvolupats entre 1973 i 2010. Al mateix temps s'han anat organitzant una sèrie de cimeres i tractats que han servit de base per a la concreció de les polítiques ambientals de la futura Comunitat Europea, sorgida arrel de la signatura del tractat de Maastricht.

La Convenció sobre la Protecció del Patrimoni Mundial Cultural i Natural (Cimera Europea de París, 1972) (http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=13055&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html) representa la concreció de la preocupació ambiental de la CEE i el primer disseny d'una política ambiental comuna, destinada fonamentalment a conciliar el creixement econòmic amb la necessitat de preservar el medi arreu d'Europa.

Segons Aguilar (1997), el Primer Programa Comunitari de Medi Ambient recollia una sèrie de mesures específiques amb incidència sobre una gran diversitat de contaminants i es va centrar en dos principis essencials: el de Precaució i el de Responsabilitat Compartida. El Principi de Precaució implica que les accions a favor del medi ambient han de precedir a l'existència de proves científiques

respecte de possibles perjudicis ecològics. Aquests dos grans principis es concretaven en sis àmbits d'actuació:

- Preferència per la prevenció dels problemes ambientals
- Compatibilitat amb el desenvolupament econòmic
- Avaluació de les incidències sobre el medi
- Responsabilitat econòmica del que pertorbi el medi
- Educació ambiental
- Internacionalització de la protecció

En conjunt es tracta de mesures poc concretes, molt genèriques i que, en la pràctica, es limitaven a solucionar a mesura que van anar sorgint les diverses catàstrofes ambientals que es van produir en aquest període: Els accidents dels petroliers *Olympic Bravery* (NW de França el 1976), del Urquiola (la Corunya el 1976) i l'incendi de la plataforma marina del mar del Nord (1977).

- **Conveni de Washington** (1973) amb l'objectiu de regular el comerç internacional d'espècies protegides que, per la seua explotació, ha contribuït a la destrucció dels hàbitats en els qual vivien, i és una de les principals causes del enrariment i de la desaparició en la natura de nombroses espècies.

(<http://web.archive.org/web/20110901233340/http://www.cites.org/eng/disc/what.shtml>)

- **Conveni de Barcelona per la Protecció del Mar Mediterrani contra la Contaminació** (1976) on el principal objectiu era la protecció i millora dels fons marí, de la flora i de la fauna mediterrània i en concret de les zones d'especial interès ecològic i/o paisatgístic prevenint la contaminació d'aquests produïda pel vessament de residus tòxics. Igual que aquest, van aparèixer convenis molt similars a altres grans ciutats europees com el Conveni de Brussel·les (1969), el Conveni d'Oslo (1972) i el Conveni de Londres (1972,1973). (www.mapama.gob.es/es/costas/temas/proteccion-

medio-marino/proteccion-internacional-mar/convenios-internacionales/convenio_de_barcelona.aspx)

- **Conveni de Berna (1979) i Conveni de Bonn (1979)** amb l'objectiu de conservar les diferents espècies i els seus corresponents habitats presents en el seu territori. Un altre aspecte important que contempla el conveni és la conservació d'espècies migratòries, fent referència a la necessària coordinació internacional.

(<http://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/convenios-internacionales/ce-conv-int-berna.aspx>)

- **Convenció de Ginebra (1979)** on la Comunitat Econòmica Europea es va reunir amb l'objectiu d'abordar la contaminació atmosfèrica a escala global. El conveni estableix un marc de cooperació intergovernamental per a protegir la salut i el medi ambient contra la contaminació atmosfèrica que pot afectar a diversos països. Les parts firmants es van comprometre a limitar, previndre i reduir paulatinament les emissions de contaminants atmosfèrics. Un pas molt important ja que d'aquesta manera van establir un marc de col·laboració intergovernamental referit a l'elaboració de polítiques per l'aplicació i desenvolupament de mecanisme de vigilància i es va signar el **Protocol sobre la Contaminació Atmosfèrica Transfronterera a Llarga Distància** amb diferents objectius, com la lluita contra els contaminants orgànics persistents (COP) o la reducció de les emissions de sofre i òxids de nitrogen. (http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/pol-med/iniciativas_internacionales.aspx).

- Dècada dels 80

Un cop arribats a aquest punt, es va definir una normativa global d'obligat compliment per tots els membres de la Comunitat Econòmica Europea anomenada Directiva sobre l'Avaluació d'Impacte Ambiental (1985). Amb aquesta base legislativa, es van

començar a realitzar avaluacions de l'impacte ambiental de diferents projectes sorgits a tota Europa. Els primers anys van demostrar la compatibilitat entre la viabilitat econòmica de les empreses i la cura del medi ambient, cosa que espantava a alguns sectors de l'economia. A partir d'aquí, van sorgir altres necessitats transfrontereres que requerien d'acords entre països per a una regulació útil. Alguns exemples són:

- **Convenció per la Protecció del Nivell d'Ozó o Convenció de Viena (1985)** A partir del descobriment de l'esgotament de la capa d'ozó es posa en marxa un seguit de mesures apropiades per tal de protegir la salut humana i el medi ambient contra els efectes adversos de la seva destrucció. El conveni tenia com a objectiu fonamental impulsar la investigació, fomentar la cooperació entre els països i facilitar l'intercanvi d'informació. Aquest conveni va ser un important precedent, ja que per primera vegada les nacions van acordar fer front a un problema mediambiental global, fins i tot abans de que es comprovarà científicament els seus impactes. Aquesta Convenció va servir per a discutir les necessitats del moment, per això, al 1987, tenint en compte les investigacions citades de Rowland, Molina i Crutzen, es va signar el **Protocol de Montreal**, un esdeveniment molt important, a nivell planetari, on els països signants es comprometien a reduir gradualment l'emissió de substàncies que redueixen la capa d'ozó. (http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/act-emis/normativa_agotadoras_capa_ozono.aspx)

- **Protocol contra les Emissions d'Òxid de Nitrogen i els seus Fluxos Transfronterers (1988)**

El principal objectiu d'aquest protocol era reduir les emissions anuals nacionals d'òxids de nitrogen i els seus fluxos transfronterers.

(http://www.inecc.gob.mx/descargas/ai/con_105.pdf)

Cal destacar que, a finals dels anys 80, es va crear el Grup Intergovernamental d'experts sobre el Canvi Climàtic (IPCC); l'objectiu principal del qual era la realització d'informes científics periòdics per a tenir un coneixement clar de la

situació i evolució del greu fenomen que ja estava sentint-se i fonamentar propostes per a contribuir a la seua solució.

- Dècada dels 90

Aquesta dècada es caracteritza per una acceptació global de l'existència d'una sèrie de problemes de caràcter no tan immediat, com poden ser la contaminació d'aigua o de l'aire, sinó conceptes com el Canvi Climàtic i l'escalfament global; i en favor d'abordar aquests problemes que s'agreujaven cada dia, se celebren dues grans cimeres internacionals: la Cimera de Rio i la Cimera de Kyoto.

- **Cimera de Rio (1992):** és una de les conegudes com a “Cimeres de la Terra” (Conferències de Nacions Unides sobre el Medi Ambient i el Desenvolupament), essent aquesta la considerada més important en la història de la problemàtica mediambiental. Un dels principals avenços va ser la signatura de la Convenció Marc de las Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic on un dels principals objectius era aconseguir l'estabilització de les concentracions de gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera a uns nivells que eliminessin l'efecte antropogènic en el sistema climàtic. Un altre avenç important va ser la signatura del Conveni sobre la Diversitat Biològica.
- **Cimera de Kyoto (1997):** destacat per ser la continuïtat de la Cimera de Rio (és coneguda també com Rio+5) dintre de la Convenció Marc de las Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic. El Protocol de Kyoto compta amb mesures més energètiques, en particular, compromisos jurídicament vinculants de reducció o limitació d'emissions. Aquest protocol estableix per primera vegada, objectius de reducció d'emissions netes de gasos d'efecte hivernacle per als principals països desenvolupats i economies en transició, amb un calendari de compliment. (<http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/naciones-unidas/protocolo-kioto.aspx>)

A part d'això, no es van deixar de banda altres problemàtiques també molt importants abordant-les en diferents reunions internacionals, com per exemple:

- **Protocol sobre Contaminants Orgànics Persistents** (1998) signat a Aarhus.
- **Protocol sobre Metalls Pesats**(1998) signat també a la ciutat d'Aarhus.

A més de tots aquests avanços, molts relacionats amb l'increment de la conscienciació ciutadana i el paper d'estudis com els vinculats amb la Química Ambiental, volem referir-nos a continuació al sorgiment, paral·lelament, del concepte de Sostenibilitat, lligat directament al camp que ens ocupa de la Química Verda.

2.1.2 Sorgiment del concepte de Sostenibilitat

En 1972, any en el que es va celebrar en Estocolm la Conferència de les Nacions Unides sobre el Medi Ambient Humà, clar antecedent de la Cimera de Rio vint anys després, van aparèixer dues posicions en certa mesura antagòniques (López Nieto, 2011):

- Per una part, la del grup dels països industrialitzats, que prioritzaven la detenció (i possible reducció) de la contaminació com a mesura per a millorar la qualitat de vida.
- Per l'altra, la d'un grup de països emergents que volien anteposar a qualsevol altre aspecte el desenvolupament dels països menys afavorits, tot i que impliqués un augment de la contaminació.

Aquest antagonisme es va fer tan evident que Indira Gandhi, ministra de l'Índia en aquell moment, va assenyalar que la pitjor contaminació podia ser la pròpia pobresa, creant un nou Orde Mundial de Desenvolupament.

L'origen del concepte es situa a principis de la dècada dels anys 80, a partir de perspectives científiques sobre la relació entre el medi ambient i la societat i la publicació de diversos documents rellevants, principalment *l'Estratègia Mundial per a la Conservació* (*World Conservation Strategy*, UICN, 1980, Primera estratègia global de Desenvolupament Sostenible) i el conegut com *Informe Brundland* (*Our Common*

Future, CMMAD, 1988) al que ja ens hem referit al capítol anterior. Com hem comentat, és un concepte que sorgeix per via negativa, com a resultat dels anàlisis de la situació del món, que pot descriure's com una "emergència planetària" (Bybee, 1991) i de llarga duració (Orr, 2013), com una situació insostenible, fruit de les activitats humanes, que amenacen greument el futur de la mateixa humanitat. Es parla inclús d'una etapa geològica nova, l'Antropocé, terme proposat per el premi Nobel Paul Crutzen per a destacar la responsabilitat de l'espècie humana en els profunds canvis que està sofrint el planeta (Sachs, 2008), vinculats a allò que Folke (2013) qualifica com "la Gran Acceleració de l'activitat humana", especialment a partir de la dècada de 1950, que amenaça amb sobrepassar els límits del planeta.

Per tant, la proposta d'aquest tipus nou de desenvolupament havia de tenir en compte, entre altres aspectes:

- No posar en perill els sistemes naturals que sustenten la vida en la Terra
- La conservació dels ecosistemes
- Un control demogràfic
- Un creixement econòmic adequat en aquells llocs on no es satisfan les necessitats mínimes
- Un ús dels recursos el més eficient possible

Aquest principi de Sostenibilitat ha anat avançant al llarg del temps. En la Cimera de la Terra de Rio de Janeiro (1992) es va incorporar un rellevant aspecte més: la presa de consciència de la ciutadania dels problemes socioambientals i en particular del perill que podia suposar el Canvi Climàtic. Es va començar considerar que els països desenvolupats havien de tenir en compte la possibilitat de reduir o inclús limitar les emissions més importants, fet que va donar lloc, com ja hem comentat, a la signatura del Protocol de Kyoto (1997).

Com assenyala Sachs (2008, p.120), "tindrem que apreciar amb urgència que els desafiaments ecològics no es resoldran per si mateixa ni de forma espontània (...) la

Sostenibilitat deu ser una elecció, l'elecció d'una societat global que es previsor i actua com una inusual harmonia”.

Es fa necessari, a aquest respecte, precisar l'abast que donen a aquesta elecció per la Sostenibilitat. De fet es distingeix entre Sostenibilitat dèbil i Sostenibilitat forta (també anomenada profunda o radical). La primera considera que el capital natural pot ser substituït per capital humà, fruit del desenvolupament tecno-científic, amb la finalitat de què el nivell total romangui constant; el criteri de Sostenibilitat forta, en canvi, té en consideració l'existència de un *capital natural crític* que no pot substituir-se per l'humà. Naturalment, en ocasions resulta difícil determinar fins a quin punt la capacitat de donar lloc a fluxos de bens i/o serveis de determinat capital natural pot ser substituït per capital humà. Però això mateix obliga a aplicar el principi de precaució i a conservar i protegir dit capital natural com crític mentre no hi haja plenes garanties de la seua possible substitució per capital humà. Es tracta, doncs, d'optar per la Sostenibilitat forta.

2.1.3 Sorgiment del Concepte de Química Verda

En la dècada dels noranta, existeix un canvi d'estratègia de l'Agència de Protecció Ambiental dels Estats Units (EPA). Així, en l'acta de Prevenció de la Contaminació de 1990 (en Estats Units) es va establir la reducció de les fonts contaminants com a prioritat per a solucionar els problemes de la contaminació. Es passava de controlar les emissions a prevenir la generació, és a dir, es va començar a aplicar el criteri de que més val prevenir que tindre després que eliminar-ho (López Nieto, 2011).

Amb aquest fet es pretenia anar modificant, paulatinament, tots aquells processos o productes que presentaren incompatibilitats amb el medi ambient, per tal d'eliminar els processos de contaminació.

L'origen de la Química Verda es troba estretament relacionat al concepte de Desenvolupament Sostenible proposat, com ja hem assenyalat, a l'informe Brundtland (1987) però, no és fins els anys 90 quan comencen a aparèixer els primers documents

que descriuen les pautes que havien de seguir-se en la modificació dels processos conegut o en el desenvolupament de nous processos químics.

En 1991, l'Oficina de Prevenció de la Contaminació i Tòxics dels Estats Units (Office of Pollution Prevention and Toxics [OPPT]) va posar en funcionament un programa de beques per a projectes d'investigació anomenat "Rutes alternatives sintètiques per a la prevenció de la contaminació", en el qual s'inclouïa la prevenció de la contaminació en el disseny i síntesi de productes químics com a eix prioritari. En 1993 el programa es va ampliar per a incloure temes com el desenvolupament o utilització de dissolvents benignes i síntesi de substàncies químiques més segures (López Nieto, 2011).

Però, no serà fins a la fi de la dècada dels noranta quan els químics Paul Anastas i John Warner (1998) proposen el terme de *Química Verda* al seu llibre *Green Chemistry: Theory and Practice*, per tal de referir-se a aquelles tecnologies químiques que ajuden a prevenir la contaminació. I la defineixen com: La utilització d'una sèrie de principis que redueixen o eliminen l'ús o la generació de substàncies perilloses durant el disseny, la fabricació o l'aplicació de productes químics.

En Europa, l'Organització Europea per a la Cooperació Econòmica i Desenvolupament (OECD) adopta en 1999 el nom de *Química Sostenible* per a referir-se al terme de Química Verda, per tal de allunyar-se, segons van assenyalar, de la denominació dels grups ambientalistes més polititzats. Per la nostra part, encara que la denominació d'aquesta nova àrea que ens sembla més significativa és "Química per a la Sostenibilitat", donada l'extensió i acceptació del nom Química Verda, en particular en la forma en anglès *Green Chemistry*, utilitzarem indistintament les dues denominacions, encara que en la investigació farem ús preferentment d'aquest darrer nom més conegut.

Segons López Nieto (2011), hem de tindre clar que la Química Verda no es troba inclosa en la Química Ambiental. En efecte, la disminució de la concentració de contaminants pot ser resultat de:

- La remoció del medi ambient quan ja es troben disseminats (remediació)

- La posada en marxa de mesures que impedeixin la seua disseminació quan els contaminants ja han sigut generats (prevenció)
- Evitar la generació de contaminants

Aquesta última possibilitat és la finalitat central de la Química Verda, Química Sostenible o Química per a la Sostenibilitat. Intenta evitar la formació de residus contaminants des de l'origen dels processos químics, és a dir, que la màxima prioritat i la seua característica essencial serà la prevenció i el respecte per el medi ambient. I a més a més, té en compte altres factors com l'eficiència energètica, la utilització de matèries primeres renovables, etc.

A continuació, passarem a entrar ja en el desenvolupament d'aquest nou camp de la Química començant per analitzar cadascun dels principis en que es basa i les seues possibles repercussions.

2.2 Principis de la Química Verda

Com ja hem assenyalat, en 1998 Anastas i Warner postulen els 12 principis que havia de complir aquesta "química amigable" (Anastas i Warner, 1998):

- 1. És millor prevenir la formació de residus que tractar d'eliminar-los després de la formació.
- 2. Els mètodes sintètics deuen ser dissenyats per tal d'aconseguir la màxima incorporació en el producte final de totes les matèries utilitzades en el procés.
- 3. Es deuen dissenyar metodologies sintètiques per a l'ús i la generació de substàncies amb escassa toxicitat humana i ambiental.
- 4. Es deuen dissenyar productes químics que, preservant l'eficàcia de la seua funció, presenten una toxicitat escassa.
- 5. Les substàncies auxiliars (dissolvents, agents de separació, etc.) deuen resultar innecessàries sempre que siga possible i si s'utilitzen haurien de ser innòcues.

- 6. Les necessitats energètiques han de ser considerades en relació als seus impactes ambientals i econòmics i minimitzar-les. Els mètodes sintètics han de ser portats a lloc a temperatura i pressió ambient.
- 7. Les matèries de partida han de ser renovables i no extingibles.
- 8. La formació innecessària de derivats (bloqueig de grups, protecció/desprotecció, modificació temporal de processos físics/químics) ha de ser evitada.
- 9. Es deuen utilitzar reactius catalítics (tan selectius com siga possible).
- 10. Els productes químics han de ser dissenyats de forma que, a la fi de la seua funció, no perduren a l'ambient, sinó que es fragmenten en productes de degradació inerts.
- 11. Es deuen desenvolupar les metodologies analítiques que permeten monitoritzar a temps real durant el procés i el control previ a la formació de substàncies perilloses.
- 12. Les substàncies i les formes del seu ús en un procés químic han de ser elegides de forma que resulte la mínima possibilitat d'accidents.

Des de la publicació d'aquests principis, el camp de la Química per a la Sostenibilitat no ha deixat de créixer amb nombroses contribucions des de les diferents perspectives, això es pot veure en la gran quantitat de publicacions específiques, congressos i jornades organitzades entorn a la Química Verda, xarxes d'investigadors en Química Verda a nivell local i mundial i molt en particular en el camp educatiu amb la inclusió de matèries i postgraus específiques en l'Educació Superior en torn a aquest nou camp de la Química. Són molts els avanços que s'han realitzat en aquest camp als que en referirem en aquest capítol però també es cert que queda molt per fer. És necessari seguir investigant i innovant en prevenció, seguretat, eficàcia, detecció, identificació i separació de contaminants, impulsar les fonts renovables de matèries primeres, etc. (Vilches i Gil Pérez, 2011).

La Química Verda constitueix un reconeixement de que la química es troba en la base de molts dels nostres problemes ambientals i al mateix temps la devem utilitzar per tal de trobar i posar en marxa les solucions i contribuir a posar fi a aquests problemes. La Química Verda junt a altres camps ha de contribuir a la Ciència de la Sostenibilitat. Una nova àrea de coneixements que integra camps diferents i per tant interdisciplinaris, i que té l'objectiu explícit de contribuir a la transició a la Sostenibilitat, és a dir, assenyalar el camí cap a una societat sostenible (Vilches i Gil, 2013).

A continuació, descriurem alguns dels avanços al voltant de la Química Verda que mostren la importància i rellevància d'aquest nou camp de coneixements que hem de tenir present a l'educació per comprendre el rellevant paper de la Química en la societat i el medi ambient.

2.3 Aportacions de la Química Verda. Perspectives de futur

Moltes vegades es pot veure que al complir algun d'aquests principis de la Química Verda citats estem aplicant directa o indirectament altres, és a dir, els principis es troben molt relacionats uns amb els altres (UNESCO, 2012). Passem ara a descriure a tall d'exemples alguns dels nombrosos i importants processos vinculats a la Química per a la Sostenibilitat que s'estan desenvolupant.

Prevenició

Tradicionalment la investigació i la indústria química no es preocupaven massa dels residus que generaven ja que, quan es produïa un problema, en tot cas altres investigadors buscaven la solució, i sobretot per l'absència de normatives que els obligaren a evitar-los, així com per no tenir en compte les seues conseqüències ni la incorporació dels costos ambientals en els seus productes en el cas de la indústria en particular. La Química Verda intenta precisament contribuir a que la formació d'aquests residus no es done. Un exemple seria:

- si treballem amb substàncies no tòxiques i produïm substàncies no tòxiques (principi tres i quatre) no tindrem residus tòxics per a netejar.

- Si no utilitzem solvents o utilitzem solvents innocus (principi cinc) després no tindrem que buscar la manera d'eliminar els residus generats per aquests solvents.

En aquest sentit trobem la Química a microescala (Mono, Zvi i Ronald, 1999; Montagut, Nieto i Sansón, 2006); amb ella es poden realitzar processos químics utilitzant xicotetes quantitats de reactius, sense que aquest fet li reste qualitat als mètodes utilitzats tant en l'àmbit de l'educació com en la indústria, contribuint a disminuir la contaminació del medi ambient. La química a microescala, com contribució a la Química per a la Sostenibilitat, ens permet treballar amb condicions de reacció menys extremes (pressió ambient, baixes temperatures). Aquest fet es troba recolzat també per l'ampli ús de la catàlisi, reduint el temps de reacció global.

Actualment, és molt utilitzada, sobre tot en l'àmbit de la investigació i l'educació ja que presenta molts avantatges respecte als mètodes abans utilitzats, com per exemple, entre altres:

- Reducció en l'ús de productes químics i per tant reducció dels residus
- Reducció dels costos tant de compra com recollida i reciclatge
- Augment de la seguretat i higiene al laboratori
- Reducció de la duració de l'experiment
- Major espai d'emmagatzematge
- Política mediambiental que promou, entre altres, les 3R
- Major motivació pel cas dels estudiants

Economia atòmica

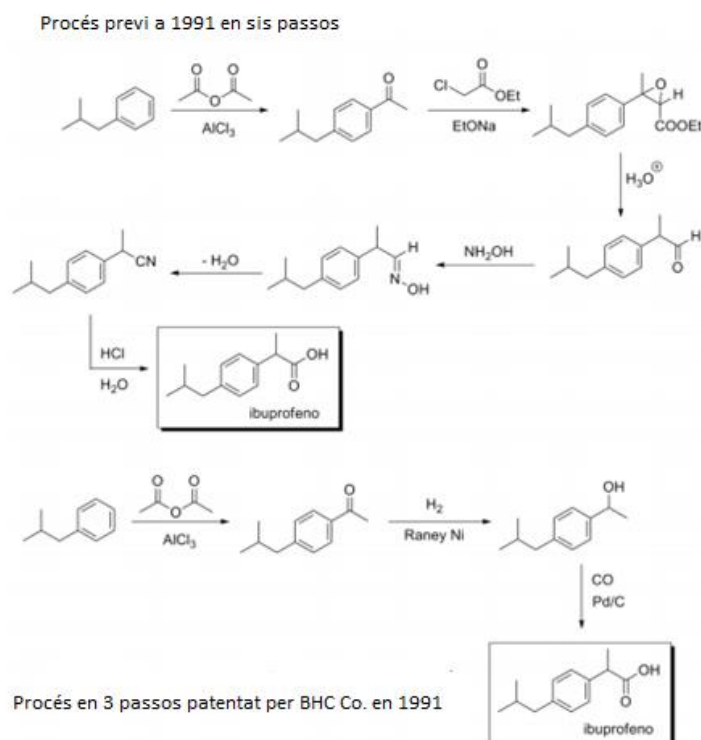
Tant en la investigació com en la indústria química i en l'ensenyament de la química, és comú parlar del rendiment de les reaccions químiques. Normalment, el rendiment és menor del cent per cent com a conseqüència de diverses raons: reaccions secundàries, reaccions incompletes, impuresa dels reactius... No obstant això, hi ha un factor que no es sol tenir en compte i és l'obtenció d'altres productes que no són els que desitjàvem però, que també formen part de la reacció.

La relació entre la quantitat de producte desitjat i la quantitat de reactius s'expressa amb el concepte d'economia atòmica. Quan major siga aquest valor, menys quantitat de reactiu quedarà en els productes no desitjats, ja que aquests productes no desitjats poden ser residus que després hem de veure com eliminar o neutralitzar, encara que en el millor dels casos poden ser innocus però, estariem gastant matèria primera en produir producte innecessari, en alguns casos difícil de separar per tal de buscar-li una utilitat.

Per tant, quan es parla d'economia atòmica (E.A), el valor que expressem és un percentatge en massa:

$$E.A = \frac{\text{massa producte desitjat}}{\text{massa reactiu}} \cdot 100$$

Un dels primers èxits de la Química Verda aplicant aquest principi va ser la reducció de la quantitat de residus generats en l'obtenció industrial del ibuprofeno. Aquest analgèsic d'ampi ús es va produir entre 1960 i 1991 en un procés de sis etapes, generant-se residus en cadascuna d'elles, de tal forma que l'economia atòmica del procés era d'un 40%. En 1991 la BHC Company va desenvolupar un procés de tres etapes aplegant a una economia atòmica del 77% (González i Valea, 2009).



Processos i productes no tòxics o menys tòxics

El segon i el tercer principi de la Química Verda fan referència a aconseguir substàncies químiques que mantinguen la seua utilitat però, que al mateix temps no siguen tòxiques.

L'any 1939, l'investigador suís Paul Müller va descobrir la potent acció insecticida del dicloro-difenil-tricloroetà, conegut mundialment com DDT. Els èxits aconseguits per el DDT al utilitzar-se per a eliminar plagues en el camp, per a combatre núvols d'insectes portadors del paludisme, febre groga i altres malalties, van ser espectaculars. No obstant això, els estralls provocats pels insecticides en el medi ambient van ser molt grans, ja que la utilització d'aquesta "substància miraculosa" es va realitzar sense cap estudi previ que mostraria la seua innocuïtat per als éssers humans i el medi ambient.

Aquesta substància no solament matava a les espècies que es desitjava eliminar, sinó que afectava també a les altres espècies del ecosistema. A mesura que anava transcorrent el temps, amb l'ús persistent del DDT, la situació es va agreujar, ja que les espècies van anar fent-se resistents i resultava més difícil eliminar-les. Més tard s'investigaria que l'acció de l'insecticida persistia en les plantes i els animals, afectant a les persones quan les consumia.

Rachel Carson (1962) tindrà un paper molt important davant aquesta situació, ja que serà la promotora d'una revolució ecològica. El 1962 va publicar el seu llibre "*Primavera Silenciosa*" on, amb un llenguatge clar i directe, va transmetre els arguments científics sobre els perills que implicava per al medi ambient i per a les persones l'ús del DDT així com altres productes químics. El llibre va ser atacat per la indústria i a més molts científics el van qualificar de fantasiós, però es tracta del primer llibre divulgatiu sobre impacte ambiental i s'ha convertit en un clàssic de la conscienciació ecològica. Amb *Primavera Silenciosa*, Carson va impulsar definitivament les incipients corrents del pensament ambiental modern junt a altres científics i ciutadans que van comprendre les seues raons i va aconseguir que el DDT fóra prohibit malgrat que continua utilitzant-se en països en desenvolupament. Un èxit que es va

ampliar més tard amb l'aprovació del Conveni d'Estocolm sobre Contaminants Orgànics Persistents, acord mundial que va entrar en execució en 2004.

Un altre exemple el podem trobar amb els clorofluorocarburs (CFC). Els CFC van sorgir de la necessitat de buscar substàncies no tòxiques que serviren com a refrigerant per a aplicacions industrials. Thomas Midgley va trobar aquests compostos pensant que eren innocus per a l'ésser humà. Thomas Midgley moriria convençut de que havia fet una gran aportació a la humanitat.

Els CFC són compostos de carboni halogenats, que han sigut utilitzats en una gran varietat de processos de manufactura i en forma de productes molt diferents: com a refrigerants, dissolvents en la indústria electrònica, extintors d'incendis, agents dessecants, etc. La seua ampla utilització es va donar pensant que no afectaven a la salut humana, ja que els gasos eren totalment inerts. No reaccionen amb cap compost natural ni en el nostre cos ni en la troposfera.

Més avant, com ja hem comentat, les investigacions realitzades per Rowland, Molina i Crutzen van demostrar que aquests compostos provocaven la destrucció de la capa d'ozó. Els CFCs llançats a l'atmosfera constitueixen un residu molt perjudicial que reacciona amb l'ozó de l'estratosfera i redueix la capacitat d'aquesta capa d'ozó per a "filtrar" les radiacions UV. La seua lenta difusió fa que, una vegada abocats a l'atmosfera, tarden de 10 a 15 anys en aplegar a l'estratosfera i tenen una vida mitja que supera els cent anys.

Finalment, fruit dels resultats de les investigacions dels químics atmosfèrics citats, els CFCs van ser prohibits a escala global (Protocol de Montreal, 1987). En 1995, els descobridors de l'amenaça que suposaven els CFCs Sherwood Rowland, de la Universitat de Califòrnia, el químic mexicà Mario J. Molina de l'Institut de Tecnologia de Massachusetts (MIT) i l'holandès Paul Crutzen, de l'Institut Max-Planck de Química de Mainz (Alemanya), van rebre el Premi Nobel de Química en reconeixement per les seues investigacions en aquest camp.

Reduir l'ús de substàncies auxiliars:

Aquest principi apunta a que en els processos químics s'utilitzen la menor quantitat possible de substàncies auxiliars, solvents especialment. I en el cas que siga necessari utilitzar-los que siguen el menys contaminants possible.

Quant a l'ús dels solvents innocus, la Química Verda ha realitzat diverses investigacions sobre aquest tema remarcant la importància de l'ús de solvents en estat crític i supercrític i l'ús de líquids iònics. Un exemple concret és l'extracció de la cafeïna amb diòxid de carboni en estat supercrític, per tal d'obtenir el cafè descafeïnat (Brown, Le May i Burdsten, 2004).

Disminuir el consum energètic

Aquest principi fa referència a la cerca de processos químics que puguen donar-se lloc amb la menor despesa d'energia possible.

A tall d'exemple trobem l'Institut de Tecnologia Química (ITQ) creat en 1990 per la Universitat Politècnica de València (UPV) i el Consell Superior de Investigacions Científiques (CSIC) (<http://itq.upv-csic.es/>) i impulsat pel seu director durant més de 20 anys, Avelino Corma, que ha rebut molts premis, entre altres el Premi Príncep d'Astúries d'Investigació Científica i Tècnica, per les investigacions realitzades al llarg d'aquests anys. L'ITQ centra la seua activitat en quatre grans camps: energia, Sostenibilitat, salut i aigua. Són camps molt diversos però, el que es pretén essencialment és reorientar les investigacions per tal de solucionar els problemes existents.

Els processos catalítics intervenen aproximadament en un 90% de tots els processos químics en el món, pel que podem veure la importància que té la catàlisi dintre de la química. En el cas de l'ITQ, la catàlisi s'aplica en els processos de refinament del petroli, petroquímica i química fina, així com en la transformació de biomassa en combustibles líquids i productes químics.

A més a més, es treballa en la reactivitat química dirigint les reaccions cap a la formació dels productes desitjats i la minimització dels productes secundaris i ho aconseguix de dos formes:

- Utilitzant catalitzadors que permeten seleccionar el camí de reacció.
- A través de l'activació fotoquímica.

Les línies d'investigació que podem trobar al ITQ són:

Processos químics i fotoquímics en Ciències de la Vida i producció química sostenible.

- Transformació de biomassa en productes químics a través de processos sostenibles.
- Tècniques computacionals d'alta resolució, aplicades al desenvolupament de processos químics.
- Tècniques fotoquímiques i nanomaterials en Ciències de la Vida.
- Catalitzadors sòlids selectius (àcid-base i redox) per a processos químics sostenibles.

Materials estructurats com a catalitzadors per tal de generar combustibles nets i energia renovable.

- Materials nanoporosos i mesoporosos estructurats per a conversió d'energia.
- Obtenció de compostos petroquímics i combustibles nets a partir d'hidrocarburs fòssils.
- Producció d'energia renovable a través de processos químics i fotoquímics.

D'altra banda, en la Xarxa Espanyola de Química Sostenible (<https://quimicasostenible.wordpress.com/>), en la Society of Chemistry (<http://www.rsc.org/>) i en la Green Chemistry Network (<http://www.greenchemistrynetwork.org/>), es poden veure nombroses publicacions i línies d'investigació que s'han anat desenvolupant en aquest àmbit, no sols de la catàlisi sinó del conjunt de línies de la Química Verda que volen contribuir a la transició a la Sostenibilitat (Vilches i Gil Pérez, 2013).

Utilitzar matèries primeres renovables

La Química Verda apunta a la utilització de matèries primeres renovables. Un exemple clar és l'ús d'aquestes matèries primeres per a la generació d'energia i nous materials (Spanevello, Suárez i Sarotti, 2013). Com a exemple de l'amplia difusió en la producció d'energia a partir d'una font renovable, trobem els biocombustibles. S'ha impulsat la generació d'aquests a partir de matèries primeres d'origen vegetal, com l'aprofitament de deixalles d'origen animal per a produir biogàs, o la producció de biodièsel a partir d'algues. Aquesta última, es fabrica a partir d'una matèria primera no apta per a l'alimentació que no necessita terra cultivable ni aigua dolça i utilitza el CO₂ com a font d'alimentació, per tant suposa una font inesgotable i no contaminant.

Per una altra banda, l'ús dels biocombustibles constitueixen una forma d'energia neta, que no contribueix a l'increment de l'efecte hivernacle. Però, per una altra part s'està impulsant l'ús de la dacsa, soja, etc., que eren destinades al consum humà i provocant desforestacions per a les noves superfícies de cultiu, contribuint a més a més a l'increment dels costos en la indústria alimentària. Els biocombustibles són, doncs, ahora, una promesa (si s'aprofiten les deixalles orgàniques o es cultiven terres ermes) i un perill si es desvien cultius necessaris per a l'alimentació o contribueixen a la destrucció dels boscos i la pèrdua de biodiversitat (Vilches, Macías i Gil Pérez, 2014).

Troblem també la glucosa que podem extraure del midó de la dacsa o de la cel·lulosa que es troba en les plantes. Aquesta és pot utilitzar per tal de protegir els materials fràgils quan són transportats dintre dels contenidors. Aquest material reemplaçaria als materials plàstics utilitzats actualment fabricats a partir de substàncies provinents del petroli.

Un altre exemple seria la utilització de l'àcid levulínic, cetoàcid preparat a partir de la levulosa, la insulina, el midó, etc., mitjançant la seua ebullició amb àcid clorhídric o sulfúric. Aquesta matèria primera s'utilitza en la producció de niló, gomes sintètiques, plàstics i productes farmacèutics.

Evitar derivatitzacions

En molts casos, especialment en el camp de la Química Orgànica, els processos per obtenir un producte té diverses etapes. Quantes més etapes tinga, menor serà la seua economia atòmica. Cal tindre en compte que totes les substàncies auxiliars que s'utilitzen en cadascuna de les etapes apareixeran després com a residus. A més a més, cada etapa extra implicarà nous procediments amb major despesa d'energia i majors riscos per als operaris. La Química Verda intenta disminuir tots aquests aspectes.

Un exemple apareix en la ja mencionada síntesis del ibuprofeno (UNESCO, 2012). En els dos mètodes d'obtenció, l'antic i el nou, en la primera reacció es produeix una fenilcetona per reacció entre el isobutilbenzé i l'anhidrid acètic catalitzada amb clorur d'alumini. En el procés antic, aquesta reacció és seguida per cinc reaccions successives abans d'aplegar al producte desitjat. En el nou mètode sols es realitzen dos reaccions més, ambdues molt senzilles. Primer es redueix la cetona a alcohol utilitzant la reacció amb dihidrogen catalitzat per níquel Raney (una aliatge de alumini i níquel finament granulat). I, posteriorment, l'alcohol és carboxilat en una reacció catalitzada amb pal·ladi. Aquest últim procés evita etapes innecessàries, en les quals es consumeix energia i es generen residus.

Potenciar la catàlisis

En moltes ocasions, per tal que una reacció lenta siga viable, s'augmenta molt la concentració d'un dels reactius. Aquest fet implica una major despesa de matèries primeres i una generació de residus procedents del reactiu en excés no consumit. Una solució pot ser utilitzar catalitzadors per tal d'augmentar la velocitat de la reacció.

Ací es torna a comentar la importància de la utilització de catalitzadors i fotocatàlisis (Prieto, 2014). Com s'ha vist anteriorment, l'ITQ de la UPV porta endavant diverses investigacions en aquest sentit. Entre altres actualment estan treballant amb catalitzadors sòlids selectius (àcid-base i redox) per a processos químics sostenibles. A més a més trobem treballs d'Avelí Corma (fundador de l'ITQ) que durant molts anys ha estat investigant sobre catalitzadors sòlids i líquids amb centres catalítics aïllats i ben

definites. La caracterització d'aquests catalitzadors a través de tècniques espectroscòpiques (UV-Visible, IR, Raman, XPS...) els ha permès entendre com funcionen els catalitzadors i com es pot optimitzar la seva síntesi per aconseguir la màxima efectivitat i selectivitat (Sastre et al., 2014; Montes-Navajas et al., 2014; Gonell et al., 2016).

Una altra forma de catàlisi la podem aconseguir a través de la fotocatalisi basada en la utilització de l'energia electromagnètica provinent de la llum per tal d'accelerar algunes reaccions. En alguns casos s'utilitza directament la llum solar, ja que és una font d'energia inesgotable i no contaminant.

Generar productes biodegradables

Segons la ASTM (American Society for Testing and Materials), la biodegradabilitat és la capacitat d'un material de descompondre's en diòxid de carboni, metà, aigua i components orgànics o biomassa, en els quals el mecanisme predominant és l'acció enzimàtica de microorganismes (Meneses, Corrales i Valencia, 2007).

Els problemes de contaminació generats per productes persistents en l'ambient són molt coneguts. Un recurs molt utilitzat per a evitar alguns d'aquests problemes pot ser la utilització de bosses de compra oxodegradables. El polímer que forma aquestes bosses té un additiu que fa que baix determinades condicions d'humitat i temperatura, el polímer es degrade. No obstant això el procés no és començat per microorganismes, per tant no és considerat com un procés biodegradable (Marzo Rojas, 2010).

Els polímers biodegradables presenten un doble avantatge: a més a més de la seua biodegradabilitat, provenen de matèries primeres renovables, ja que són obtinguts a partir de vegetals.

Desenvolupar metodologies analítiques per a la monitorització a temps real

Normalment, en l'actualitat, a les indústries químiques s'analitzen tots els residus que s'aboquen al seu entorn, és a dir, el dany es detecta una vegada produït. Això pot

impulsar investigació al voltant de les raons d'aquests problemes per evitar-los però, no té sentit una vegada s'ha produït.

Precisament, la Química Verda apunta a la prevenció, per tal d'actuar abans que tinguin lloc els problemes. El *Principi de Prevenció* ens diu que hem de prendre les mesures pertinents a les nostres accions per evitar conseqüències negatives per al medi i al éssers humans, ja que es coneixen els danys ambientals que poden ocórrer i recomana que aquests anàlisis es realitzin abans o durant el procés de producció i no al final. D'aquesta manera, si s'estan generant algunes substàncies contaminants es puga detectar abans d'alliberar-les a l'ambient.

Així mateix, no hem d'oblidar el Principi de Precaució (també conegut com de Cautela o de Prudència), per tal d'evitar l'aplicació precipitada d'una tecnologia quan encara no s'han investigat suficientment les seues possibles repercussions. Un exemple rellevant el constitueix la regulació Reach (acrònim anglès per al "Registre, avaluació i aprovació de substàncies químiques") que va entrar en vigor en 2007, després de vèncer l'aferrissada oposició del poderós consorci que representa el CEFIC (Consorti Europeu de Federacions de la Indústria Química). Es tracta d'una norma que obliga als industrials a subministrar proves sobre la innocuïtat dels productes que utilitzen (Bovet et al., 2008, pp.14-15).

El desenvolupament d'aquest camp a Espanya també és significatiu (Vilches i Gil, 2011). Al camp de la indústria química trobem la Plataforma Tecnològica Espanyola de Química Sostenible (<http://www.suschem-es.org/2013/index.asp#.VVInfvntmko>), vinculada a la Plataforma Tecnològica Europea de Química Sostenible, una iniciativa promoguda per la Federació Empresarial de la Indústria Química Espanyola en col·laboració amb la Red OTRI d'universitats i el suport del Ministeri de Ciència i Innovació.

Per una altra banda, trobem els primers Informes de Sostenibilitat de la Indústria Química Espanyola, promoguts per l'Observatori Industrial del Sector Químic del Ministeri de Indústria, Turisme i comerç (<http://www.feique.org/wp->

content/uploads/2016/10/informe_rse_2013-download41-informe-rse-2013.pdf), on es tracten temes relacionats amb la protecció del medi ambient i les perspectives de futur, dintre del marc de la Sostenibilitat.

També trobem treballs com el de Sapiña (2014), en el qual ens diu que un aspecte al qual hem de posar una especial atenció a l'hora de parlar de Sostenibilitat és el de la complexitat. És a dir, no podem parlar de situació d'emergència planetària, dels distints problemes ambientals i socials si no els relacionem entre si. Un dels objectius precisament de l'educació per la Sostenibilitat es transmetre i fer comprendre aquesta complexitat i el fet que abordar un problema ambiental i social requereix també preveure les possibles conseqüències de les accions considerades en altres problemes ambientals i socials.

2.4 Química Verda i Educació en Ciències

Si ens acostem a les aportacions que s'estan desenvolupant des del camp de la Química, podem veure la importància que han adquirit els estudis relatius a la Química Verda o Sostenible en l'ensenyament de la Química (Garritz, 2009; Vilches i Gil, 2011 i 2014; Soledad Mansilla, Celeste Muscia i Ariel Ugliarolo, 2014), sense oblidar-nos dels antecedents de la denominada Química Ambiental.

Hi ha diferents publicacions recents que remarquen la importància d'aquest camp de la química, així com jornades i congressos que s'han anat desenvolupant en els últims anys entre altres: Jornades Españoles de Química Sostenible, vinculades a la Green Chemistry Conference; IV Congrés Internacional de Química de ANQUE, sobre química i Desenvolupament Sostenible (Tenerife, 2006, www.quimicaysociedad.org/); Taller Latinoamericà de Química Verda (Mèxic, 2008, www.icq.uia.mx/webicq/eventos.htm); 8th Green Chemistry Conference (Saragossa, 2009, www.8gcc.unizar.es/Committees.html); en el marc de l'Any Internacional de la Química, en el camp de la indústria química, les II Jornades de 'Química Sostenible', Empreses Innovadores i Competitives (Barcelona, 2011), Jornada sobre processos química sostenibles, (Girona 2016, <http://blogs.iec.cat/scq/2016/09/22/jornada-sobre->

processos-químics-sostenibles/), Congrés EuCheMS (Sevilla, 2016, <http://euchems-seville2016.eu/>), 3rd Conference on Environmental Chemistry (Sanya, 2016, <http://www.engii.org/ws2016/Home.aspx?ID=835>), 4th International Conference on Past and Present Research Systems of Green Chemistry (Atlanta, 2017, <http://greenchemistry.conferenceseries.com/>), Atlantic Basin Conference on Chemistry (Cancún, 2018, <http://abcchem.org/>).

També cal remarcar convocatòries com la de l'Any Internacional de la Química (2011) que han ajudat a reflexionar sobre els problemes, les seues causes i les mesures que es deuen adoptar al voltant de la situació del món, i tot allò que podem i devem fer cadascú de nosaltres, junt amb els obstacles als quals ens enfrontem i en particular del paper que pot jugar la química en les solucions. En 2008, tal com vam comentar al capítol anterior, el director general de la UNESCO, Koïchiro Matsuura, va assenyalar que sensibilitzar al públic de la importància de les ciències químiques és una tasca molt important, degut als desafiaments que deu afrontar el Desenvolupament Sostenible. És indubtable que la química jugarà un paper molt important en el desenvolupament de fonts alternatives d'energia i l'alimentació de la creixent població mundial. Segons Jung-Il Jin, president de la IUPAC en aquella data (www.iupac.org/), la celebració de l'Any Internacional de la Química esperava augmentar l'apreciació pública i la comprensió de la química, augmentar l'interès dels joves per la ciència i generar entusiasme per un futur de creativitat relacionada amb la química (www.portal.unesco.org/es/).

La importància creixent d'aquest camp de la química en l'educació ho podem comprovar en el primer número de 2013 de la revista mexicana *Educación Química*. Aquesta revista va fer un número especial dedicat a la Química Verda on es pretén difondre al públic, els estudiants i els professionals quins són els seus principis, avanços i reptes en l'actualitat i mostrar la seua importància en el camp de la educació i molt en particular en l'ensenyament de la Química. Remarquem així les paraules a les que feia al·lusió el ex director de la UNESCO i el president de la IUPAC en les seues declaracions (Vilches i Gil, 2011): La necessitat de contribuir a fer comprendre el rellevant paper de la Química en les nostres societats, fet que ajudarà a augmentar

l'interès dels estudiants cap a la química, en particular per el desafiament al qual ens enfrontem: la construcció d'un futur sostenible en el que la química deu exercir un paper important.

En el primer número de 2013 de la revista mexicana *Educación Química* sobre l'educació i la Química Verda podem trobar articles que tracten temes com:

- Una visió dels objectius, estratègies i conceptes bàsics relacionats amb la Química Sostenible (Mestres, 2013)
- Enfocament multidisciplinar del postgrau en Química Verda (Summerton, Hunt i Clark, 2013)
- Objectius de la Red Espanyola de Química Sostenible (Altava Benito, Burguete Azcárete i Luis Lafuente, 2013)
- Anàlisi de la capacitat per a combinar la pedagogia i els continguts de la Química Verda de forma eficient per a fer-lo comprensible per als alumnes (Fernández et al., 2013)
- Fonts alternatives de matèries primeres (Spanevello, Suárez i Sarotti, 2013).

Cal remarcar també que aquesta revista, ja en 2009, va dedicar el número 4 a treballs relatius a la Química Verda. En aquest cas es poden trobar articles que tracten temes com:

- Química Ambiental i Química Verda en el conjunt dels coneixements químics: les concepcions dels estudiants de postgrau en Ciències Químiques per la Universitat de São Paulo (Alves Porto et al., 2009)
- Estudis de postgrau de Química Verda a Espanya (De la Hoz Ayuso, 2009)
- Química Verda: un nou enfocament per a la cura del medi ambient (Doria Serrano, 2009)
- Irradiació infrarroja per a activar reaccions (Velasco Bejarano et al., 2009)
- Síntesi fotoquímica mitjançant llum solar (Ávila Zágarrá, 2009)
- Síntesi de benzofurà mitjançant catàlisi per platí (Succaw i Doxsee, 2009)
- Implementació d'algunes de les tècniques de la Química Verda en docència (León Cedeño, 2009)

Al 2014 la revista de la Societat Catalana de Química, *Educació Química*, al número 17 va dedicar un monogràfic a la Química Verda i la Química per la Sostenibilitat. En aquest cas es poden trobar articles com:

- Desarrollando pensamiento químico en contextos sociales y ambientales (Talanguer, 2014)
- Actualización del currículum en educación química: la importancia de la luz solar en nuestra vida (Pérez-Prieto, 2014)
- Química e educação para a sustentabilidade: fundamentos e propostas curriculares para Timor-Leste (Martins et al., 2014)
- Sostenibilitat i materials: explorant els lligams entre producció d'energia i nous materials (Sapiña, 2014)
- Educació química i ciència de la sostenibilitat. Una nova i potent font de motivació per als estudiants (Vilches i Gil Pérez, 2014)

També és convenient parlar que el nombre de cursos i estudis de postgrau oferts sobre Química Verda per diferents universitats (De la Hoz, 2009) està augmentant. En aquests cursos es pretén que els estudiants adquireixen els coneixements bàsics dels principis de la Química Sostenible i de la seua aplicació als processos químics industrials, que coneguen les ferramentes i les àrees generals de treball de la Química Sostenible i pugen comprendre i valorar adequadament exemples de processos industrials on es compleixen els principis de la Química sostenible.

Un clar exemple el podem trobar pel que fa al Màster de Química Sostenible (<http://www.uv.es/posgrau/pdfDO/quimicasostenible.pdf>) ofert per la Universitat de València junt a altres universitats com la Universitat Jaume I de Castelló, la Universitat Politècnica de València, la Universitat d'Extremadura i la Universitat de Castilla la Mancha. El programa es troba impulsat per la Red Espanyola de Química Sostenible i rep el suport de la Plataforma Tecnològica de Química Sostenible. A més a més, el programa conta amb la Menció de Qualitat del Ministeri d'Educació i Ciència.

Una vegada hem vist quins són els principis bàsics de la Química Verda, així com les diferents aportacions i repercussions que ha tingut, en particular en l'educació, ens

centrarem a continuació en el paper de les mesures, en particular de les tecnològiques incloent les de la Química Verda, per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat.

2.5. Paper de la Química en les mesures necessàries per a la construcció d'un futur sostenible

Parlar de Química i Sostenibilitat pot semblar a algunes persones, malauradament, temes oposats i contradictoris, ja que veuen, com hem assenyalat abans, la Química com un agent de contaminació i degradació ambiental, plantejant-se: Com podem parlar de Química Verda? No és responsabilitat de la Química la gran quantitat de residus tòxics abocats a l'aigua, a l'atmosfera, sòls..? No són els químics, per exemple, els creadors dels compostos clorofluoro carbonats (CFC) que han estat a punt de destruir la capa d'ozó, els responsables de la pluja àcida, de les emissions de diòxid de carboni que està provocant el canvi climàtic? (Gil Pérez i Vilches , 2011).

En definitiva, no és la "sopa química" en la que vivim immersos la major causa de la degradació insostenible a la que estem sotmetent a la biosfera i que amenaça amb el col·lapse de les nostres societats (Diamond, 2006) i, inclús, amb una sexta gran extinció que arrasaria l'espècie humana (Broszimmer, 2005). Amb tot açò, com es pot parlar de Química Sostenible? No es tracta, podien dir algunes persones, d'una unió absurda de dos termes oposats i contradictoris?

Per tal de poder trencar amb aquestes visions deformades i actituds negatives cap a la Química, s'ha de fer veure que el plantejament d'aquestes qüestions corresponen a un estereotip simplista que és necessari qüestionar (Gil Pérez i Vilches , 2011). La llista de contribucions de la química al benestar humà seria com mínim similar a la dels efectes negatius. Però sobretot és necessari eixir al pas de l'atribució dels problemes actuals als quals s'enfronta la humanitat quasi exclusivament a l'activitat de la química i més en general, de la ciència i la tecnologia.

Quan ens referim als problemes als quals s'enfronta la humanitat es fa referència a comportaments ancestrals, hàbits arrelats relacionats amb la cerca de beneficis particulars, a curt termini, que impulsen l'extracció i l'ús dels recursos disponibles, sense preocupar-nos del seu possible esgotament, ni pel vessament de residus. Aquests hàbits no poden conduir més que a la destrucció dels recursos bàsics i a la degradació de medi ambient, entre altres problemes (Vilches i Gil, 2011).

Malgrat la gravetat de tots aquests problemes, la majoria dels ciutadans, incloent als científics i docents, ens comportem com si no fórem conscients de les conseqüències de les nostres accions ignorant així les nombroses crides dels científics i les institucions mundials sobre la greu situació en la que es troba el planeta.

Per tal de poder comprendre el paper de la química en l'avanç cap a la Sostenibilitat, és necessari en primer lloc, adquirir una visió global de quins són els problemes als quals ens enfrontem. A tall de resum s'exposaran els principals problemes als quals hem de fer front, sense oblidar que es tracta d'una situació a la qual hi ha que aproximar-se de forma holística i global, ja que els problemes es troben estretament vinculats, potenciant-se mútuament. D'una manera sintètica, recordant el que hem vist al capítol anterior, els problemes que caracteritzen aquesta situació d'emergència planetària els podem resumir així (Vilches i Gil-Pérez, 2003 i 2009; Vilches, Macías i Gil Pérez, 2014):

- 1) Una **contaminació** pluriforme i sense fronteres que enverina els sòls, rius i mars, amb seqüeles com la pluja àcida i la destrucció de la capa d'ozó o l'increment de l'efecte hivernacle, que apunta un perillós canvi climàtic global, que ja ha deixat de ser una hipòtesi de treball per a convertir-se en una preocupant realitat (Lynas, 2004; Oreskes, 2004; Duarte, 2006; Pearce, 2007; Duarte Santos, 2007; Sachs, 2008; Punter, Ochando i García, 2011) que amenaça en fer inhabitable el nostre planeta.
- 2) **L'esgotament i destrucció** (deguda, en bona mesura, a la contaminació) de tot tipus de **recursos**, des dels energètics als bancs de pesca, dels boscos, les

reserves d'aigua dolça... i el mateix sòl cultivable, donant lloc a una creixent desertització i pèrdua de diversitat biològica (Duarte Santos, 2007; Bovet et al., 2008).

- 3) Una **urbanització accelerada i desordenada** que potencia els efectes de la contaminació (generada pel transport, calefaccions, etc.) i l'esgotament dels recursos (amb la destrucció de terrenys agrícoles, l'augment del temps de desplaçament i el consegüent consum de recursos energètics) (Girardet, 2001; Worldwatch Institute, 2007; Burdet i Sudjic, 2008; Hayden, 2008).

- 4) La **degradació** generalitzada dels **ecosistemes** (boscors, praderies, glaceres i casquets polars, aiguamolls, esculls de coral...), degut a la contaminació i increment de l'efecte hivernacle, l'explotació intensiva, els incendis, la urbanització incontrolada, etc. (Worldwatch Institute, 1984-2017; Delibes i Delibes, 2005; Duarte Santos, 2007; Bovet et al., 2008). Una degradació que va acompanyada de l'augment de la freqüència i intensitat dels fenòmens extrems (sequeres, huracans, inundacions...), de pèrdua de biodiversitat (García i Martínez, 2010) i creixent desertització i que afecta particularment als milers d'essers vius que són víctimes d'una pobresa extrema.

- 5) A aquests canvis del medi físic s'afegeixen **desequilibris insostenibles** entre una cinquena part de la humanitat que consumeix sense control i milers de milions de persones que sofreixen fam i condicions de vida insuportables (Mayor Zaragoza, 2000; Sachs, 2005 i 2008; Sen i Kliksberg, 2007; Worldwatch Institute, 2010). Aquests desequilibris s'acompanyen de conflictes de tot tipus.

Per altra banda, també s'ha de tindre en compte quines són les causes que provoquen aquests problemes als quals la humanitat ha de fer front, ja que es troben associats a comportaments individuals i col·lectius que apareixen com a causes i conseqüències dels mateixos. A tall de resum podem referir-nos entre altres a:

1. Un creixement econòmic al servei d'interessos particulars a curt termini

Ens referim al que alguns denominen “els interessos econòmics” i que es concreta en una aposta per un creixement continu. Convé recordar, que des de la segona meitat del segle XX s’ha produït un creixement econòmic global sense precedents. Es parla d’un creixement exponencial accelerat (Brown, 1998; Vilches i Gil, 2003, capítol 7), ja que el creixement econòmic entre 1990 i 1997 va ser similar al que s’havia produït des de l’inici de la civilització fins 1950.

Aquest creixement econòmic va produir importants avanços socials com l’augment de l’esperança de vida, millorar la dieta alimentària... No obstant això, es sap (Vilches i Gil, 2007) que mentre els indicadors econòmics com la producció o la inversió han sigut, durant diversos anys, sistemàticament positius, els indicadors ambientals resultaven cada vegada més negatius, mostrant una contaminació sense fronteres i un canvi climàtic que amenaça a la biodiversitat i la pròpia supervivència de l’espècie humana. Estudis com el de Meadows sobre “els límits del creixement” (Meadows et al., 1972; Meadows, Randers, i Meadows, 2006) van establir l’estreta vinculació entre ambdós indicadors. Aquesta és la raó per la que avui parlem d’un creixement insostenible.

2. Hiperconsum de les societats desenvolupades

Aquest creixement econòmic continuat que hem parlat anteriorment es troba associat al problema de l’hiperconsum de les societats “desenvolupades”, i dels grups poderosos de qualsevol societat, que segueix creixent com si les capacitats de la Terra foren infinites (Brown i Mitchell, 1998; Folch, 1998; Vilches, Macías i Gil Pérez, 2014). A tall d’exemple, s’estima que els 20 països més rics del món han consumit aquest segle més matèries primeres i recursos energètics no renovables que tota la humanitat al llarg de la seua història i prehistòria (Vilches i Gil, 2003, capítol 8). Aquest consum elevat és estimulat per una publicitat agressiva la qual es dedica a crear necessitats i a provocar

modes efímeres i es tradueix en conseqüències molt greus per al medi ambient de tots, inclosos el dels països més pobres, que quasi no consumeixen.

3. El creixement demogràfic

El creixement demogràfic és una altra de les raons dels problemes als que ha de fer front la humanitat i les seues conseqüències per al medi ambient. Existeix una resistència en amplis sectors de la població a acceptar que el creixement de la població mundial representa avui en dia un greu problema (Engelman, 2012; Vilches, Macías i Gil Pérez, 2014). Inclús podem veure argumentacions contraries dient que “en el nostre país s’està produint un greu envelliment de la població que posa en perill el sistema de pensions, etc.” Aquest és un exemple de plantejament guiat per interessos particulars a curt termini que condueix a conclusions insostenibles (Almenar, Bono i García, 1998).

4. Desequilibris entre diferents grups humans i conflictes associats

L’hiperconsum insolidari i l’explosió demogràfica impedeixen satisfer les necessitats de la majoria de la població mundial, fet que es tradueix en desequilibris insostenibles (Vilches i Gil, 2007). Aquestes grans desigualtats, és a dir, l’existència d’una pobresa extrema que afecta a milers de milions d’éssers humans, agreujada pel procés de degradació ambiental, contribueix al mateix temps a l’explotació dels ecosistemes. No som únicament els consumistes del Nord qui degradem el planeta. Els habitants del Tercer Món es veuen obligats a contribuir a aquesta destrucció de la que són els principals i primeres víctimes. S’ha confirmat que existeix una relació directa i estreta entre els processos de desertificació (que produeixen fams) i els alçaments i revoltes populars en el món en desenvolupament (Delibes i Delibes, 2005).

Aquests desequilibris insostenibles es troben connectats amb altres problemes relacionats amb els conflictes i la violència. Segons Mayor Zaragoza (2000), les desigualtats extremes són també violència (Vilches i Gil, 2003, capítol 11). Una violència que genera al mateix temps més violència com: les guerres, el

terrorisme, el crim organitzat, les màfies, les pressions migratòries i l'activitat especuladora. Quan es parla de conflictes bèl·lics, convé recordar la desorbitant xifra de despesa militar mundial molt superior al ingressos globals de la meitat més pobra de la humanitat.

Vilches i Gil (2007) remarquen així que aquestes formes de violència es troben interconectades entre sí i amb la resta de problemes i les seues causes les quals s'han fet referència: des de l'hiperconsum o l'explosió demogràfica a la contaminació que està generant el Canvi Climàtic i la degradació de tots els ecosistemes. Tots es potencien mútuament i resulta il·lús pretendre resoldre aïlladament qüestions com el terrorisme, les migracions incontrolades o el Canvi Climàtic. La situació d'emergència planetària és el resultat d'un conjunt de problemes inseparables i açò és el que hem de tindre present per a plantejar les possibles mesures correctores.

Conèixer i comprendre els problemes i la seua gravetat és important per tal de trobar les solucions adients. Entre les mesures, el paper que juga la Química és i pot ser molt important, i convé prestar-li l'atenció necessària en l'ensenyament de la química, la qual cosa contribuirà no sols a mostrar una imatge més real de la química (Chamizo, 2011) sinó també a augmentar l'interès dels estudiants i a millorar l'aprenentatge.

A continuació s'exposaran a tall de resum les possibles mesures assenyalades pels experts per tal de fer front a la situació d'emergència planetària (Vilches i Gil, 2011; Vilches, Macías i Gil Pérez, 2014).

Algunes de les mesures científico-tecnològiques per a les necessitats bàsiques de la ciutadania proposades pels experts són:

1. Desenvolupament **d'energies netes** (solar, geotèrmica, eòlica, fotovoltàica...) sense oblidar que l'energia més neta és aquella que no s'utilitza; la generació distributiva o descentralitzada, que evite la dependència tecnològica que comporta la construcció de les grans plantes, donant pas a la Tercera revolució

Industrial (basada en l'ús de les energies renovables, en les tecnologies d'emmagatzematge amb base en el hidrogen i en xarxes elèctriques intel·ligents). Com assenyala Rifkin (2010): "esperem que aquesta Tercera Revolució industrial arribe a temps a frenar l'impacte que ha deixat l'era dels combustibles fòssils i les dos primeres revolucions industrials".

2. Increment de **l'eficiència dels processos per a l'estalvi d'energia** (peretes de baix consum o de díodes emissors de llum (led), biocatàlisis), en un escenari "negatiu" que trenqui el creixement imparabile en l'ús d'energia i gestió sostenible de l'aigua i d'altres recursos.
3. Desenvolupament de **tecnologies agràries sostenibles** (agricultures biològiques). Un desenvolupament rural pot millorar la formació i el benestar dels milers de persones que viuen en aquest medi, eradicant la pobresa extrema i evitant la seva migració cap a la marginació de la perifèria de les ciutats. A més a més amb el desenvolupament d'aquestes tecnologies agràries sostenibles es pot aconseguir una producció sostenible que assegure que tots els éssers humans tinguin accés als aliments que necessiten.
4. **Prevenió i tractament d'infermetats**: molt en particular les pandèmies com el SIDA, que està delmant la població de molts països africans, o les noves infermetats associades al desenvolupament industrial. El que es pretén es garantir els requeriments nutricionals bàsics de les generacions presents i futures fent que millori les seves condicions de vida.
5. **Reducció i prevenió de catàstrofes anunciades**. És tracta de previndre "destruccions anunciades" perfectament previsibles a través de l'aplicació sistemàtica del Principi de Precaució on es prima la seguretat de les persones i els ecosistemes.

6. **Paternitat i maternitat responsables** evitant els embarassos no desitjats i el creixement de la població per damunt de la capacitat de càrrega del planeta aconseguint així una cultura demogràfica sostenible.
7. **Regeneració de l'entorn, prevenció i reducció de la contaminació** ambiental amb la disminució i tractament dels residus per a minimitzar el seu impacte. Aquesta regeneració es pot aconseguir tenint en compte els principis de la química per a la Sostenibilitat, utilitzant tècniques, com per exemple, la biorremediació, basada en l'ús de plantes (fitorremediació), fongs (microrremediació), microorganismes o enzims per a reduir, degradar o immobilitzar productes orgànics nocius.
8. Investigant aplicant sempre el **Principi de Precaució**: Evitar accions que provoquen conseqüències negatives importants o irreversibles per a la salut o medi ambient.

Front aquesta situació d'autèntica emergència planetària s'han produït ja desenvolupaments científics i tecnològics importants i entre ells la Química Verda o Sustentable tenen un gran paper. La Química Verda i el seus principis, als quals ja ens hem referit, volen canviar tots aquests impactes negatius mitjançant el disseny i la innovació per tal de avançar cap el Desenvolupament Sostenible del planeta.

Ja ens hem referit en un apartat anterior als objectius i desenvolupaments en concret de la Química Verda. Podem referir-nos ara als directament dirigits cap a la construcció de societats sostenibles indicats, per exemple, Clark (1999) es refereixen entre altres a:

1. L'ús de matèries primeres alternatives. Ja hi ha molts nous avenços en aquest camp, però l'èmfasi en les matèries primeres renovables i un canvi dels combustibles fòssils és molt convenient per a la Sostenibilitat. Els materials utilitzats en la indústria química han de ser renovables i menys tòxics per els treballadors i el medi ambient.

2. L'ús de reactius menys perillosos. En l'actualitat hi ha dades suficients per a la toxicològica i de les propietats ecotoxicològiques a llarg termini de la majoria dels productes químics d'alt volum utilitzats per a la indústria. Els químics i tecnòlegs han d'orientar els seus esforços per utilitzar materials i reactius primers menys perillosos per a les rutes sintètiques de la producció de productes químics. S'han de triar substàncies menys tòxiques i canviar les seves tecnologies en conseqüència, per exemple, usant catalitzadors i noves tècniques sintètiques.

3. Ús dels processos naturals, com les tècniques biocatalítiques. Nous mètodes biosintètics han sigut desenvolupats en les últimes dècades; són mètodes més selectius, que utilitzen menys energia, temperatures més baixes, majors rendiments i la demanen matèries primeres que són menys tòxiques. La investigació en Química Verda en les últimes dècades ha reemplaçat molts mètodes vells i ha introduït alguns mètodes catalítics innovadors amb alts rendiments i menys generació de residus.

4. L'ús de dissolvents alternatius. Molts dissolvents, especialment policlorats i dissolvents aromàtics, es van fer servir durant dècades per les tècniques d'extracció en Química Orgànica. Alguns d'aquests dissolvents (per exemple el tetraclorur de carboni) van ser prohibits i alguns altres es troben restringits. Els químics utilitzen actualment dissolvents menys tòxics i els seus residus poden ser reciclats o descomposats a altes temperatures. La indústria química ha invertit en els nous dissolvents que són menys tòxics per als treballadors i els usuaris i es poden desintegrar més fàcilment sota condicions ambientals.

5. Disseny de productes químics i productes més segurs. Molts dels nous desenvolupaments en metodologies i proves toxicològiques milloren la nostra comprensió de la toxicitat i els seus mecanismes en la producció de nous productes químics. La metodologia Quantitative Structure-Activity Relationships, QSARs, es pot utilitzar per estudiar l'estimació de la toxicitat, carcinogenicitat o una altra propietat toxicològica d'una nova substància.

Gràcies a la Química Verda i els seus principis la majoria dels nous productes químics tenen molt baixa toxicitat i són menys agressius per al medi ambient.

6. Desenvolupament de condicions de reacció alternatives. En els últims anys hi ha moltes més rutes alternatives o "més verdes" degudes a les tècniques de millora substancialment del rendiment del producte, l'estalvi d'energia i minimitzar el malbaratament. Les reaccions fotoquímiques, microones i ultrasons, reaccions utilitzant aigua com a dissolvent, reaccions catalítiques, etc. , són algunes de les noves tècniques en la síntesi de productes químics.

7. Reduir al mínim el consum d'energia. Aquest és un objectiu molt important tenint en compte l'estalvi d'energia i el problema del canvi climàtic que s'ha convertit en un problema ambiental global. La indústria química ha invertit prou recursos per reduir la demanda d'energia amb innovacions i els canvis en les reaccions sintètiques (temperatures més baixes, reduint passos). La Química Verda està molt interessada de contribuir mitjançant la investigació per minimitzar el consum d'energia en cada pas del procés industrial.

Com s'ha dit anteriorment, les mesures es deuen contemplar globalment, encara que com hem vist són molt importants, no té sentit abordar la problemàtica únicament amb mesures científico-tecnològiques ja que no és suficient; es necessiten també mesures educatives així com mesures polítiques i econòmiques.

Es vol remarcar que, entre les **mesures educatives**, és imprescindible incorporar l'educació per a la Sostenibilitat com un objectiu clau en la formació dels futurs ciutadans i ciutadanes i fer comprendre la necessitat d'accions que contribueixen a un futur sostenible i podem dir ja a un present sostenible en els diferents àmbits: consum responsable, activitat professional i acció ciutadana. És necessària la modificació de les actituds i comportaments ajudant a posar en practica tot allò que tots podem fer en els diferents àmbits (Vilches i Gil, 2011).

En essència es proposa impulsar una educació solidària que ajude a superar la tendència a orientar el comportament en funció dels interessos particulars a curt termini, o del simple costum, que contribueixi a una correcta percepció de l'estat de món, que genere actituds i comportaments responsables i que prepare per a la presa de decisions fonamentades (Aikenhead, 1985; Bybee, 1991; Mayor Zaragoza, 2000; Hodson, 2003 i 2011; Gavídia, 2004 i 2008; Sachs 2005 i 2008) dirigides a l'assoliment d'un desenvolupament culturalment plural i físicament sostenible (Delors, 1996; Novo, 2006; Cortina i Pereira, 2009; Aznar i Ull, 2009).

Per tant, es precisa una educació que ajude a:

- Contemplar els problemes ambientals i del desenvolupament en la seua globalitat, tenint en compte les seues repercussions a curt, mig i llarg termini, tant per a una col·lectivitat donada com per al conjunt de la humanitat i el nostre planeta.
- Comprendre que no és sostenible un èxit que exigeixi el fracàs d'altres.
- Transformar, en definitiva, la interdependència planetària i la mundialització en un projecte plural, democràtic i solidari (Delors, 1996), que oriente l'activitat personal i col·lectiva en una perspectiva sostenible, que respecte i potencie la riquesa que representa tant la diversitat biològica com la cultural (Vilches i Gil Pérez, 2011).

D'altra banda, s'ha comprés que no és suficient amb plantejar les tecnologies per a la Sostenibilitat o una educació per a la Sostenibilitat, sinó que són precises també **mesures polítiques** que promoguen les auditories ambientals, la protecció de la diversitat biològica i cultural, la promoció de tecnologies sostenibles a través de polítiques de I+D, una fiscalitat verda que penalitze els consums i actuacions contaminants, etc.

Es precisa per tant, una integració planetària capaç d'impulsar i controlar les necessàries mesures "glocals", en defensa del medi i de les persones per tal de reduir

el impacte socioambiental de les activitats humanes abans que el procés de degradació siga irreversible (Vilches i Gil Pérez, 2003).

Els greus problemes als que hem de fer front exigeixen, per tant, institucions locals i globals, és a dir, glocals, plenament democràtiques, que posen fre a la degradació, tant física com cultural de la vida en el nostre planeta. Es precisa, entre altres coses (Vilches i Gil Pérez, 2011):

- Una legislació per a la protecció del medi ambient a nivell local i planetari
- Acords vinculants per tal d'eradicar la pobresa extrema
- Garantir el respecte de la diversitat, biològica i cultural
- La universalització dels Drets Humans, com a objectiu i requisit d'un futur sostenible
- ...

Aquesta ha sigut una breu descripció de les mesures necessàries i dels canvis més importants que està realitzant el camp de la Química Verda en els processos industrials que estan millorant l'eficiència, estalviant energia, minimitzant el malbaratament i produint productes més segurs i amb menys impactes ambientals.

A tall de resum, en aquest capítol s'ha volgut ressaltar la importància de la Química Verda i dels seus orígens. S'ha parlat dels seus antecedents com la Química Ambiental i l'amplia relació del l'aparició del concepte de Sostenibilitat a l'informe Brundtland amb el naixement de la Química Verda com a camp de coneixement disciplina. A més a més s'han explicat quins són els 12 principis que la sustenten, així com les aportacions que s'estan fent actualment en aquest camp i les seues perspectives de futur.

A continuació al següent capítol es plantejaran i fonamentaran les hipòtesis que orienten aquest treball.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES CAPÍTOL 2

- Aguilar, S. (1997). El reto del medio ambiente. Conflictos e intereses en la política medioambiental europea. Madrid: Alianza Editorial.
- Aikenhead, G. S. (1985). Collective decision making in the social context of science, *Science Education*, 69(4), 453-475.
- Almenar, R., Bono, E. i García, E. (1998). *La sostenibilidad del desarrollo: El caso valenciano*. Valencia: Fundació Bancaixa.
- Altava-Benito, B., Burguete-Azcárate, M. I., i Luis-Lafuente, S. V. (2013). Educación cooperativa en Química Verde: La experiencia española, *Educación Química*, 24(1), 132-138.
- Alves Porto, P., Corio, P., Maximiano, F.A. i Fernandez, C. (2009). Química Ambiental e Química Verde no conjunto do conhecimento químico: concepções de alunos de graduação em Química da Universidade de São Paulo, *Educación Química*, 20(4), 398-404.
- Anastas, P. i Warner, J. (1998). *Green Chemistry: Theory and Practice*. New York: Oxford University Press.
- Ávila Zárraga, J.G. (2009). Síntesis fotoquímica mediante luz solar, *Educación Química*, 20(4), 426-432.
- Aznar, P. i Ull M.A. (2009). La formación de competencias básicas para el Desarrollo Sostenible: el papel de la universidad, *Revista de Educación*, Núm. extra, MEC, 219-239.
- Bass, R.E., Herson, A.I. (1993) *Mastering NEPA: a step-by-stemp approach*. California: Press Books.
- Bovet, P., Rekecewicz, P., Sinaï, A. i Vidal, A. (2008). *Atlas Medioambiental de Le Monde Diplomatique*. París: Cybermonde.
- Broszimmer, F. J. (2005). *Ecocidio. Breve historia de la extinción en masa de las especies*. Pamplona: Laetoli.
- Brown, L. R. (1998). El futuro del crecimiento. En The Worldwatch Institute, *La situación del mundo*. Barcelona: Icaria.
- Brown, L. R. i Mitchell, J. (1998). La construcción de una nueva economía. En Brown, L. R., Flavin, C. y French, H. *La situación del mundo 1998*. Barcelona: Ed. Icaria.
- Brown, T., Le May, H. i Bursten, B. (2004). *Química, La ciencia central*, novena edición en español. México: Prentice Hall.
- Burdet, R. i Sudjic, D. (2008). *The Endless City*. London: Phaidon.
- Bybee, R. W. (1991). Planet Earth in crisis: how should science educators respond? *The American Biology Teacher*, 53 (3), 146-153.
- Carson, R. (1962). *Silent Spring*. Boston, USA: Houghton Mifflin.
- Chamizo, J.A. (2011). La imagen pública de la Química, *Educación Química*, 22(4), 320-331.
- Clark J.H. (1999). Green Chemistry: challenges and opportunities, *Green Chemistry*, 1(1), 1-8.

- Comissió Mundial del Medi Ambient i del Desenvolupament (1988). *Nuestro Futuro Común*. Madrid: Alianza.
- Cortina, A. i Pereira, G. (2009) (Eds.). *Pobreza y libertad. Erradicar la pobreza desde la perspectiva de Amartya Sen*. Madrid: Tecnos.
- De la Hoz, A. (2009). Los estudios de postgrado en química sostenible en España, *Educación Química*, 20(4), 405-411.
- Delibes, M. i Delibes de Castro, M. (2005). *La Tierra herida. ¿Qué mundo heredarán nuestros hijos?* Barcelona: Destino.
- Delors, J. (Coord.) (1996). *La educación encierra un tesoro. Informe a la Unesco de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI*. Madrid: Santillana. Ediciones Unesco.
- Diamond, J. (2006). *Colapso*, Barcelona: Debate.
- Doria Serrano, M.C. (2009). Química Verde: un nuevo enfoque para el cuidado del medio ambiente, *Educación Química*, 20(4), 412-420.
- Duarte, C. (Coord.) (2006). *Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. Madrid: CSIC.
- Duarte Santos, F. (2007). *Qué Futuro? Ciência, Tecnologia, Desenvolvimento e Ambiente*. Lisboa: Gradiva.
- Engelman, R. (2012). Nueve estrategias para no alcanzar una población de 9000 millones. En Worldwatch Institute, *La situación del mundo 2012. Hacia una prosperidad sostenible*. Barcelona: Icaria.
- Fernández de Goes, L., Leal, S. E., Corio, P. i Fernandez, C. (2013). Aspectos do conhecimento pedagógico do conteúdo de química verde em professores universitários de química, *Educación Química*, 24, Núm.Extraord., 113-123.
- Folch, R. (1998). *Ambiente, emoción y ética*. Barcelona: Ed. Ariel.
- Folke, C. (2013). Respetar los límites del planeta y recuperar la conexión con la biosfera. En Worldwatch Institute, *The State of the World 2013: Is Sustainability Still Possible?* New York: W.W. Norton. Capítulo 2.
- García, J. i Martínez, F.J. (2010). Cómo y que enseñar de la biodiversidad en la alfabetización científica, *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 28(2), 175-184.
- Garritz, A. (2009). Química Verde y reducción de riesgos, *Educación Química*, 20(4), 394-397.
- Gavídia, V. (2004). La escuela promotora de salud y sostenibilidad. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 18, 65-80.
- Gavídia, V. (2008). Las actitudes en la educación científica, *Revista Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 22, 53-66.
- Girardet, H. (2001). *Creando ciudades sostenibles*. Valencia: Tilde.

- Gonell, F., Puga, A. V., Julian-Lopez, B., García, H., Corma, A. (2016) Copper-doped titania photocatalysts for simultaneous reduction of CO₂ and production of H₂ from aqueous sulfide, *Applied Catalysis*, 180, 263-270.
- González, M. L. i Valea, A. (2009). El compromiso de enseñar química con criterios de sostenibilidad: la Química Verde, *Educació Química*, 20(2), 48-52.
- Hayden, T. (2008). *El estado del planeta*. National Geographic España. Madrid: RBA.
- Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future, *International Journal of Science Education*, 25 (6), 645-670.
- Hodson, D. (2011). *Looking to the Future. Building a Curriculum for Social Activism*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Hutzinger, O. (1982). *The Handbook of Environmental Chemistry*. Berlin: Springer-Verlag.
- León Cedeño, F. (2009). Implementación de algunas de las técnicas de la Química Verde (o química sustentable) en docencia, *Educación Química*, 20(4), 441-446.
- López Nieto, J. M. (2011). *La Química Verde*. CSIC. Madrid: Editorial Catarra
- Lynas, M. (2004). *Marea alta. Noticia de un mundo que se calienta y cómo nos afectan los cambios climáticos*. Barcelona: RBA.
- Martins, I., Pedrosa, M^a. A., Ferreira, A. J. i Simoes, M^a. O. (2014). Química e educação para a sustentabilidade: fundamentos e propostas curriculares para Timor-Leste, *Educació Química*, 17, 20-29.
- Marzo Rojas, I. (2010). Efecto del tipo y contenido de aceites esenciales sobre las propiedades mecánicas y barrera de películas comestibles basadas en zeína. Trabajo final de carrera de. Universidad Pública de Navarra.
- Mayor Zaragoza, F. (2000). *Un mundo nuevo*. Barcelona: UNESCO/Círculo de lectores.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J. i Behrens, W. (1972). *Los límites del crecimiento*. Madrid: Fondo de Cultura Económica.
- Meadows, D. H., Randers, J. i Meadows, D. L. (2006). *Los límites del crecimiento 30 años después*. Barcelona, España: Galaxia Gutemberg.
- Meneses, J., Corrales, C. i Valencia, M. (2007). Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca, *Revista Escuela de Ingeniería de Antioquía*, num 8, 57-67.
- Mestres, R. (2013). Química Sostenible: Naturaleza, fines y ámbito, *Educación Química*, 24, núm. extraordinario, 103-112.
- Mono M.S, Zvi S. i Ronald M.P. (1999). Microscale Chemistry and Green Chemistry: Complementary Pedagogies, *Journal of Chemical Education*, 70(12), 1684-1686.
- Montagut, P., Nieto, E. i Sansón, C. (2006). Química Verde y microescala: por un futuro mejor, *Alambique*, núm. 47, 86-94.

- Montes-Navajas, P., Serra, M., Corma, A. i García, H. (2014). Contrasting photocatalytic activity of commercial TiO₂ samples for hydrogen generation, *Catalysis Today*, 225, 52-54.
- Mora Ticó, P. (2012). El moviment ecologista a Catalunya: el seu origen, evolució i inserció a la societat catalana. Tesis Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Novo, M. (2006). *El desarrollo sostenible. Su dimensión ambiental y educativa*. Madrid: UNESCO-Pearson.
- Oreskes, N. (2004). The Scientific Consensus on Climate Change, *Science*, 306 (5702), 1686.
- Orr, D. W. (2013). Gobernanza durante la emergencia de larga duración. En Worldwatch Institute, *The State of the World 2013: Is Sustainability Still Possible?* New York: W.W. Norton. (Versió en castellà con el títol “¿Es aún posible lograr la Sostenibilidad?”, editada en Barcelona por Icaria). Capítol 26.
- Pearce, F. (2007). *La última generación. Benasque*, Huesca: Barrabes Editorial.
- Prieto, J. (2014). Actualización del currículum en educación química: la importància de la luz solar en nuestra vida, *Educació Química*, 17, 12-19.
- Punter, P., Ochando, M. i García, J. (2011). Spanish Secondary School Students' Notions on the Causes and Consequences of Climate Change, *International Journal of Science Education*, 33(3), 447-464.
- Rifkin, J. (2010). *La civilización empática. La carrera hacia una conciencia global en un mundo en crisis*. Barcelona: Paidós.
- Sachs, J. (2005). *El fin de la pobreza. Cómo conseguirlo en nuestro tiempo*. Barcelona: Debate.
- Sachs, J. (2008). *Economía para un planeta abarrotado*. Barcelona: Debate.
- Sapiña, F. (2014). Sostenibilitat i materials: explorant els lligams entre producció d'energia i nous materials, *Educació Química*, 17, 30-36.
- Sastre, F., Puga, A. V., Liu, L., Corma, A. i García, H. (2014). Complete Photocatalytic Reduction of CO₂ to Methane by H₂ under Solar Light Irradiation, *Journal of the American Chemical Society*, 136 (19), 6798–6801
- Sen, A. i Kliksberg, B. (2007). *Primero la gente*. Barcelona: Deusto.
- Soledad Mansilla, D., Celeste Muscia, G. i Ariel Ugliarolo, E. (2014). Una fundamentación para la incorporación de la Química Verde en los currículos de Química Orgánica, *Educación Química*, 25(1), 56-59
- Spanevello, R.A., Suárez, G.A. i Sarotti, M.A. (2013). Fuentes alternativas de materia prima, *Educación Química*, 24, núm. extraordinario, 124-131.
- Stanley E. (2007). *Introducción a la química ambiental*. Barcelona: Editorial Reverté.
- Succaw, G.L. i Doxsee, K.M. (2009). Síntesis de un benzofurano mediante catàlisis por platino. Estudio de un caso de desarrollo de un experimento de Química Verde, *Educación Química*, 20(2), 433-440.

- Summertone, L., Hunt, A. i Clark, J. (2013). Green Chemistry for Postgraduates, *Educación Química*, 24, núm. Extraordinario, 150-155.
- Talanquer, V. (2014). Desarrollando pensamiento químico en contextos sociales y ambientales, *Educación Química*, 17, 4-11.
- UNESCO (2012). *Aportes de la Química al mejoramiento de la calidad de vida*, Montevideo.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (1980). *World Conservation Strategy. Living Resource Conservation for Sustainable Development*, accesible en <http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/WCS-004.pdf>
- Velasco Bejarano, B., Delgado, F., Arroyo, G., Penieres, G., Martínez, J.O., Noguez Córdova, O. i Miranda Ruvalcaba, R. (2009). Irradiación infrarroja: nueva manera para activar reacciones, un acercamiento al protocolo de la Química Verde, *Educación Química*, 20(4), 421-425.
- Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press.
- Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2007). Emergencia planetaria: necesidad de un planteamiento global, *Educación Siglo XXI*, 25, 19-50.
- Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2009). Una situación de emergencia planetaria a la que debemos y podemos hacer frente, *Revista de Educación*, núm. extraordinario 2009, 101-122.
- Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2011). Papel de la Química y su enseñanza en la construcción de un futuro sostenible, *Educación Química*, 22(2), 103-116.
- Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2013). Ciencia de la Sostenibilidad: Un nuevo campo de conocimientos al que la química y la educación química están contribuyendo, *Educación Química*, 24(2), 199-206.
- Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2014). Educació química i Ciència de la Sostenibilitat. Una nova i potent font de motivació per als estudiants, *Educación Química*, 17, pp.37-44.
- Vilches, A., Macías, O. i Gil-Pérez, D. (2014). La transición a la Sostenibilidad. Un desafío urgente para la ciencia, la educación y la acción ciudadana. Temas clave de reflexión y acción. Madrid: OEI. ISBN 978-84-7666-204-5
- Worldwatch Institute (1984-2017). *The State of the World*. New York: W.W. Norton.
- Worldwatch Institute (2007). *State of the World 2007: Our urban Future*. New York: W.W. Norton.
- Worldwatch Institute (2010). *La situación del mundo 2010. Cambio cultural. Del consumismo hacia la sostenibilidad*. Barcelona: Icaria.

Referències web

<http://www.suschem-es.org/2013/index.asp#.VVInfvntmko> (Visitat 22/08/2017)

<http://portal.unesco.org/es/ev.php->

[URL_ID=13055&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=13055&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html) (Visitat 22/08/2017)

<http://web.archive.org/web/20110901233340/http://www.cites.org/eng/disc/what.shtml>
(Visitat 22/08/2017)

http://www.inecc.gob.mx/descargas/ai/con_105.pdf (Visitat 22/08/2017)

<http://www.uv.es/posgrau/pdfDO/quimicasostenible.pdf> (Visitat 22/08/2017)

<http://euchems-seville2016.eu/> (Visitat 22/08/2017)

http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/l28060_es.htm
(Visitat 22/08/2017)

<http://www.epa.gov/compliance/basics/nepa.html> (Vistat 22/08/2017)

<http://www.8gcc.unizar.es/Committees.html> (Visitat 22/08/2017)

<http://www.icq.uia.mx/webicq/eventos.htm> (Visitat 22/08/2017)

<http://www.quimicaysociedad.org/>(Visitat 22/08/2017)

<http://itq.upv-csic.es/> (Visitat 22/08/2017)

<https://quimicasostenible.wordpress.com/> (Visitat 22/08/2017)

http://www.feique.org/wp-content/uploads/2016/10/informe_rse_2013-download41-informe-rse-2013.pdf (Visitat 22/08/2017)

<http://www.rsc.org/> (Visitat 22/08/2017)

<http://www.greenchemistrynetwork.org/> (Visitat 22/08/2017)

<http://www.iupac.org/> (Visitat 22/08/2017)

<http://portal.unesco.org/es/> (Visitat 28/08/2017)

<http://blogs.iec.cat/scq/2016/09/22/jornada-sobre-processos-quimics-sostenibles/> (Visitat 22/08/2017)

<http://abcchem.org/> (Visitat 31/07/2017)

http://www.mapama.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/proteccion-internacional-mar/convenios-internacionales/convenio_de_barcelona.aspx (Visitat 31/07/2017)

(<http://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/convenios-internacionales/ce-conv-int-berna.aspx>) (Visitat 31/07/2017)

http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/pol-med/iniciativas_internacionales.aspx (Visitat 31/07/2017)

(http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/act-emis/normativa_agotadoras_capa_ozono.aspx) (Visitat 31/07/2017)

<http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/naciones-unidas/protocolo-kioto.aspx> (Visitat 31/07/2017)

CAPÍTOL 3

HIPÒTESIS QUE ORIENTEN LA INVESTIGACIÓ I EL SEU FONAMENT TEÒRIC

El capítol anterior ha estat dedicat a la Química Verda i la seua importància. S'ha parlat dels seus antecedents com la Química Ambiental i l'amplia relació de l'aparició del concepte de Sostenibilitat a l'informe Brundtland amb el naixement de la Química Verda com a nou camp de la Química i disciplina. S'han analitzat quin són els 12 principis que sustenten la Química Verda, així com les aportacions que està fent actualment i les seues perspectives de futur. Finalment s'ha remarcat la importància de les mesures tecno-científiques en particular de la Química Verda en l'educació en ciències per a la construcció d'un futur sostenible.

Per tal de poder posar en pràctica mesures efectives per al tractament d'aquesta situació problemàtica és necessari que el conjunt de la ciutadania tinga una correcta percepció de la situació del món i de les possibilitats d'actuació. I és ací, on l'educació, i en aquest context la Química, i els docents, tenim un paper fonamental ja que hem de contribuir a la formació de ciutadans profundament interessats i actius amb la Sostenibilitat del seu món. Els estudiants han de comprendre com les accions humanes afecten a la salut del nostre planeta (Geli, Junyent i Sánchez, 2004).

3.1 Hipòtesis que orienten la investigació

Com ja hem assenyalat, Nacions Unides, durant la Primera Cimera de la Terra (Rio, 1992), realitzaren una crida als educadors de tots els camps i nivells, tant de l'educació formal com de la no reglada, perquè contribuïrem a formar ciutadans i ciutadanes conscients de l'actual situació d'emergència planetària i preparats per a participar en la presa de decisions. Anteriorment a la crida de Rio 1992, s'havien produït altres crides des de la Conferència de

Nacions Unides sobre el Medi Ambient Humà (Estocolm, 1972), sense que la immensa majoria dels educadors s'haguessin assabentat, i això malgrat l'existència de nombrosos equips i centres especialitzats en educació ambiental i la creixent presa de consciència, pels sectors socials més dinàmics, de l'extrema gravetat dels problemes, estretament relacionats, als quals s'encara la humanitat.

La crida de la Cimera de Rio, malgrat el seu major impacte mediàtic tampoc va aconseguir la necessària implicació del conjunt dels educadors en el tractament de la situació del món com a problema prioritari de l'activitat de docència i/o recerca en el camp de l'educació científica.

I és per aquest fet, que 10 anys després, a la Segona Cimera de la Terra (Johannesburg, 2002), es va comprendre la necessitat d'una campanya intensa i de llarga durada. Va sorgir així la idea d'una Dècada de l'Educació per un Futur Sostenible, amb el propòsit d'aconseguir la implicació de la generalitat dels educadors en la formació d'una ciutadania conscienciada de la situació del planeta i a més preparada per a la necessària presa de decisions (Resolució 57/254, aprovada el 20 de desembre de 2002 per l'Assemblea General de Nacions Unides). Per tant a partir de l'1 de Gener de 2005, es proclama el començament de la Dècada de les Nacions Unides de l'Educació per al Desenvolupament Sostenible com a resultat de la importància donada per els experts en Sostenibilitat al paper de l'educació.

Passada aquesta dècada, Nacions Unides ha posat en funcionament un *Programa d'Acció Global* amb el mateix objectiu d'impulsar la necessària i encara possible transició cap a la Sostenibilitat. Aquest programa (GAP per les seves sigles en anglès, *Global Action Programme*) aprofita els èxits aconseguits amb la Dècada, amb la finalitat de seguir impulsant el compromís internacional de fomentar l'Educació per un Desenvolupament Sostenible (EDS) i ha sigut concebut mitjançant un procés d'àmplies consultes que han reforçat el seu interès i viabilitat (<http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002310/231074s.pdf>).

Ha sorgit per a impulsar de manera urgent la transició cap a la Sostenibilitat, perquè ara sabem, millor que al 2005, com donar resposta a aquesta problemàtica sistemàtica: la comunitat científica ha aprofundit en les mesures necessàries, però insistint en què hem

d'aplicar-les amb urgència, ja que el temps per a frenar la degradació s'esgota i perquè està en les nostres mans començar a construir societats sostenibles, no sols com a promesa de futur, sinó com a millora necessària del present. Per tant, és precís, que tota l'educació, tant la formal com la no reglada, contribueixin a proporcionar a la ciutadania una percepció correcta dels problemes i a fomentar actituds i comportaments favorables a la transició a la Sostenibilitat. Aquest va ser l'Objectiu de la dècada de l'Educació per a la Sostenibilitat i ha de ser-ho també, del Programa d'Acció Global que al 2015 s'ha iniciat. (<http://www.oei.es/decada/boletin101.php>; Vilches i Gil Pérez, 2011).

En els capítols anteriors ens hem referit ja a la necessitat d'un conjunt de mesures relacionades i en particular a l'important paper que en elles deu jugar la Química per a la Sostenibilitat, així com a les preguntes a les quals intentem donar resposta en aquesta investigació. Pensem que el seu tractament en l'educació és essencial entre altres coses, com ja hem assenyalat, per a afavorir l'interès dels estudiants cap a la Química a la vegada que podem contribuir a la seua necessària implicació en la solució de la problemàtica socioambiental i en una millor actitud cap a la química i el seu ensenyament.

La finalitat d'aquest treball està encaminada, entre d'altres, a ressaltar la importància que té la Química Verda per tal de contribuir a resoldre aquests problemes ja mencionats, i per tant, la rellevància que té el seu tractament en l'ensenyament de la Química. No obstant això, pensem que en general l'educació científica no està prestant una adequada atenció a la situació del món. Per això dins d'aquesta línia d'Educació per a la Sostenibilitat orientem la nostra investigació exposant com a primera hipòtesi de treball:

Malgrat la seua importància per a contribuir a resoldre els problemes socioambientals als quals ha de fer front la humanitat, l'educació científica no està prestant l'atenció adequada a les aportacions de la Química Verda.

Aquesta serà la nostra primera hipòtesi de treball, la qual tractarem de fonamentar al llarg d'aquest capítol. Però, abans, és necessari afegir que aquest treball no pot acabar ací amb l'anàlisi de la situació actual assenyalant les seues possibles deficiències, sinó que hem d'anar més enllà, ja que l'objectiu principal és contribuir a remarcar la importància que té la

Química Verda en l'educació i com pot ser una ferramenta útil per tal de formar ciutadans conscients de la situació d'emergència que afecta a tot el planeta i de la urgència d'actuar, així com serà una ferramenta útil per tal de millorar l'aprenentatge i les actituds dels estudiants cap a la Química. Aquests fets ens porten a plantejar-nos una segona hipòtesi de treball, segons la qual:

L'atenció en l'educació a la Química Verda i el seu paper en la solució dels problemes socioambientals, mitjançant l'elaboració i posada a prova de materials i estratègies adequades, pot contribuir a implicar als estudiants en la construcció d'un present i futur sostenibles, augmentant el seu interès cap a la química i millorant el seu aprenentatge.

Tot seguit passem a fonamentar les dues hipòtesis de treball. I encara que dedicarem un apartat a cadascuna d'elles, las raons en les quals els recolzarem per a la seua fonamentació estan, com es podrà apreciar, estretament vinculades.

Per tal de realitzar la fonamentació de la primera hipòtesi s'ha acudit a fonts bibliogràfiques procedents de la investigació en didàctica de les ciències que fan referència a aportacions de camps estretament vinculats com:

- Importància de l'alfabetització científica
- L'atenció a les relacions CTSA
- L'atenció a la situació d'emergència planetària i a les mesures que es deuen adoptar
- Les concepcions i visions cap a la química
- Les orientacions del procés d'ensenyament i aprenentatge de les ciències consensuades en la investigació

3.2 Fonamentació de la primera hipòtesi

Per a fonamentar la primera hipòtesi, que recordem fa referència a l'escassa atenció que l'ensenyament de les ciències i de la química en particular està prestant a la Química Verda, anem a centrar-nos, com hem dit, en les aportacions de la investigació didàctica de les

ciències, començant per la importància de l'alfabetització científica i els obstacles amb els quals ens trobem per aconseguir aquest objectiu educatiu.

3.2.1. Importància de l'alfabetització científica

L'expressió "d'alfabetització científica" és un terme que en les últimes dècades ha adquirit una gran rellevància en l'àmbit de l'educació. Els antecedents de l'alfabetització científica, com a finalitat educativa, tenen una història dilatada en l'educació d'alguns països, que es remunta a finals del segle passat (Bybee, 1997; Gil et al., 1998; Chun et al., 1999; De Boer, 1997; Oliver et al., 2001, Olmedo Estrada, 2011).

Aquesta expressió va ser utilitzada per primera vegada per Paul De Hard Hunrd a finals dels 50. Des d'aquell moment, ha estat utilitzada per molts experts en l'àmbit de l'educació degut a que va anar adquirint rellevància en els debats desenvolupats al voltant de l'orientació que devia donar-se a l'educació científica (Bybee, 1997). A partir dels anys 90, l'alfabetització científica passa a ser, en el camp de la didàctica de les ciències, un terme molt utilitzat per a expressar els principals propòsits de l'educació científica per al conjunt de la ciutadania (Bybee, 1997).

L'alfabetització científica s'erigeix actualment com una meta prioritària dins de l'educació bàsica de totes les persones (Acevedo, 2004). No obstant això, la consecució de tal propòsit està encara lluny de ser aconseguit en una part important de països. En el context europeu donen bona prova d'això els informes de Rocard et al. (2007) i el de la fundació Nuffid (Dillon, 2009).

A Espanya, la qüestió és encara més preocupant si cap (García-Carmona, Criado i Cañal, 2014). El nivell de competència científica dels alumnes espanyols, segons les últimes avaluacions PISA, se situa per sota de la mitjana dels països de l'OCDE. Com assenyalen alguns autors, a més a més, el Projecte PISA constitueix un instrument potencialment valuós per a la millora de l'aprenentatge, l'ensenyament i els currículums, que fins el moment ha estat desaprofitat (Gil Pérez i Vilches, 2006; Vilches i Gil Pérez, 2010).

A conseqüència d'això, la Confederació de Societats Científiques d'Espanya (COSCE) ha publicat l'informe ENCIENDE (2011) (http://www.cosce.org/pdf/Informe_ENCIENDE.pdf), on adverteix de la urgent necessitat d'impulsar una adequada educació científica des dels 3 anys d'edat. Això requereix, indefectiblement, l'atenció i millora d'una diversitat d'aspectes relatius a la ciència escolar des del 2n cicle d'infantil (3-6 anys). I és que aquesta etapa educativa és fonamental en l'aproximació inicial dels escolars a les perspectives científiques sobre la realitat (Cañal, 2006; Spektor-Levy, Kesner i Mevarech, 2013).

Nombrosos especialistes en didàctica de les ciències de tot el món (Bybee, 1997; Gil et al., 1998; De Boer, 1997 i 2000; Acevedo Díaz et al., 2003; Acevedo, 2004; Gil Pérez i Vilches, 2001 i 2004b; Olmedo Estrada, 2011) estan promovent com a finalitat central de l'ensenyament de les ciències l'alfabetització científica i tecnològica de la ciutadania. Per tal de justificar-ho, solen apel·lar a motius socioeconòmics, culturals, d'autonomia personal, pràctics d'utilitat per a la vida quotidiana cívics i democràtics per a la participació social en les decisions sobre molts assumptes d'interès públic relacionats amb la ciència i la tecnologia, etc. (Fourez, 1997; Sjøberg, 1997). La necessitat de proporcionar coneixements científics a tots els estudiants converteix l'educació científica en una part essencial de l'educació general i aproxima la denominació *alfabetització científica a la ciència per a tots*.

No obstant això, en general l'educació científica no està aconseguint interessar a la ciutadania per la cultura científica, ni se'ls està mostrant que aquesta cultura pot aportar a la seua formació, independentment que continuen amb estudis científics o no. Com estan posant de manifest nombroses investigacions, els alts índex de fracàs i la falta d'interès o inclús, en ocasions, el rebuig cap als estudis científics, estan obstaculitzant l'alfabetització científica del conjunt de la ciutadania (AAAS, 1990 i 1993; Bybee i De Boer, 1994; Bybee, 1997; Giel et al., 1998; De Boer, 1997 i 2000; Solbes i Vilches, 1997; Marco, 2000 i 2004; Caamaño i Vilches, 2001; Gil i Vilches, 2004 a i b; Izquierdo, 2006a) i estan afectant també a la formació dels científics i tecnòlegs del futur, ja que aquest fracàs en l'assoliment de l'alfabetització científica es tradueix en la falta de candidats per a prosseguir estudis científics en les etapes no obligatòries (Zamora, 2005; Pérez, 2005; OCDE, 2006; Rocard et al., 2007; Carrascosa et al., 2008).

Però, per què l'alfabetització científica constitueix un problema en l'educació actual? Quins són els obstacles que estan dificultant l'alfabetització científica del conjunt de la ciutadania? Entre altres en referirem als següents:

- Creença que les matèries científiques no es troben a l'abast de tots:

La investigació en didàctica revela que entre els professors de ciències es troba molt estesa la idea de que les matèries científiques no es troben a l'abast de tots, i per tant una avaluació ben plantejada posarà de manifest el fracàs inevitable d'un important percentatge d'alumnes (Gil i Martínez Torregrosa, 1987; Solbes et al., 2004; Izquierdo, 2006a; Vázquez i Manassero, 2008).

Aquestes expectatives negatives es troben també molt arrelades entre els alumnes, que assumeixen com a inevitables aquests índexs de fracassos i que acaben utilitzant-los com a justificació de l'abandonament dels estudis científics quan tenen opció de fer-ho.

Es tracta de concepcions molt esteses entre la població en general que, per una altra banda, es troba poc satisfeta amb el seu nivell de formació sociotècnica, de forma que cada vegada hi ha més persones que pensen que el coneixement científic aprés és poc útil (FECYT, 2007).

- La consideració de la prolongació i extensió de l'educació obligatòria com a causa d'un descens generalitzat del nivell:

En opinió de molts professors i dissenyadors de currículums, l'origen de les dificultats a les que s'enfronta actualment l'ensenyament en general i de les ciències en particular es troba en la prolongació i extensió de l'educació obligatòria. Pensen que la permanència en el sistema educatiu de molts joves que no tenen cap interès per l'estudi de les ciències i dels greus problemes de indisciplina que generen estan impeding als bons estudiants aprofitar l'ensenyament i preparar-se convenientment per a accedir a la universitat. Aquests autors, no veuen en la implantació de l'escolarització obligatòria en secundària una nova conquesta social que contribuirà a fer possible l'alfabetització científica del conjunt de la població tot i que tindrà efectes molt positius en l'augment del nivell cultural de tota la societat (Gil Pérez i Vilches, 2001; Gavídia, 2005 i 2008).

- El model i les pràctiques d'ensenyament habituals com a reforç de visions distorsionades i empobrides de la ciència:

Segons els experts (Bell i Pearson, 1992; Guilbert i Meloche, 1993; Hodson, 1993; Gil i Vilches, 2001; Fernández et al., 2002; Solbes et al., 2004; Gil-Pérez, Vilches i Ferreira-Gauchía, 2010; Ferreira-Gauchía, Vilches i Gil Pérez, 2012), el principal obstacle amb el que es troba l'alfabetització científica resideix en la visió distorsionada i empobrida de l'activitat científica socialment acceptada i, lamentablement, reforçada, a sovint, per l'ensenyament habitual.

Podem observar en diversos informes i en nombrosos treballs en l'àmbit de la investigació didàctica (Gardner, 1975; Schibeci, 1984; Solbes i Vilches, 1997; Pozo i Gómez, 1998; Osborne et al., 2003; Gil i Vilches, 2004a; Osborne, 2006; Robles et al., 2015), que l'educació científica tradicional, especialment durant l'etapa Secundària, pareix revertir el natural interès dels alumnes cap a la ciència i inclús tindre un impacte negatiu en el desenvolupament d'actituds positives cap a l'aprenentatge de les ciències.

L'educació científica en l'etapa Secundària s'ha caracteritzat per un enfocament dirigit a la mera transmissió de coneixements i per un currículum en el que s'ha prioritzat l'aprenentatge dels conceptes, els principis i les lleis de les diferents disciplines científiques (Gil et al., 1991; Pozo, 1997; Furió et al., 2001; Solbes et al., 2004; Gil Pérez et al., 2005; Osborne, 2006).

La idea d'alfabetització científica no deu veure's com una "rebaixa o desviació" per a fer assequible la vivència a la generalitat dels ciutadans, sinó una reorientació de l'ensenyament absolutament necessària també per als futurs científics (Gil i Vilches, 2001).

- Limitacions de l'avaluació habitual:

L'avaluació concebuda com a instrument de constatació presenta limitacions i resulta difícilment compatible amb les metes de l'alfabetització científica, que suposa a més la consecució d'un ensenyament de les ciències de qualitat. L'assoliment de l'alfabetització científica, així com la necessària renovació de l'ensenyament de les ciències en els diferents nivells educatius, requereix un replantejament de l'avaluació que comportarà el seguiment

atent dels alumnes per tal d'esbrinar quines ajudes necessita cadascun per tal de seguir avançant, reorientant i impulsant les tasques per assolir els èxits plantejats. L'avaluació es converteix així en un instrument d'aprenentatge, és a dir, en una avaluació formativa que substitueixi els judicis terminals sobre els èxits i capacitats dels estudiants (Gil i Martínez Torregrosa, 1987; Perales, 1996; Geli, 2000; Gil Pérez i Martínez Torregrosa, 2005; Sanmartí, Simón i Márquez, 2006; Casullo, 2016).

- Limitacions en la formació inicial i permanent del professorat:

Des de finals dels anys 80, la formació del professorat ha estat considerada imprescindible per a fer front als greus problemes que planteja l'educació científica, en particular, per a superar l'elevat fracàs escolar i el desinterès de l'alumnat cap als estudis científics, així com per a avançar l'assoliment de l'alfabetització científica de la ciutadania (Geli, Junyent i Arbat, 2005; Vilches i Gil Pérez, 2007 i 2012; Carrascosa et al., 2008).

No obstant això, investigacions en didàctica de les ciències han mostrat (Solbes et al., 2004; Rocard et al., 2007) que l'origen del descens de l'interès dels joves per els estudis científics està relacionat en la forma d'ensenyament de la ciència. Per tant, és necessari dirigir l'atenció cap a la formació del professorat com a part essencial de qualsevol procés de renovació de l'educació científica.

Per tant, la formació del professorat i la pròpia activitat docent s'han de deixar de concebre com tasques senzilles, sinó tot el contrari, s'han de veure com una tasca complexa que exigeix trencar amb concepcions simplistes, ja que és una ferramenta essencial per tal de contribuir, com a docents, a la formació ciutadans alfabetitzats científicament (Vilches i Gil Pérez, 2007).

Aquests i altres obstacles que estan dificultant l'alfabetització de la ciutadania ens fan pensar que l'atenció educativa als avanços en els diferents camps científics no serà l'adequada i que per tant no es prestarà atenció a la Química Verda.

La necessitat d'una alfabetització científica i tecnològica de totes les persones requereix així mateix la incorporació de la dimensió CTSA en el currículum. Aquest fet es posa de manifest en un gran nombre d'investigacions, publicacions, congressos, etc. (Bybee, 1997; Solbes i

Vilches, 1997; De Boer, 2000; Marco, 2000; Gil i Vilches, 2001; Vázquez-Alonso i Manassero-Mas, 2016). Així en la Conferència Mundial sobre la Ciència per al segle XXI, promoguda per la UNESCO i el Consell Internacional per a la Ciència, es declarava: “*Hui més que mai és necessari fomentar i difondre l’alfabetització científica en totes les cultures i en tots els sectors de la societat [...] amb la finalitat de millorar la participació dels ciutadans en l’adopció de decisions relatives a l’aplicació de nous coneixements*” (Declaració de Budapest, 1999).

És per això, que el següent apartat el dedicarem a l’atenció que l’educació científica li presta a les relacions Ciència-Tecnologia-Societat i Ambient (CTSA), que com ha mostrat reiteradament la investigació és en general molt escassa.

3.2.2. Atenció que l’educació científica presta a les relacions Ciència-Tecnologia-Societat-Ambient (CTSA)

L’alfabetització científica té els seus orígens a mitjans del segle XX, però no és fins als anys noranta (Oliveros et al., 2014), quan es comença a tenir més rellevància com a finalitat educativa en alguns països, a causa de les reformes educatives. És aleshores quan es va insistir en la necessitat d’una alfabetització científica i tecnològica com a part essencial de l’educació bàsica i general de totes les persones. Assumir això implica que l’ensenyament de les ciències ha de ser integral i de rellevància social, incloent els valors ètics i democràtics que es posen en joc quan intervenen la ciència i la tecnologia en la societat (Holbrook, 2000).

En el mateix sentit, els treballs en el camp de les interaccions ciència, tecnologia, societat i ambient (CTSA) en educació s’han constituït com un camp d’investigació didàctica que ha generat propostes innovadores per a l’ensenyament de les ciències, posant èmfasi en la formació de ciutadans científicament i tecnològicament preparats per a la participació en les controvèrsies socials que involucra a la ciència en el món contemporani i en particular per a la presa de decisions front als problemes als que la humanitat ha de fer front (Gil et al., 1991; Solbes i Vilches, 1997 i 2004; Solbes, Vilches i Gil Pérez, 2001; Vilches, Macías i Gil Pérez, 2014).

En la conferència Mundial sobre la Ciència per al segle XXI celebrada en juny de 1999, propiciada per la UNESCO i el Consell Internacional per a la Ciència (ICSU), es va realitzar una crida (Declaració de Budapest, 1999) en la que s'assenyalava la necessitat d'impartir una educació científica bàsica per a tots. Aquests canvis en l'educació científica venen a confluïr en els seus objectius amb els proposats des del camp de les interaccions CTSA, que pretenen trencar amb les visions descontextualitzades de la ciència i l'activitat científica a les que, lamentablement, l'ensenyament atribueix amb la presentació desproblematitzada de coneixements elaborats i oblidant els aspectes socials, històrics, ètics, etc., que emmarquen el desenvolupament científic (Gil et al., 1991; Solbes i Vilches, 1997; Gil et al., 2005; Ocelli i Valeiras, 2013).

Segons Solbes i Vilches (2004), s'observa una evolució positiva en el nostre país quant a l'atenció donada a les relacions entre la ciència, tecnologia, societat i ambient (CTSA) en l'educació científica. La incorporació explícita en el currículum d'objectius i continguts CTSA per a Secundària i Batxillerat, així com l'impuls que han suposat les nombroses investigacions i propostes en aquest camp de la investigació didàctica, han potenciat alguns avanços en quant a la situació anterior a la reforma educativa (Vázquez-Alonso i Manassero-Mas, 2012 a i b). No obstant això, s'insisteix en què la situació, a pesar dels avanços, no és tan positiva com caldria ser, ja que aquesta dimensió de l'educació científica, considerada fonamental per la investigació didàctica, segueix sense tenir-se en compte de manera adequada, cosa que es pot veure actualment en les darreres reformes educatives del sistema espanyol.

Però, com han assenyalat els experts, la inclusió del paper de les relacions CTSA en l'ensenyament pot millorar la formació de futurs ciutadans per a la seua participació en la presa de decisions al voltant dels problemes que afecten al planeta i les seues possibles solucions (Edwards, 2003; Gil et al., 2003; Oliveros et al., 2014).

Malgrat l'existència de la literatura existent, així com de les nombroses crides de la comunitat científica i d'organismes internacionals, actualment no s'està tenint en compte totes aquestes innovacions i investigacions. Segons la bibliografia consultada (Solbes, Vilches i Gil Pérez, 2001; Edwards, 2003; García i Castro, 2014; Oliveros et al., 2014), s'observa que en general l'ensenyament no presta una atenció adequada a aquests

aspectes de l'educació ciutadana, per això és d'esperar que els estudiants no siguin capaços d'actuar de manera fonamentada en la presa de decisions entorn als problemes que es plantegen en les nostres societats, en particular als relacionats amb la ciència i tecnologia i les seues implicacions amb la societat i el medi ambient i, per tant, participar en les accions necessàries (Ull et al., 2014). I és per això, que aquest fet ens fa pensar que si l'ensenyament en general no presta una atenció adequada a aquests aspectes de l'educació ciutadana tampoc prestarà atenció als relacionats amb la Química Verda.

Però, si la inclusió adequada del paper de les relacions CTSA en l'ensenyament pot millorar l'atenció d'aquells aspectes relatius a la formació de futurs ciutadans, per què l'ensenyament no li presta una atenció adequada? Un clar exemple el podem trobar en que molts professors consideren l'enfocament CTSA, com una desviació dels "autèntics" continguts científics, que a més d'exigir un temps que no sempre és disponible, introdueix derivacions polítiques i ideològiques que "se n'ixen" del marc objectiu d'allò científic" i poden fer-nos caure en aspectes subjectius i opinables. Una desviació que de vegades s'associa a la "rebaixa" de les exigències de l'educació científica, per tal que sigui assequible per a tots (Solbes, Vilches i Gil, 2001).

Un altre exemple el podem trobar als llibres de text i en els materials didàctics, on els aspectes CTSA encara són insuficients ja que segueixen sense tenir-se en compte de forma adequada en la major part dels casos, tot i que són considerats objectius de l'educació obligatòria. En molts llibres de text, s'inclouen al final de les unitats didàctiques com a annexos anomenats CTSA, en els que es solen presentar temes d'actualitat científica sense tindre cap relació amb el tema donat, tractant-se d'una forma descontextualitzada (Solbes, Vilches i Gil, 2001; Occelli i Valeiras, 2013).

Olmedo Estrada (2011) numera els principals objectius pels quals la ciència i la tecnologia han de ser divulgades des de tres punts de vista diferents: el del científic, el del divulgador i el del públic, amb els quals es pot acabar amb els obstacles que frenen l'alfabetització de la ciutadania:

- Informar al públic sobre els avanços en matèria de ciència i tecnologia, a través d'explicacions adequades a nivell cognitiu, interès i necessitats del públic receptor.

- Explicar la metodologia i els procediments que la ciència segueix per a dur a terme els propòsits que s'ha fixat, resultat d'un meticolós i quotidià treball d'equip i no de visions simplistes que fan veure a l'avanç científic com moments únics i irrepetibles d'essers especials. Si s'aprèn a analitzar els problemes quotidians des d'un camí metòdic, ampli i rigorós, obtindran millors ferramentes per a trobar solucions.
- Ubicar el context polític, econòmic, social i cultural en els que sorgeix la ciència i la tècnica i mostrar les formes en que els avanços i les aplicacions s'aniran inserint dia a dia en la vida del ciutadà comú.
- Oferir al públic les pautes per a que compare, valore i confronte els coneixements, amb la finalitat que els reconstrueixi amb base en el seu propi context i obtinga conclusions sobre la informació científica i tecnològica que se l'hi ofereix.
- Apreciar el seu valor com a principi precautori en aspectes com donar a conèixer formes de prevenir danys susceptibles de ser causats pels fenòmens naturals o per l'acció dels éssers humans sobre el medi ambient.
- Contribuir a fomentar un pensament favorable cap a la ciència, per part del públic no especialitzat, per a que la ciutadania doni suport i valide tant la inversió de recursos, generalment escassos, i en casos ideals s'aconsegueixi influir en la definició de la política científica.
- En casos ideals, despertar una vocació científica entre nens i adolescents.

A continuació parlarem de l'atenció que se li presta en l'educació a la situació d'emergència planetària.

3.2.3 Atenció a la situació d'emergència planetària

Com han mostrat nombrosos estudis, l'educació formal presenta una notable resistència a l'urgent canvi requerit per a fer front a la situació d'emergència planetària (Bybee, 1991) malgrat les reiterades crides d'experts i institucions internacionals, que van culminar amb la institució per Nacions Unides de la Dècada de l'educació per un futur sostenible (Gil Pérez, et al., 2006) i una vegada acabada la Dècada en l'aprovació del Programa d'Acció Mundial que, promogut per UNESCO, pretén la continuació en la consecució dels seus objectius. I aquest fet de no prestar l'atenció necessària afecta a tots els que formen part del sistema

educatiu: dissenyadors curriculars, responsables de l'administració educativa, professorat, alumnat, pares i mares de família i la comunitat educativa en general.

Ja a mitjans dels anys 90, Orr (1995) denunciava que seguim educant als joves com si no haguera una situació "d'emergència planetària". En la mateixa direcció Gallegos (1997) argumenta que l'educació ha fallat perquè no reconeix els principis fonamentals de l'univers i del planeta Terra i pareix ignorar que tot està connectat amb tota la resta.

Pascual et al. (2000) argumenten que pot estimar-se que la integració de l'educació ambiental en l'Educació Secundària Obligatòria segueix estant en gran mesura en situació "d'assignatura pendent". I, en el mateix sentit, Gayford (1998) planteja que un dels problemes de l'educació ambiental és un reduccionisme que porta a centrar-se en els continguts conceptuals de l'assignatura, presentats de forma aproblemàtica i descontextualitzada. Aquest reduccionisme afecta també molt greument a les concepcions que els docents tenen de la situació del món i, consegüentment, a l'atenció que l'educació formal pot prestar a aquesta situació. Estudis d'aquest equip han mostrat, efectivament, que els professors de ciències seguim tenint percepcions molt limitades al voltant d'aquesta situació (Gil et al., 2000 i 2003; Praia, Gil-Pérez i Edward, 2000; Vilches et al., 2003; Vilches i Gil, 2003; Edwards, 2003; Edwards et al., 2004; Moreno i Bolarín, 2015; Ull et al., 2014; Aznar et al., 2017), fet que impedeix una intervenció docent eficaç.

De la mateixa forma, aquests estudis assenyalen que els textos de ciències, inclús d'educació ambiental, no es plantegen contribuir a l'estudi global de la situació del món, i les referències als problemes que hem descrit en el capítol anterior són escasses i puntuals, referides, en general, a situacions locals.

D'altra banda, tampoc la investigació en el camp de l'educació científica està prestant suficient atenció a aquesta problemàtica, malgrat les nombroses crides dels organismes internacionals i a algun intent d'atendre a dites crides (Gayford, 1993). En efecte, en un anàlisi dels articles apareguts en revistes com *Science Education*, *International Journal of Science Education*, *Journal of Research in Science Teaching*, *Studies in Science Education*, *Enseñanza de las Ciencias*, *Aster*, etc., són pocs els treballs que aborden la problemàtica de

la situació del món i la majoria dels estudis tenen un marcat caràcter puntual i local (Edwards et al., 2005; Moreno i Bolarín, 2015).

Aquesta falta d'atenció, ben documentada, de l'educació a la situació del món, i l'absència d'aspectes relacionats amb la Química Verda al currículum, ens fa pensar que l'atenció a la importància que juga el paper de la Química Verda en la situació del món tampoc serà l'adequada, fet que dóna suport a la hipòtesi enunciada.

3.2.4 Concepcions cap a la Ciència i la Química en particular

En relació amb la proclamació de l'any 2011 com l'Any Internacional de la Química, en 2008, com hem comentat en capítols anteriors, el director general de la UNESCO en aquell moment, Koïchiro Matsuura, va assenyalar que l'objectiu principal de la proclamació era sensibilitzar al públic de la importància de les ciències químiques i de l'important paper que juga la química per tal d'afrontar el Desenvolupament Sostenible.

Diversos estudis mostren que els alumnes tenen poc d'interès cap a la Química, així com una imatge negativa de la mateixa i del seu paper en la societat. Aquest problema es troba associat també al fet del creixent abandonament dels estudis científics per els estudiants i a la tendència a la disminució de la presència de les disciplines científiques en molts centres de Secundària (Matthews, 1991; Solbes i Vilches, 1997 i 2004; Dunbar, 1999; Solbes, 2011; García-Carmona, Criado i Cañal, 2014).

Entre les causes del desinterès per part dels estudiants cap a la Química, molts autors (Furió i Vilches, 1997; Solbes, 2011; Robles et al., 2015) responsabilitzen entre altres a:

- L'ensenyament de la ciència tenint en compte que freqüentment es presenta la ciència i en particular la Química com una assignatura difícil, de forma que els estudiants la veuen com alguna cosa abstracta i purament formal, com un domini reservat a minories especialment dotades i contribueix al elitisme amb tractaments purament operatius, no significatius (Lawson, 1978; Gräber i Stork, 1984; Gil et al., 1991; Solbes i Vilches, 2004; Gil et al., 2005; Solbes, 2011).

- L'ensenyament de la Química de forma descontextualitzada de la societat i del entorn, poc útil i sense temes d'actualitat, junt amb altres factors, com el mètode d'ensenyament del professor fa que els estudiants qualifiquen la Química d'avorrida i poc participativa, així com els pocs treballs pràctics que es fan i, especialment, la falta de confiança en l'èxit quan són avaluats. Aquestes són les principals causes que assenyalen els estudiants front a la seua actitud desfavorable i desinterès cap a la Química (Penick i Yager, 1986; Matthews, 1991; Solbes i Vilches, 1997; Solbes, 2011).
- La imatge pública negativa de la ciència i la tecnologia es considerat també com un factor que contribueix al desinterès cap a la Química per part dels estudiants (Chalmers, 1990; Holton 1996; Wolpert, 1992; Dunbar, 1999; García, 2015). Al llarg de la història, la Química ha patit la desconfiança i el rebuig per part de la religió i la política però, actualment, la Química és jutjada en molts casos com a la principal culpable de molts dels problemes de contaminació i esgotament dels recursos que estem patint.
- La personalitat del professor i la seua manera de donar classe, com ja hem comentat, és una altra variable important en aquest context; Mead i Métraux (1973) ho resumeixen: "Els científics tendeixen a transferir els coneixements de forma abstracta, sense relacionar-ho amb la vida quotidiana per tal d'animar als alumnes".
- Diferents autors (Fernández et al., 2002; Gil et al., 2005; Ferreira-Gauchía, Vilches i Gil Pérez, 2012) han realitzat estudis on pretenen treure a la llum les possibles deformacions que l'ensenyament de les ciències pot estar transmetent. Aquests estudis posen de manifest quines són les idees i concepcions docents al voltant de la natura de la ciència i de la química en particular, acceptades socialment i que constitueixen obstacles per al seu aprenentatge:
 - Concepció empirico-inductivista i ateòrica: Aquesta concepció ressalta el paper de l'observació i de l'experimentació "neutra", i inclús de pur atzar, oblidant el paper essencial de les hipòtesis com a focalitzadores de la investigació i dels cossos de coneixement (teories) disponibles, que orienten tot el procés.

- Concepció rígida: (algorítmica, exacta, infal·libre) de l'activitat científica: es presenta el "Mètode Científic" com un conjunt d'etapes a seguir mecànicament.
- Concepció aproblemàtica i ahistòrica de la ciència: Fa referència a la transmissió de coneixements ja elaborats, sense mostrar quin van ser els problemes que van generar la seua construcció, quina ha estat la seua evolució, dificultats, etc.
- Concepció exclusivament analítica: Aquesta visió ressalta el seu caràcter acotat, simplificador, oblidant els esforços posteriors d'unificació i de construcció de cossos coherents de coneixements cada vegada més amplis o, el tractament de problemes "pont" entre els diferents camps de coneixements que poden aplegar a unir-se, com ha passat moltes vegades.
- Concepció acumulativa del desenvolupament científic: El desenvolupament científic apareix com a fruit d'un coneixement lineal, purament acumulatiu, ignorant les crisis i les remodelacions profundes, fruit de processos complexos, que no es deixa enformar per ningun model definit de canvi científic.
- Concepció individualista i elitista de la ciència: Els coneixements científics apareixen com a obra de genis aïllats, ignorant-se el paper del treball col·lectiu, dels intercanvis entre equips... Es deixa creure que els resultats obtinguts per un sol científic o equip són suficients per a verificar o falsar una hipòtesi o teoria.
- Visió descontextualitzada i neutra de la ciència: S'obliden de les complexes relacions entre ciència, tecnologia i societat (CTS) i es proporciona una imatge dels científics com a éssers "per damunt del bé i del mal", tancats en torres d'ivori i aliens a les necessàries preses de decisions.

Aquestes deformacions no constitueixen una sèrie de visions diferents ni autònomes, sinó que es donen suport unes a altres i formen un esquema conceptual relativament integrat. Per tant, aquestes concepcions són una expressió de la visió comú, que sovint els professors de ciències acceptem implícitament degut a la falta de reflexió crítica i a una

educació científica que és sol limitar a una simple transmissió de coneixements ja elaborats (Fernández et al., 2002).

D'aquesta manera, la imatge de la ciència que posseeixen els docents es diferenciaria poc de la que pot expressar qualsevol ciutadà i resulta molt allunyada de les concepcions actuals. A continuació, i en relació amb el que estem assenyalant, passarem a exposar més concretament quines són les visions que té la societat de la Química i de la ciència en general.

Si bé els objectius de la Química Verda ens pareixen essencials als que formem part d'aquesta comunitat científica (Garritz, 2009), per una altra banda, poden estranyar a moltes persones alienes a aquest camp, que veuen la Química com un agent de contaminació i degradació ambiental i no entenen que la química jugue un paper essencial per al desenvolupament d'un futur sostenible.

La crítica de la ciència i la contribució de la tecnologia a l'actual deteriorament de les nostres condicions de vida sembla per a molta gent estar ben fonamentada. Molts ciutadans es pregunten com es pot parlar de Química per a un món sostenible? No són els científics i tècnics, els que van produir la persistents contaminants orgànics (POP), com el DDT, que estan enverinant el nostre planeta? No van ser els científics qui va llançar la tecnologia nuclear que va crear el problema dels residus radioactius que tant les generacions actuals i futures han de viure amb ells o tractar de resoldre? No són els productes tecnològics els responsables de la destrucció de la capa d'ozó? No són els motors de combustió els responsables d'augmentar l'efecte hivernacle, donant lloc a un canvi climàtic que ja està destruint el fràgil equilibri que fa que la nostra vida siga possible? (Vilches i Gil Pérez, 2011). Preguntes com aquestes expressen l'estereotip que veu a la ciència i molt en particular a la química com a responsable d'allò "artificial" i, per tant, perillós front a allò "natural" i saludable. Un estereotip simplista que és precís qüestionar. Però sobre tot sortir al pas de l'atribució de l'origen dels problemes actuals als que s'enfronta la humanitat principalment a l'activitat de la Química i, més en general, de la ciència i la tecnologia (Vilches i Gil Pérez, 2011).

En el món contemporani, la química, i la ciència en general, penetra tot el que fem, és pràcticament impossible pensar en qualsevol cosa, bona o dolenta, en la qual la ciència i la química no exerceixi un paper. No cal dir que les contribucions de la ciència al benestar humà estarien integrant una llista tan llarga com, si no més, la llista d'efectes negatius (Vilches i Gil Pérez, 2011). A més, tal com l' historiador de la ciència Sánchez Ron (1994) assenyala, és el coneixement científic el que mostra i ens fa conscients dels problemes ambientals.

En general, com ha mostrat la investigació, la societat quan parla de Química posa de manifest concepcions com, entre d'altres (Tippins, Nichols i Kemp, 1999; Chamizo, 2011; Garritz, 2011):

- Parlar de química, els fa pensar en productes artificials perillosos
- Es pensa en la química com a la causant de molts desastres ambientals
- La química, assenyalen, és la responsable principal de la contaminació del medi ambient: els residus tòxics de les indústries químiques, els gasos tòxics produïts per les indústries i pel consum d'energies fòssils, contaminació dels sòls per la indústria agropecuària...
- La química, pensen al mateix temps, és la responsable de la fabricació d'armes de destrucció massiva: bombes atòmiques i d'hidrogen, armes químiques (gas mostassa, gasos tòxics)
- La química té la responsabilitat dels accidents nuclears
- ...

Aquestes i altres concepcions que tenen els ciutadans i estudiants fan que la imatge de la Química en aquesta societat no siga molt positiva i que per tant no s'està prestant atenció al seu paper en la resolució del problemes socioambientals i en concret a la Química Verda que ens ocupa. Però tot açò, connectant amb aquesta investigació, pensem que pot canviar si es realitza un correcte tractament de quines són les aportacions de la Química, i en concret, de la Química Verda a la societat i quin paper juguen en la construcció d'un present i un futur sostenibles. Passem ara en relació amb això a fonamentar la segona hipòtesi que orienta aquesta investigació.

3.3 Fonamentació de la segona hipòtesi

Fins aquí s'ha fonamentat la primera hipòtesi que dóna lloc a la primera fase del nostre treball. Però, com hem dit anteriorment, aquest treball no pot centrar-se sols en l'anàlisi de la situació actual, sinó que, tenint en comte els resultats, ens hem proposat contribuir a mostrar la importància que pot tenir i té la Química Verda en l'educació i com pot ser una ferramenta útil per tal de formar ciutadans conscients de la situació d'emergència planetària.

En aquesta segona part es pretén anar més enllà de l'anàlisi descriptiu dels problemes detectats al voltant de l'escassa atenció a la Química per a la Sostenibilitat: el nostre objectiu és el disseny i posada en pràctica d'una proposta alternativa d'ensenyament, basada en un model d'orientació constructivista d'ensenyament/aprenentatge i concretada en l'elaboració i utilització d'un programa d'activitats que ens permeta la transformació de la imatge actual que oblida o deforma, aspectes fonamentals de la Química i en particular de la Química Verda.

Recordem la segona hipòtesi de treball:

L'atenció en l'educació a la Química Verda i el seu paper en la solució dels problemes socioambientals, mitjançant l'elaboració, utilització i avaluació de materials i estratègies adequades, pot contribuir a implicar als estudiants en la construcció d'un present i futur sostenibles, augmentant el seu interès cap a la química i millorant el seu aprenentatge.

Amb açò pretenem contribuir a formar una ciutadania responsable i preparada per a participar en presa de decisions, prestant atenció a aquest important camp de la Química, el que contribuirà a superar concepcions deformades i empobrides, com a les que ens hem referit en la primera part d'aquest capítol, i augmentar l'interès dels estudiants cap a la Química i al seu aprenentatge.

Com ja s'ha comentat en la fonamentació de la primera hipòtesi, la imatge distorsionada que mostra l'ensenyament habitual de la Química i la que com a conseqüència d'açò tenen

els estudiants al voltant de la Química i la seva relació amb la ciència, la societat i el medi ambient podria tenir els seu origen, en part, en les concepcions dels professorat i de l'oblit de l'educació científica de les relacions CTSA. Per altra banda, i aquest és el fonament bàsic de la nostra segona hipòtesi, pensem que la transformació d'aquestes concepcions és possible mitjançant la utilització de continguts i d'estratègies d'ensenyament que afavoreixen la participació dels estudiants en un treball de reflexió col·lectiva i de construcció de coneixements al voltant de problemes d'interès. Aquestes estratègies han mostrat efectivitat en la superació de visions deformades de la ciència (Fernández et al., 2002; Gil-Pérez, Vilches i Ferreira Gauchía, 2008; Chade Vergara, 2014) i, més en general, de les concepcions alternatives que obstaculitzen la comprensió dels coneixements científics (Driver i Oldham, 1986; Izquierdo, 2000; Carrascosa, Gil Pérez i Valdés, 2005; Gil et al., 2005).

Nombroses investigacions han posat de manifest que el canvi de les concepcions a les persones no és una tasca senzilla ja que intervenen una sèrie de processos complexos en els que les idees prèvies del que aprèn i la metodologia utilitzada són factors essencials.

L'educació no inclou solament l'ensenyament dels continguts conceptuals, sinó que també continguts procedimentals i actitudinals. La Química Verda ens ofereix un avantatge ja que facilita la comprensió d'aquests conceptes al relacionar-los amb els aspectes quotidians, que poden ser propers als estudiants (Jiménez, Sánchez i De Manuel, 2001; Jiménez i De Manuel, 2009). Molts dels nostres estudiants, quan treballem aquesta problemàtica, hem vist que estan interessants en la Sostenibilitat del seu món (Edwards et al., 2004; López et al., 2005; Marques et al., 2008a; Vilches i Gil Pérez, 2011). Estan preocupats pel calfament global i l'increment de l'efecte hivernacle, desitgen comprendre com les accions humanes afecten al nostre planeta. Estan profundament preocupats per la contaminació i volen assegurar la "salut" de la Terra per a les generacions futures. Hem d'aprofitar aquesta inquietud. L'alumnat de Química té una oportunitat única: iniciar-se en l'excitant camp de la Química Verda (Montagut, Nieto i Sansón, 2006).

Per tal de fonamentar aquesta segona hipòtesi, tal com hem anat assenyalant, s'ha acudit a fonts bibliogràfiques procedents de la investigació en Didàctica de les Ciències i de la

Ciència i la Química per a la Sostenibilitat, que fan referència a diferents aportacions que s'han realitzat positivament en aquest camp com:

- Resultats d'investigacions que convergeixen en un model d'orientació constructivista d'ensenyament/aprenentatge de les ciències.
- L'ensenyament de la Química, i en particular de la Química Verda, i el model d'ensenyament aprenentatge de les ciències com a tractament de situacions problemàtiques d'interès.
- Resultats de la millora de l'aprenentatge i les actituds al tractar les interaccions CTSA.
- La importància de l'atenció a la situació del món en la formació d'una ciutadania responsable.
- Propostes en el camp de l'Educació per a la Sostenibilitat.
- Introducció de la Química Verda en l'educació Secundària.
- Avanços en el camp de la Química Verda.

3.3.1 Investigacions que convergeixen en un model d'orientació constructivista d'ensenyament/aprenentatge de les ciències

La investigació en el camp de la didàctica de les ciències ha mostrat que l'ensenyament tradicional, basat generalment en la transmissió/generació de coneixements, presenta serioses dificultats per aconseguir un aprenentatge significatiu dels alumnes en les àrees científiques. Aquest model d'ensenyament es caracteritza normalment per la transmissió verbal de continguts conceptuals, considerant la intel·ligència susceptible d'enriquir-se de coneixements ja elaborats que l'alumne va incorporant a mesura que se li transmeten per diferents procediments (Ausubel, 1978; Novak, 1982; Giordan, 1982; Gil, 1983 i 1993; Gil et al., 2005; Rojas, Urdaneta i Guevara, 2014).

La principal dificultat trobada en el model tradicional d'ensenyament radica, entre d'altres, en el fet de que molts dels conceptes no són compresos de forma significativa per els alumnes, inclús per aquells que obtenen bones qualificacions. El model suposa que una explicació clara, ordenada i ben presentada pel professor hauria de produir una comprensió

significativa per part de l'alumne, considerat com un "full en blanc" on es poden escriure els coneixements ja elaborats. D'aquesta manera, l'alumne és suposadament un subjecte passiu, un simple "receptor" de coneixements, i si no aprèn es deu a que estudia poc, no presta atenció o la seva capacitat no és suficient (Carrascosa, 2005a i 2005b; Gil et al., 2005).

Un altre model sosté que cada individu construeix la seva realitat a partir de les seves observacions, deduccions, fluïdesa d'idees, reflexions, productivitat i flexibilitat de pensament. Aquesta posició reflexa el punt central del **constructivisme** i promou que l'estudiant ha d'actuar com un ser actiu que processa constantment informació i que va construint i reconstruint els seus coneixements (Mazarío Triana i Mazarío Triana, 2003) Aquest punt de vista el resumeix Carretero i Voss (1994) quan afirmen : "L'individu no sols és un producte de l'ambient ni un simple resultat de les seues disposicions internes, sinó una construcció pròpia que es va produint dia a dia com a resultat de la interacció d'aquests factors". En conseqüència, conforme la posició constructivista, el coneixement i el saber no són còpies fidels de la realitat, sinó una construcció de l'ésser humà.

Per tal de poder comprendre el paradigma constructivista predominant en l'escola actual, s'ha de partir essencialment de l'anàlisi de tres estructures bàsiques que coexisteixen en aquesta corrent. Es considera que els exemples més notables de teories constructivistes es basen en una sèrie de perspectives filosòfiques, psicològiques, epistemològiques i pedagògiques convergents:

- La epistemologia genètica de J. Piaget (1969): es basa en que el nen construeix el seu propi coneixement.
- L'enfocament històric cultural de L. Vigotsky (1968): Les interaccions socials influeixen de forma fonamental en el procés d'aprenentatge, pel que els nens aprenen per mitjà d'experiències socials i culturals.
- L'aprenentatge significatiu de D. Ausubel (1968): L'aprenentatge significatiu s'entén com el procés mitjançant el qual les noves idees adquirides (o construïdes) per els alumnes es relacionen amb el que ells ja saben.

Segons Chrobak (1998) el constructivisme és "una cosmovisió del coneixement humà com un procés de construcció i reconstrucció cognitiva realitzada per els individus que tracten

d'entendre els processos, objectes i fenòmens del món que ens rodeja, sobre la base del que ells coneixen”.

Segons Mazarío Triana (2003) es poden plantejar els següents principis bàsics en els quals es basa el constructivisme:

1. El coneixement no es rebut de forma passiva, sinó que construït i reconstruït per el subjecte de forma activa, interactuant amb l'objecte d'estudi (relació objecte-subjecte).
2. La funció cognitiva s'adapta i permet a l'estudiant la construcció d'explicacions viables sobre les seves experiències.
3. El procés de construcció de significats està sempre influenciat per el context històric-cultural i l'econòmic-social del qual l'estudiant forma part.
4. L'aprenentatge requereix una participació activa i reflexiva.

Fruit del resultat d'aquestes i moltes altres investigacions i avanços, en particular els relatius a tenir en compte les idees dels estudiants i la necessitat d'aproximar el seu treball a l'activitat científica, l'estratègia d'ensenyament que sembla més coherent amb l'orientació constructivista en l'ensenyament científic és la que planteja l'aprenentatge com a **tractament de situacions problemàtiques d'interès** (Furió i Gil, 1978; Driver i Oldham, 1986; Gil i Martínez-Torregrosa, 1987; Burbules i Linn, 1991; Gil et al., 1991; Duschl, 1990 i 1995; Wheatley, 1991; Gil, 1993; Gil i Carrascosa, 1994; Pessoa de Carvalho i Gil, 1995; Guisasola i De la Iglesia, 1997; Furió i Guisasola, 1998; Jiménez, 1998; Valdés i Valdés, 1999; Osuna, Verdú i Martínez Torregrosa, 2002; Gil Pérez et al., 2005).

En síntesi (Gil Pérez et al., 2005) podem assenyalar que les nombroses contribucions de la investigació i innovació al voltant dels problemes que planteja el procés d'ensenyament-aprenentatge de les ciències ha vingut apuntant convergentment a unes estratègies dirigides a implicar als estudiants en la construcció de coneixements, *aproximant* l'activitat que realitzen a la riquesa d'un tractament científic-tecnològic de problemes. Es tracta de plantejar l'aprenentatge com un treball *d'investigació i innovació*, a través del *tractament de situacions problemàtiques* rellevants per a la construcció de coneixements científics i aconseguir l'èxit d'innovacions tecnològiques susceptibles de satisfer determinades necessitats. Aquest fet ha de contemplar-se com una activitat oberta i creativa,

degudament orientada pel professor que s'ha inspirat en el treball de científics i tecnòlegs i que hauria d'incloure tot una sèrie d'aspectes:

- *La discussió del possible interès i rellevància de les situacions* proposades que donen sentit al seu estudi i evite que els alumnes es vegin submergits en el tractament d'una situació sense haver pogut donar-se lloc una primera idea motivadora o contemplant la necessària *presa de decisions*, per part de la comunitat científica, al voltant de la conveniència o no de aquests treballs (tenint en compte la seua possible contribució a la comprensió i *transformació* del món, les seves repercussions socials i mediambientals, etc.).
- *L'estudi qualitatiu, significatiu, de les situacions problemàtiques* abordades, que ajude a comprendre i acotar aquestes actuacions a la llum dels coneixements disponibles, dels objectius perseguits... i a formular preguntes operatives sobre el que es busca.
- *La invenció de conceptes i emissió d'hipòtesis* fonamentades, susceptibles de focalitzar i orientar el tractament de les situacions, al temps que permeti als estudiants utilitzar les seues concepcions per a fer prediccions susceptibles de ser sotmeses a prova.
- *L'elaboració i posada en pràctica d'estratègies de resolució*, incloent, en el seu cas, el disseny i realització de muntatges experimentals per a posar a prova les hipòtesis a la llum del cos de coneixements de que es disposa.
- *L'anàlisi i comunicació dels resultats*, acarant-los amb els obtinguts per altres grups d'estudiants i per la comunitat científica. Aquest fet pot convertir-se en ocasió de conflicte *cognitiu* entre diferents concepcions (preses totes elles com hipòtesis) i afavorir "l'autoregulació" dels estudiants, obligant a concebre noves conjectures, o noves solucions tècniques, i a replantejar la investigació.
- *La consideració de les possibles perspectives*: connexió dels coneixements construïts amb altres ja coneguts, elaboració i perfeccionament dels productes tecnològics que

es buscaven o que són concebuts com a resultat de les investigacions realitzades, plantejaments de nous problemes... Tot això es converteix en ocasió de maneig reiterat dels nous coneixements en una varietat de situacions, contribuint al seu aprofundiment i ressaltant en particular les relacions Ciència, Tecnologia, Societat i Ambient que emmarquen el desenvolupament científic, amb atenció a les repercussions de tot tipus de coneixements científics i tecnològics, propiciant, a la presa de decisions”.

Es proposa així indicacions genèriques que pretenen cridar l'atenció sobre aspectes essencials en la construcció de coneixements científics que, sovint, no són suficientment tinguts en compte en l'educació científica, referides tant als aspectes metodològics com als axiològics (Gavídia, 2008): relacions CTSA, presa de decisions, clima de l'aula, comunicació dels resultats... L'aprenentatge de les ciències es concep per tant no com un simple canvi conceptual, sinó com un canvi al mateix temps conceptual, metodològic i axiològic que converteix l'aprenentatge en un *procés d'investigació orientada* que permet als alumnes participar en la (re)construcció dels coneixements científics, fet que afavoreix a un aprenentatge més eficient i significatiu (Hodson, 1992; Gil Pérez et al., 1999, 2002 i 2005).

En particular, el canvi actitudinal en els alumnes significa entre altres coses que mostren un major interès pels processos d'aprenentatge i els mitjans utilitzats en aquests processos, fet que contribuirà a la seva socialització i educació. Un canvi actitudinal amb relació a l'aprenentatge de la Química implica que els alumnes mostren una disposició activa, crítica cap a la Química i que participen i aprenguin a prendre decisions per a fer d'ells ciutadans més responsables (Izquierdo, 2006b; Izquierdo, Caamaño i Quintanilla, 2007).

I, en concret, quines estratègies es poden utilitzar per a produir aquest canvi actitudinal? Nombroses investigacions com les ja citades han mostrat que el tractament de les relacions CTSA en les classes de ciències, com una dimensió essencial de l'educació en ciències, contribueixen positivament a la millora en l'aprenentatge així com de les actituds dels estudiants (Solbes i Vilches, 1992 i 1997; Solbes, 2002; Izquierdo, 2004).

Com ja assenyalàvem en la fonamentació de la primera hipòtesi, la inclusió de les relacions CTSA en els currículums de ciències no sols produeix canvis positius en l'aprenentatge de

les ciències, sinó que a més a més, afavoreix l'adquisició d'una imatge de la ciència i dels científics més acord a l'epistemologia actual (Gil et al., 2005; Vázquez-Alonso i Manassero-Mas, 2016; Callejas Restrepo, Vazquez-Alonso i Ochoa Camacho, 2016; Mendes Sandri i Santin Filho, 2016).

3.3.2. Aprenentatge i actituds dels estudiants i les interaccions CTSA

Com acabem d'assenyalar a l'apartat anterior, la inclusió de les relacions CTSA en l'ensenyament de les ciències pot contribuir no sols a millorar l'actitud i a augmentar l'interès dels alumnes cap a la ciència sinó també pot afavorir aprendre més ciència, mostrar una imatge més completa i socialment contextualitzada de la mateixa (Solbes i Vilches, 1997; Furió et al., 2002; Caamaño i Izquierdo, 2003; Jiménez-Liso, Sánchez i De Manuel, 2003).

Els estudis de les relacions ciència, tecnologia, societat i ambient (CTSA), als que ja ens hem referit, tant des del camp de la filosofia, la història i la sociologia de la ciències com de l'educació científica han experimentat un gran desenvolupament en els darrers anys. De fet, els treballs al voltant d'aquests temes constitueixen des de fa temps una línia d'investigació important en la Didàctica de les Ciències, com posa de manifest la gran quantitat de treballs, articles, revisions bibliogràfiques publicades (Jiménez-Liso, López Gay i Márquez, 2010; Vázquez i Manassero, 2012 a, b i c; Ochoa i Gutierrez, 2013; García-Ruiz et al., 2014).

Avui en dia, són molts els països que inclouen en els seus currículums d'educació bàsica objectius i continguts que tracten de contextualitzar més socialment l'ensenyament de les ciències. Es pretén formar als estudiants per a que sàpiguen moure's en un món impregnat per els desenvolupaments científics i tecnològics, per a què siguin capaços d'adoptar actituds responsables i prendre decisions fonamentades front a aquests desenvolupament i les seves conseqüències (Gil i Vilches, 2004b).

Com s'ha comentat a la fonamentació de la primera hipòtesi resulta paradoxal que la societat des de fa quasi un segle haja considerat convenient la introducció de les ciències en una educació moderna per a tots i que, després de tant de temps, l'ensenyament

d'aquestes disciplines científiques en el currículum no sigui capaç d'interessar a l'alumnat. Com ha mostrat la investigació reiteradament (Solbes i Vilches, 1997; Martins, 2000; Martins, Paixao i Marques, 2004; Marques et al., 2008b; García-Ruiz et al., 2014; Zapata 2016...), el tractament de les interaccions CTSA, la recuperació dels aspectes històrics (Izquierdo, 1996), permetrà contribuir a superar actituds entre els estudiants de rebuig cap a l'activitat científica, al confondre la ciència i la tecnologia amb les conseqüències més negatives d'alguns dels desenvolupaments com el problema de la contaminació o el ritme d'utilització dels recursos.

La comprensió de les complexes interaccions CTSA es converteix en dimensió necessària si es pretén que, en el futur, les persones hagin de prendre decisions, adoptar actituds responsables enfront del desenvolupament i les conseqüències que se'n deriven. En l'actualitat, l'analfabetisme científic i tecnològic és molt més perillós que en qualsevol situació anterior. És perillós que les persones ignorin el que significa la contaminació atmosfèrica, l'escalfament global, la desaparició d'espècies, els problemes associats a l'ús de diferents fonts d'energia, a la seguretat, a les comunicacions, a la solució de malalties, de la fam, de les condicions de vida dels més pobres. Com podran prendre decisions, incidir en les polítiques dels seus països si desconeixen tots aquests i molts altres problemes i el seu impacte en el futur? (Solbes i Vilches, 2004 i 2005; Gil et al., 2005).

Si ens centrem en el paper que tenen les relacions CTSA en el tema d'aquesta investigació, la Química Verda, podem trobar en la literatura diverses investigacions i innovacions que ens mostrem com es pot incorporar aquesta problemàtica en el currículum dels diferents nivells educatius, així com els avanços que es detecten quan s'aplica a l'aula amb estudiants i en professors en formació (Gil Pérez et al., 2003; Edwards et al., 2004). Com sabem, hi ha innumerables coses de la vida quotidiana que es troben relacionats amb la química, des de tot el que utilitzem en la nostra via diària: detergents i productes de neteja, del nostre ús personal (perfums, desodorants, cremes, xampús, maquillatge, ...) passant per les coses relacionades amb l'alimentació i en general el nostre model alimentari (tractament, conservació...) la roba (fibres, tractaments, tintes...), sabates, etc., fins les de la nostra salut (prevenció, vacunes, farmacologia, aparats hospitalaris, tractaments de radioteràpia...) i les relacionades amb l'obtenció i l'ús de l'energia, i, com sabem, totes les nostres activitats necessiten energia.

A més de treballs anteriors als quals s'ha fet referència, a continuació es mostren, a tal d'exemples recents, investigacions on se presta atenció a les interaccions CTSA per tal de promoure actituds adequades cap a la ciència:

- García-Ruiz et al. (2014): han realitzat una investigació experimental per a promoure actituds adequades cap a la ciència, tecnologia i la seva relació problemàtica socioambiental. Per a aquest fet s'ha dissenyat diverses seqüències d'aprenentatge i s'han avaluat les actituds dels estudiants abans i després de la seva aplicació. Amb aquest investigació no sols s'ha aconseguit guiar la construcció de coneixements i actituds favorables cap a la ciència, sinó que s'aconsegueix també que els alumnes construïren una visió holística entre la interacció entre la ciència, tecnologia, societat i ambient, a través d'experiències significatives que repercutiren en la seva vida quotidiana, de l'escola i la seva família.
- Porras (2014): Mostra en la seva investigació una reflexió fonamentada sobre l'aprenentatge de "l'estructura de la matèria", a partir de d'enfocaments CTSA. El que es pretén amb aquesta seqüència didàctica és contribuir a que els estudiants coneguin i diferencien els tres nivells de representació de la matèria: macroscòpic , submicroscòpic i simbòlic i que addicionalment, proposen millorar les actituds científiques cap a la ciència i el seu aprenentatge, a través del tractament de qüestions científiques.
- Huertas Ortiz i Usaqué Hernández (2015): En aquest treball s'exposen els resultats d'un projecte d'innovació dirigit a estudiants de grau centrat en la resolució de problemes CTSA que permeten tractar temàtiques de la Química Orgànica d'una manera contextualitzada amb el coneixement quotidià. Aquest treball va donar com a resultat un augment de la motivació dels estudiants que es va fer evidència en l'augment de la participació a classe ja que durant la seqüència didàctica es va mostrar una ciència més aplicada a la vida quotidiana i a la informació que diàriament els alumnes veuen als mitjans de comunicació.

- Zapata (2016): En aquest treball es presenten els resultats obtinguts després d'aplicar una unitat didàctica des d'una perspectiva CTSA com a complement a l'ensenyament de la temàtica dels gasos ideals i de l'equació dels gasos ideals. Després de la intervenció es mostra que les habilitats cognitives i orientacions motivacionals milloren.
- Sánchez et al., (2016): Aquesta investigació es centra en una proposta d'ensenyament de la Química Orgànica a través d'ambients virtuals amb els quals els estudiants es troben familiaritzats amb l'objectiu de millorar la motivació cap a l'aprenentatge de la Química d'alumnes d'una enginyeria de perfil no químic. Els resultats de l'estudi mostren que la motivació i les actituds van millorar ja que els estudiants van tenir l'oportunitat de relacionar els conceptes apresos amb el seu context i realitat social.

Totes aquestes investigacions convergents han posat de manifest que tenir en compte les relacions CTSA contribueix a una millora de l'aprenentatge i les actituds dels estudiants i, per tant, podem pensar que el prestar atenció a la Química per a la Sostenibilitat contribuirà també a millorar l'aprenentatge i les actituds dels alumnes cap a la Química.

3.3.3 Atenció a la situació del món en la formació d'una ciutadania responsable.

Paper dels mitjans de comunicació

Com es comenta en la fonamentació de la primera hipòtesi, és necessari prestar atenció a la situació del món i a les mesures que són necessàries adoptar per aconseguir que els estudiants arriben a ser ciutadans i ciutadanes responsables, capaces de participar en la presa de decisions fonamentades.

És innegable que la configuració pública dels problemes del món està determinada en gran part pel que s'informa i la forma de fer-ho als *mass media* (Anderson, 1997 a i b; Sharp, 1998; Espinet, 1999; Calero, Gil Pérez i Vilches, 2006; Calero, 2007; Calero, Vilches i Gil Pérez, 2013). Tant des de la investigació en l'ensenyament-aprenentatge de les ciències com des de l'educació ambiental es ve assenyalant aquest fet, considerant sobre tot la

televisió i la premsa com les principals fonts d'informació d'estudiants i professors sobre els problemes mediambientals (Gadea, Vilches i Gil Pérez, 2009).

Dintre d'aquesta temàtica, nombrosos estudis han tractat d'avaluar l'efectivitat de la cobertura ambiental rutinària dels mitjans de comunicació sobre els nivells generals de conscienciació del públic i fonamenten la idea de que quan es dona a la gent un coneixement més "expert" sobre els temes ambientals, com a conseqüència d'aquesta informació, la gent canviarà les seves actituds i pautes de comportament.

Mai a la història de la humanitat hem tingut al nostre abast un instrument de transformació social com el que ens ofereixen les tecnologies de la comunicació i la informació, però queda molt encara per a què es converteixi en un instrument de consolidació de la solidaritat entre les persones, nivells socials, pobles i cultures. Per això, més que mai, hem d'apostar per aquesta educació solidària des dels mitjans de comunicació (Calero, 2003).

En aquest sentit French, Gardner i Assadourian (2005) sostenen que "les escoles podrien ajudar a formar "ciudadans mundials", que se sentin vinculats amb les persones i els problemes d'altres llocs, que es rebel·lin contra els problemes d'injustícia del món, i que comprenguin que el medi ambient és un element essencial per al seu benestar i que, per tant, deu ser protegit. Assolir un sistema educatiu com aquest és un dels majors reptes del segle XXI" i, d'altra banda, pel que fa als mitjans de comunicació afirmen que "podrien considerar-se un sistema educatiu paral·lel, donada l'amplitud del seu abast i la seva poderosa capacitat per modelar la visió del món. Uns mitjans de comunicació que ampliessin la visió dels ciutadans, oferint diferents perspectives de les grans qüestions socials, i amb una menor dependència a la publicitat que els manté, podrien influir de manera important en els valors de la societat, sensibilitzant-la amb les necessitats d'un món globalitzat i amb fortes pressions ambientals i socials".

Per una altra banda, diferents estudis relatius a l'aprofitament de l'educació no formal des de l'educació reglada, mostren el paper important que poden i han de jugar en la educació d'una ciutadania responsable (Gadea, Vilches i Gil Pérez, 2009; Jiménez, Hernández i Lapetina, 2010).

Una primera important raó per a contar amb l'educació no reglada, a través dels mitjans de comunicació, com a instrument de formació ciutadana: el fet de no estar acotada en el temps i poder tenir una acció directa i reiterada sobre els adults que han acabat el seu període d'educació formal. Es comprèn, per això, que en nombroses trobades internacionals s'hagi insistit en el paper que pot i diu jugar els mitjans de comunicació, junt a l'educació no reglada, per a la formació ciutadana (Pérez de las Heras, 1997; Calero, Gil i Vilches, 2006; Gadea, Vilches i Gil Pérez, 2009). Podem recordar que l'*Agenda 21* va dedicar el capítol 36 de la secció IV, titulat "Promoure la conscienciació ambiental", ressaltant el rellevant paper de l'educació i els mitjans de comunicació en l'adopció de comportaments sostenibles.

Nombrosos autors han insistit en el valor educatiu dels mitjans de comunicació (Pedretti, 2002, 2004 i 2006; Dimopoulos i Koulaidis, 2003; Rennie et al., 2003; Calero, 2007) i aquesta creixent atenció a l'educació no formal, també anomenada educació "fora de l'escola", ha donat lloc a nombrosos monogràfics en revistes tan importants com, per exemple, *Science Education* [volum 81(6), 1997 i volum 88, suplement 1, 2004], *International Journal of Science Education* [volum 13(5), 1991] o *Journal of Research in Science Teaching* [volum 40(2), 2003], així com a capítols en els més recents Handbooks d'educació científica: *el Second International Handbook of Science Education* (Fraser, Trobin i Mc Robbie, 2012) dedica tota una secció (9 capítols) al *Out-of-School Learning*.

Aquest reconeixement del paper educatiu dels mitjans de comunicació ha conduït a incorporar el seu maneig i l'anàlisi crític del seu contingut en els currículums d'alguns països. Fet que s'ha vist reforçat al nostre país amb la seva incorporació en les Competències Bàsiques de la LOE, que posen l'accent en aprenentatges que es consideren imprescindibles (BOE 677, 5 de gener de 2007), en particular en la competència 4 *Tractament de la informació i competència digital*, així com en assignatures de didàctica per a la formació del professorat.

Resulta justificat, per tant, recórrer als mitjans de comunicació com a instrument de formació ciutadana i, de fet, nombrosos estudis sobre la cobertura ambiental de diferents periòdics que han mostrat en la premsa podem trobar informació al voltant dels nombrosos problemes als que s'enfronta la humanitat i, en particular, sobre les qüestions

relacionades amb la necessitat de posar fi a un creixement agressiu amb el medi ambient i els propis éssers humans (Calero, 2007; Vilchez, 2009; Jiménez-Liso, Hernández-Villalobos i Lapetina, 2010).

3.3.4. Propostes en el camp de l'Educació per a la Sostenibilitat

Durant l'any 2012 es va celebrar la Cimera de la Terra, RIO+20, amb l'objectiu "d'assegurar un compromís polític renovat per al Desenvolupament Sostenible". Un any crucial que va oferir oportunitats privilegiades per a fer front als greus problemes socioambientals al que ens enfrontem (Vilches i Gil, 2012).

Es proposa per això impulsar en tots els nivells educatius, així com des de la formació no reglada, una educació solidària, que superi la tendència a orientar el comportament de la ciutadania en funció d'interessos particulars a curt termini, o de la simple costum, que contribueixi a una correcta percepció de l'estat del món, genere actituds i comportaments responsables i prepare per a la presa de decisions fonamentades dirigides a l'assoliment d'un desenvolupament culturalment plural i físicament sostenible. Una educació que ajude a contemplar els problemes socioambientals en la seva globalitat (Tilbury, 1995; Duarte, 2006; Gil et al., 2003), tenint en compte les repercussions a curt, mitjà i llarg termini, tant per a una col·lectivitat donada com per al conjunt de la humanitat i el nostre planeta (Novo, 2005); a comprendre que no és sostenible un èxit que exigeixi el fracàs d'altres; a transformar, en definitiva, la interdependència planetària en un projecte plural, democràtic i solidari (Delors, 1996). Un projecte que orienti l'activitat personal i col·lectiva en una perspectiva sostenible, que respecti i potenciï la riquesa que representa tant la diversitat biològica com la cultural (Izquierdo, 2006b; Vilches, Macías i Gil Pérez, 2014).

L'educació per a la Sostenibilitat constitueix per tant una dimensió essencial en la formació de la ciutadania però: Com contribuir a fer-ho possible? Com impulsar la sensibilització i el desenvolupament de les competències de Sostenibilitat? Com fomentar, en definitiva, la cultura de la Sostenibilitat? (Vilches i Gil, 2012). La introducció de la Sostenibilitat com a dimensió transversal que deu impregnar el currículum ha constituït un fet important en els darrers anys. La Sostenibilitat apareix en els objectius, les competències i els continguts d'algunes assignatures. I convé aclarir que aquesta presència als currículums no és deguda

a la “imposició de les autoritats educatives” sinó que és el resultat de la intervenció d’educadors sensibilitzats en aquesta problemàtica que han sigut capaços de convèncer als membres de les comissions creades per a renovar-los. Però, s’ha de tenir clar, que es tracta d’un pas important que ajudarà a formar una ciutadania responsable front als problemes als quals s’enfronta la humanitat.

Per aquest motiu és important destacar que, com a resposta d’aquestes crides d’institucions i organismes internacionals, l’atenció a la Sostenibilitat en la educació ha anat creixent en els últims anys i encara que queda molt per fer, s’ha incorporat en el currículum dels diferents nivells educatius i especialment en la formació del professorat i en l’Educació Superior en general (Geli, Junyent i Sánchez, 2004; Geli, Junyent i Arbat, 2005; Geli, 2005 i 2009; Ull, 2008; Aznar i Ull, 2009; Aznar et al., 2011 i 2017; Vilches i Gil, 2012; Medir, Heras i Geli, 2014; Ull et al., 2014).

3.3.5 Introducció de la Química Verda en l’Educació Secundària

Com s’ha plantejat en capítols anteriors, s’han anat realitzant nombroses crides per part dels organismes internacionals i les noves corrents en didàctica de les ciències, a la responsabilitat que té l’educació científica en la formació de ciutadans compromesos amb la cura del medi ambient.

La Química Verda està compromesa amb el Desenvolupament Sostenible i amb la responsabilitat que tenen els científics sobre les conseqüències ambientals, socials i tecnològiques de les seves investigacions.

Aquest fet és totalment convergent amb els objectius que es plantegen per a l’Educació per al Desenvolupament Sostenible i amb l’enfocament Ciència, Tecnologia, Societat i Ambient. No obstant això, la Química Verda sorgeix, en el context universitari, amb un enfocament centrat en la investigació i en la producció industrial.

La Química Verda, més que una rama de la Química, és un nou enfocament de la mateixa que ens pot ajudar a millorar, com hem vist, tant les concepcions dels alumnes cap a la

Química com la seua motivació cap a la mateixa. Vincular la Química amb la solució de problemes ambientals pot contribuir a millorar la imatge de la Química i per tant a afavorir la motivació i l'aprenentatge (Solbes i Vilches, 1997; Furió, 2006; Vilches i Gil Pérez, 2011). Això serà possible treballant la Química des de la perspectiva de la construcció de societats sostenibles, és a dir, com una ciència que procura resoldre i prevenir problemes que ens afecten a tots, i no com la ciència que per a molts sols provoca dits problemes.

Dit d'una altra forma, l'estudi des de la perspectiva de la Química Verda facilita el treball considerant la diversitat en quant a interessos i estils d'aprenentatge, degut a que el seu ensenyament abasta molts aspectes referits a la pròpia Química, però també a la Biologia, a la Física, i molt en especial a les Ciències Socials. La millora en els aprenentatges s'espera com una conseqüència de la motivació i també com a resultat de treballar d'una forma més diversificada, amb una avaluació conseqüent amb la metodologia d'ensenyament (Casullo, 2016). Com assenyalen Pozo i Gómez Crespo: "La investigació psicològica ha mostrat la importància de la motivació en l'aprenentatge. Sense motivació no hi ha aprenentatge escolar" (Pozo i Gómez Crespo, 1998).

Si ens centrem més concretament en el paper de la Química en l'educació Secundària, per tal d'abordar la situació d'emergència planetària, és molt senzill trobar un capítol dintre del currículum de química on es puga tractar algun dels problemes relacionats amb la situació del món i a les mesures que es deuen adoptar. I a més a més, amb aquest tipus d'activitats es pot posar de manifest com la química és una ciència bàsica que té molta relació amb els problemes que afecten al planeta, i per tant, als éssers humans. I el seu estudi servirà per a orientar a l'alumnat cap a les possibles solucions, que es concreten en un Desenvolupament Sostenible, que comprometen a cadascú dels nostres estudiants cap a un desenvolupament científic, tecnològic, social i econòmic responsable i solidari amb el nostre planeta i els seus valors naturals, socials i artístics (Vilches i Gil, 2011).

Al igual que ocorre amb altres disciplines, per al cas de l'ensenyament de la química, molt en particular, són moltes les ocasions en les quals es pot fer referència més o menys puntual a alguns dels problemes als quals ha de fer front la humanitat. Segons Vilches i Gil (2011), podem referir-nos, per exemple, a la contaminació que impregna totes les activitats humanes, en totes les seves formes (aire, sòls, aigües... deguda als gasos tòxics, residus

radioactius, abocaments industrials i urbans, marees negres, metalls pesats, plàstics, etc.) i les seves conseqüències (pluja àcida, destrucció de la capa d'ozó, increment de l'efecte hivernacle amb les seqüeles del canvi climàtic que està generant, etc.) en diferents moments del currículum, en els cursos i nivells corresponents: a l'estudiar la química de l'atmosfera, les propietats de les substàncies, el comportament dels gasos, etc., quan s'aborda la teoria cinètica-molecular, les reaccions químiques (en particular les reaccions redox i àcid base, la termoquímica (piles, bateries...), l'equilibri químic, la indústria química, les matèries primeres, la síntesi orgànica, els hidrocarburs, les macromolècules, els nous materials... En realitat és bastant difícil no trobar un capítol dins del currículum de Química de qualsevol nivell educatiu que no es preste per a estudiar alguns dels problemes lligats a la situació del món i a les mesures que es deuen adoptar.

I si es pretén aconseguir un aprenentatge significatiu de la Química que contribueixi a despertar l'interès de la mateixa i el seu ensenyament, evitant les visions descontextualitzades que tenen els alumnes cap a la Química (Gil et al., 2005), el tractament d'aquestes qüestions, és a dir, la inclusió de la Química Verda és fa imprescindible. Com no fer referència, per exemple a qüestions com la contaminació o l'esgotament dels recursos i a les seves repercussions en l'augment de les infermetats i de la pobresa extrema en el planeta? O com no ressaltar el paper que ha jugat la química atmosfèrica en la detecció dels problemes (i en la cerca i posada a punt de solucions que ens impliquen a tots) de la capa d'ozó o el canvi climàtic?

Però no es tracta sols de revisar de forma puntual, en el currículum de química, alguns dels problemes als quals s'ha d'enfrontar la humanitat i les seves possibles solucions. El que volem ressaltar aquí és que és possible, des de l'estudi de la Química, abordar *globalment* dita problemàtica d'una forma funcional. Fet absolutament necessari pel caràcter sistemàtic de la mateixa, que obliga, com hem vist, a contemplar conjuntament els problemes estretament interconnectats i les possibles solucions (Vilches i Gil Pérez, 2011).

Així, a l'estudiar els hidrocarburs i les seves fons, per exemple, es pot plantejar la qüestió *quins poden ser els problemes associats a l'obtenció i consum del petroli? (o el carbó, el gas natural..)* o similarment, a l'estudiar les reaccions químiques, o les síntesis orgàniques, plantejar aquesta altra: *quins poden ser els problemes associats a la síntesi de substàncies*

químiques? És possible proposar aquesta activitat als estudiants, insistint que és precís fer un esforç per a no oblidar cap problema important, perquè, com es veurà, estan estretament relacionats i ignorar algun o bé oblidar les seves vinculacions es pot bloquejar el tractament conjunt. Les seves respostes, després d'una posada en comú, es van comparant amb les propostes dels experts amb la finalitat d'afavorir una reflexió col·lectiva al voltant dels problemes als quals la humanitat ha de fer front actualment. Una reflexió que no s'ha de limitar a una simple transmissió d'informació, sinó que afavoreixi la participació en la construcció de coneixements i una aproximació a la visió global i holística de la situació del món (Vilches i Gil Pérez, 2011).

L'estreta vinculació dels problemes permet (i afavoreix) l'adquisició de la visió global dels mateixos, siga quin siga el seu punt de partida. En efecte, d'entrada, al plantejar per exemple: *Quins poden ser els problemes associats a la síntesi de substàncies químiques?* Apareixen qüestions relatives als problemes ambientals que algunes substàncies químiques provoquen; podem recordar els relacionats amb els Contaminants Orgànics Persistents, COP, en particular els problemes relatius al DDT i altres substàncies tòxiques originades en la producció de plàstics, plaguicides i la incineració de residus, la contaminació deguda a les piles i bateries elèctriques, als materials plàstics PVC, etc., i després es pot plantejar que consideren altres tipus de contaminació que poden quedar oblidades però que són igualment perilloses per als éssers humans i el medi ambient: apareixen així referències a la *contaminació espacial*, provocada per els residus en òrbita que constitueixen una amenaça creixent per a les activitats realitzades a l'espai; la *contaminació lumínica*, que en les ciutats altera el cicle vital del éssers vius i impedeix gaudir del cel estelat; la *contaminació acústica*, amb greus conseqüències per a la salut de les persones, etc.

Aquesta problemàtica de la contaminació connecta ràpidament, com ja s'ha vist, amb el problema de la destrucció i l'esgotament dels recursos i com aquest esgotament contribueix al mateix temps a la contaminació i les seves repercussions en tots els ecosistemes; podem referir-nos al que suposa l'esgotament del petroli que constitueix no sols la pèrdua d'un combustible si no també d'una matèria primera, en ocasions exclusiva. I es pot seguidament plantejar quins altres recursos s'estan esgotant, fet que permet als estudiants referir-se al descens dels recursos hídrics, a la disminució de la massa forestal, del sòl cultivable, etc., sense oblidar-se de les implicacions socials com l'increment de les

infermetats, pandèmies, pobresa extrema, etc., que aquests problemes estretament relacionats comporten.

Aquest fet es vincula fàcilment amb les causes que estan darrere d'aquests problemes: l'aposta per un creixement insostenible (augment desproporcionat del consum de matèria i energia en un planeta de recursos limitats), causat per l'hiperconsum dels països desenvolupats i per l'explosió demogràfica (un problema que s'ha de discutir detingudament, donada la desinformació existent al respecte entre molts estudiants). I es pot seguir vinculant els problemes al assenyalar que aquest hiperconsum i l'explosió demogràfica dibuixen un marc de *forts desequilibris*, amb milers de milions de éssers humans que a dures penes poden sobreviure en els països en desenvolupament i la marginació d'amplis sectors del món desenvolupat... mentre que una quinta part de la humanitat ofereix el seu model d'hiperconsum: en els països en desenvolupament, amb menys d'una quarta part de la població mundial, consumim entre el 50% i el 90% dels recursos de la Terra, generem dos tercers part de diòxid de carboni amb les nostres fàbriques, vehicles i sistemes de calefacció que originen la major part de residus tòxics del món, les tres quartes parts del òxid que provoquen la pluja àcida, i les nostres centrals nuclears més del 95% dels residus nuclears del món. Un habitant d'aquests països consumeix tres cops més d'aigua i deu cops més d'energia que un d'un país pobre. Aquests forts desequilibris existents entre diferents grups humans, amb la imposició d'interessos i valors particular, es tradueixen per tant en tots aquests tipus de conflictes: guerres, terrorisme, activitats de les màfies i d'empreses transnacionals que imposen els seus interessos particulars escapant a tot control democràtic.

Com vegem, tota aquesta problemàtica pot abordar-se de forma funcional des de la Química (mostrant les estretes vinculacions dels problemes i com es potencien mútuament) al plantejar l'estudi de les substàncies de síntesi, que hem proposat com a exemple. Es comprèn, així, com l'estudi de la Química pot ser una ocasió privilegiada per a aproximar-se a una visió global dels problemes que afecten a la humanitat, d'estudiar l'entramat de causes i efectes que caracteritzen a la situació del món. Però recordem que no és suficient amb diagnosticar els problemes, sinó que és precís impulsar a explorar futurs alternatius i a participar en accions que afavoreixin dites alternatives. I l'estudi de les substàncies de

síntesi, de nou, torna a ser una ocasió oportuna per a analitzar les solucions a una situació insostenible.

Com a resposta a aquesta nova qüestió, es pot avançar propostes relacionades amb els tres tipus de mesures interconnectades als que ens hem referit en apartats anteriors i molt en particular a fer referència a l'important paper de la Química en la solució dels problemes que afecten a la humanitat, fer que permet introduir el concepte de Química Verda o Sostenible (Vilches i Gil Pérez, 2011).

Tot açò és possible fer-se atenent el currículum de Química i esperem que els nous continguts de Química amb les modificacions de la LOMCE ho tingui en compte i afavoreixin que els professors se n'adonen de la importància de la Química Verda en el currículum per a la formació de futurs ciutadans i professionals, fent possible la seua contribució a la construcció de societats sostenibles.

3.3.6 Avanços en el camp de la Química Verda. Contribucions a la Ciència de la Sostenibilitat

Com ja hem assenyalat en el capítol anterior, diverses àrees de coneixement estan fent contribucions des de fa temps al tractament dels problemes socioambientals. Ens trobem amb nombrosos treballs d'ecologia industrial, enginyeria per al medi ambient, economia verda (baixa en carboni), educació ambiental, Química per a la Sostenibilitat, etc. No obstant això, s'ha començat a comprendre que dites contribucions són insuficients i que es precisa una nova àrea de coneixement, una *Ciència de la Sostenibilitat*, que les integre totes, que integre camps aparentment tan allunyats com, per exemple, el de l'economia i el de l'estudi de la biodiversitat, però que tenen en comú el referir-se a accions humanes que afecten a la natura (Kates et al., 2001). Es fa evident, doncs, la necessitat d'abordar globalment, sense reduccionismes, el sistema cada vegada més complex constituït per les societats humanes i els sistemes naturals amb els quals interaccionen i dels que formen part. Aquesta és la raó de ser de la naixent Ciència de la Sostenibilitat, que té com a objectiu explícit contribuir a la transició a la Sostenibilitat (Clark i Dickson, 2003), és a dir, assenyalar el camí cap a una societat sostenible (Komiya i Takeuchi, 2006).

És necessari insistir, per una altra banda, en que el desenvolupament de la Ciència de la Sostenibilitat afavoreix a les pròpies ciències de les que es nodreix. Així podem referir-nos a com la indústria química s'està beneficiant dels avanços en energies renovables i molt en particular en les d'aprofitament de biomassa. Molts processos químics industrials són altament dependents del petroli com matèria primera, competint amb el seu ús com a combustible. Són importants els progressos aconseguits en l'ús de biomassa (no destinada a l'alimentació) per a l'obtenció de productes essencials (des de plàstics i teixits sintètics a medicaments) sense tenir que recórrer al petroli com a matèria prima (Steinfeld, 2006).

Un desenvolupament de la Química per a la Sostenibilitat que es veurà cada cop més enriquit pel cos integrat de coneixements que està construint la Ciència de la Sostenibilitat i al que, al seu torn, les diferents àrees va a seguir contribuint amb l'objectiu comú de fer possible la transició a societats sostenibles. Les diferents ciències i l'educació han de contribuir a aquest procés, sense reduccionismes ni distorsions, caminant junts qui, vinculats a diferents tradicions, persegueixen els mateixos objectius.

A continuació, per tal de comprendre el desenvolupament que aquest camp de la química té en l'actualitat, ens detindrem en els últims avanços realitzats en el camp de la Química Verda que entre altres han sigut presentats en diversos congressos o conferències. Veure això, pot ajudar a comprendre l'important paper que la Química Verda està jugant i ha de jugar en les nostres societats i, per tant, la necessitat de donar-ho a conèixer a l'ensenyament de la química i la formació del professorat.

Així, molt recentment, l'Abril de 2016 Elviver's va organitzar la 1a Green and Sustainable Chemistry Conference a Berlin (Alemanya). Aquesta nova i important conferència va ser recolzada per *Sustainable Chemistry & Pharmacy* i va reunir diferents investigadors del món acadèmic i indústries per tal de comunicar i compartir les últimes novetats en el camp de la Química Verda. Un aspecte únic d'aquesta conferència és el seu ampli abast, dirigint-se a molts i diversos camps de la Química Verda i Sostenible, mentre que altres trobades en aquest àmbit es centren principalment en els aspectes de síntesi.

Els aspectes tractats van ser:

- Els recursos minerals i reciclatge

- Les fonts no fòssils per a la vella i la nova molècules orgàniques
- Síntesi i dissolvents
- Catàlisi i l'Enginyeria
- Productes Verds i Sostenibles
- Substància Sustentables i fluxos de matèria
- Energies renovables
- Nous models de negoci
- Ètica, legislació i economia

A la Societat Catalana de Química aquest any passat 2016, s'ha realitzat una jornada a la Universitat de Girona sobre els processos Químics Sostenibles, l'objectiu d'aquesta jornada ha sigut donar a conèixer alguns aspectes de la Química Verda tant des del punt de vista acadèmic com industrial. Aquesta activitat ha estat adreçada tant als estudiants de la Facultat de Ciències de la Universitat de Girona com al públic en general.

En aquesta jornada s'expliquen com la indústria aplica els aspectes mediambientals i de Química Verda als dissenys en els processos industrials. A més a més s'ha realitzat una xerrada sobre l'ús dels catalitzadors i la seva reutilització en diferents exemples de reaccions químiques i dels enzims com alternativa als clàssics catalitzadors en els processos industrials.

Una altra conferència, aquesta a nivell més internacional, és La *2nd International Conference on Green Chemistry and Technology (ICGT)* realitzada a Sanya (Xina, 2016) al mes de desembre. En aquesta conferència s'han tractat els últims resultats de la investigació i mètodes d'investigació avançada en Química Verda. Aquesta conferència ha reunit a acadèmics, investigadors, enginyers i tecnòlegs de tot el món per tal de presentar els últims resultats en investigació.

En febrer del 2017, l'Associació de Químics de la Comunitat Valenciana (AQCv), amb la col·laboració de la Delegació del Consell d'Investigacions Científiques de la Comunitat Valenciana (CSIC), ha realitzat un acte per tal de contribuir a la divulgació de les Ciències en general i de la Química, en particular, amb la finalitat de sensibilitzar a la societat i als

mitjans de comunicació sobre la contribució de la Química a la Sostenibilitat i per tant a millorar la qualitat de vida de les persones. En aquesta sessió va tenir lloc el recolzament de la Declaració de la Química, apadrinada pel Premi Nobel de Química, Jean Marie Lehn, i proclamada en Madrid el 16 d'abril de 2002, en un acte celebrat en el Consell Superior d'Investigacions Científiques. El 13 de setembre de 2016, dins del 6th EuCheMS Chemistry Congress en Sevilla, es va redactar la II Declaració Internacional de la Química; alguns dels seus signants són: Jean-Marie Pierre Lehn, Premi Nobel de Química 1987, Antón Valero, president de la Federació Empresarial de la Indústria Química Espanyola, Robert Parker, president de la Royal Society of Chemistry del Rei Unit i Avelino Corma, Premi Príncep d'Astúries 2014, entre molts altres. El document aprovat a la sessió de la Comunitat Valenciana està centrat en els següents punts:

1. És necessari enfortir la conscienciació social al voltant de l'incalculable valor que aporta la ciència en general, i de manera molt particular la Química, a tots els àmbits de la nostra quotidianitat, i que ens ha conduït a gaudir d'una qualitat de vida i d'un benestar sense precedents gràcies als avanços aconseguits.
2. És necessari que tant des de la Comunitat Científica com des de els poders públics es promogui de manera constant la confiança social i suport públic a la ciència com a font de coneixement que ha permès avançar a la Humanitat front a extrems i arguments mancats de qualsevol base lògica i racional en els que es basa.
3. És necessari, per a fomentar aquest reconeixement social, que els Governos, Administracions, líders polítics i empresarials i tota la societat civil en el seu conjunt promoguin l'excel·lència en l'educació científica, la investigació i la innovació tecnològica, així com la difusió d'informació objectiva i veraç sobre la ciència Química i les seves aplicacions.
4. És necessari reconèixer, valorar i donar suport a la fonamental feina dels científics i científiques que investiguen i desenvolupen els productes i aplicacions, la feina del personal docent en la formació científica de les generacions futures des de les primeres etapes de l'educació fins a l'ensenyament més especialitzat, així com de les empreses professionals i treballadors que, en últim lloc, generen els productes i

beneficis econòmics i socials que precisa la ciutadania. Sense tots ells, la resolució dels desafiaments globals per part de la Química no seria possible.

5. És necessari que les Autoritats i Administracions potencien a través de la seua activitat el desenvolupament industrial de la Química i la seua competitivitat en aquest sector, el qual permet traslladar els avanços del laboratori al dia a dia de les persones i transferir a la ciutadania els avanços derivats de la investigació. Estendre globalment aquests avanços i descobriments deu ser una prioritat.

6. És necessari que el coneixement científic estiga en la base de la presa de decisions de caràcter regulatori, assegurant així que el disseny i implementació de polítiques i legislacions dirigides a garantir la protecció de les persones i del medi ambient s'ajusten sempre al rigor científic.

7. És necessari que des de tots els àmbits, ja siguin públics com privats, s'aposte de manera continuada per la I+D+I entenent aquesta no sols com una eina fonamental per a crear avantatges competitives sostenibles, sinó també com un compromís amb les generacions futures, a les quals volem deixar com a llegat un món més equilibrat i sostenible.

8. És necessari posar en valor l'aportació de la Química a un nou model d'Economia Circular que formarà part de la solució al continu creixement de la població del planeta, permetent que els residus es converteixin en nous productes per a racionalitzar l'ús de recursos.

9. En línia amb els Objectius del Desenvolupament Sostenible marcats per l'ONU, és necessari el compromís de la Química amb la protecció del planeta i els seus recursos naturals de forma continuada. La construcció de societats més justes i inclusives requereix d'un desenvolupament econòmic sostenible basat en l'eficiència i l'ús responsable dels recursos.

En el mateix sentit, en Octubre de 2017 en Atlanta (Georgia, USA) es realitza la 4th International Conference on *Past and Present Research Systems of Green Chemistry* . Aquestes conferències s'han consolidat com un fòrum important per als investigadors

químics, professionals de les indústries i acadèmics per a recopilar i intercanviar idees dels avanços que s'estan donant en aquest camp. Entre d'altres es tracten temes com:

- Catàlisi Verda
- Aplicacions de la Química Verda
- Noves tendències en la Química Verda
- Aplicacions industrials de la Química Verda
- Seguretat Ambiental i Sostenibilitat
- ...

Una vegada s'han fonamentat les hipòtesis que orienten aquest treball, al capítol següent es presentaran els dissenys experimentals per tal de posar a prova la primera hipòtesi.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES CAPÍTOL 3

AAAS (1990). *Science for all americans. A project 2061 report on literacy goals in Science, Mathematics, and Technology*. New York: Oxford University Press.

AAAS (1993). *Benchmarks for Science Literacy: A project 2061 report*. New York: Oxford University Press.

Acevedo J.A. (2004). Reflexiones sobre las Finalidades de la Enseñanza de las Ciencias: Educación científica para la ciudadanía, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-16.

Acevedo Díaz, J.A., Vázquez Alonso, A., Manassero Mas, M.A. i Acevedo Romero, P. (2003). Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3), 353-376.

Anderson, A. (1997a). *Media, Culture and Society*. Londres: UCL.

Anderson, A. (1997b). *Media, Culture and the environment*. Pensilvania: UCL Press.

Ausubel, D.P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive view*. New York: Holt.

Ausubel, D.P. (1978). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. Mexico: Trillas.

Aznar, P., Martínez-Agut, M. P., Palacios, B., Piñero, A. i Ull, A. (2011). Introducing sustainability into university curricula: an indicator and baseline survey of the views of university teachers at the University of Valencia, *Environmental Education Research*, 17(2), 145-166.

Aznar, P. i Ull M.A. (2009). La formación de competencias básicas para el Desarrollo Sostenible: el papel de la universidad. *Revista de Educación*. Nº Extra. MEC, 219-239.

Aznar, P., Ull, M.A., Martínez Agut, M.P. i Piñero, A. (2017). Evaluar para transformar: evaluación de la docencia universitaria bajo el prisma de la Sostenibilidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(1), 5-27.

Bell, B. F. i Pearson, J. (1992). Better Learning, *International Journal of Science Education*, 14(3), 349-361.

Burbules, N. i Linn, M. (1991). Science education and philosophy of science: congruence or contradiction?, *International Journal of Science Education*, 13 (3), 227-241.

Bybee, R. (1991). Planet Earth in crisis: how should science educators respond? *The American Biology Teacher*, 53 (3), 146-153.

Bybee, R. (1997). Towards an Understanding of Scientific Literacy. En Graeber, W., Bolte, C. (Eds) *Scientific Literacy*. Kiel: IPN.

Bybee, R. i De Boer, G.B. (1994). Research on goals for the science curriculum, en Gabel, D.L. *Handbook of Research en Science Teaching and Learning*. New York: McMillan P.C.

Caamaño, A. i Izquierdo, M. (2003). El currículum de química del bachillerato en Cataluña: todavía muy lejos de una química contextualizada, *Alambique*, 36, 60-67.

Caamaño, A. i Vilches, A. (2001). La alfabetización científica y la educación CTS: un elemento esencial de la cultura de nuestro tiempo, *Enseñanza de las Ciencias*, núm. extra, tomo 2 (VI Congreso), 21-22.

Calero, M. (2003). *La atención de la prensa a la situación de emergencia planetaria*. Trabajo de Investigación de Tercer Ciclo. Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i Socials, Universitat de València.

Calero, M. (2007). *La atención de la prensa a la situación de emergencia planetaria*. Tesis Doctoral. Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals. Universitat de València.

Calero, M., Gil-Pérez, D. i Vilches, A. (2006). La atención de la prensa a la situación de emergencia planetaria, *Didáctica de las Ciencias experimentales y Sociales*, 20, 69-88.

Calero, M., Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2013). Necesidad de la transición a la sostenibilidad: papel de los medios de comunicación en la formación ciudadana, *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 27, 235-254.

Callejas Restrepo, M.M., Vázquez Alonso, A., Ochoa Camacho, E., (2016). Contrucción del conocimiento didáctico del contenido sobre un tema CTS (La unión de dos culturas) por una profesora universitaria al aplicar una secuencia de enseñanza y aprendizaje, *Revista Indagatio*, 8(1), 3558-3578.

Cañal, P. (2006). La alfabetización científica en la infancia, *Aula de Infantil*, 33, 5-9.

Carrascosa, J. (2005a). El problema de las concepciones alrtnativas en la actualidad (Parte I). Análisis sobre las causas que las originan y/o mantienen, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 183-208.

Carrascosa, J. (2005b). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte II El cambio en las concepciones alternativas, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 388-402.

Carrascosa, J., Gil Pérez, D. i Valdés, P. (2005). ¿Cómo hacer posible el aprendizaje significativo de conceptos y teorías? En: Gil- Pérez, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo, C., Valdés, P. i Vilches, A. (Eds.). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago: OREALC/UNESCO.

Carrascosa, J., Martínez Torregrosa, J., Furió C. i Guisasola, J. (2008). ¿Qué hacer en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria?, *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 5 (2), 118-133.

Carretero, M. i Voss, J. (1994). *Cognitive and instructional processes in history and the social sciences*. Earlbaum: New Jersey.

Casullo, P. (2016). *Introducción de conceptos de Química Verde en Educación Secundaria: ventajas y desafíos*. Tesis doctoral. Universidad de Uruguay.

Chade Vergara, P., O.(2014). Superación de las visiones deformadas de las ciencias a partir de la incorporación de la historia de la física a la enseñanza, *Eureka*, 11(1), 34-53.

Chalmers, A. (1990). *La ciencia y cómo se elabora*. Madrid: Siglo XXI.

Chamizo, J.A. (2011). La imagen pública de la Química, *Educación Química*, 22(4), 320-331.

Chrobak, R. (1998). *Metodologías para lograr aprendizaje significativo*. Universidad Nacional de Comahue. Argentina: Editorial EDUCO.

Chun, S., Oliver, J.S., Jackson, D.F. i A. Kemp. (1999). *Scientific Literacy: An Educational Goal of the Past Two Centuries. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, Boston: MA.

Clark, W. C., i Dickson, N. M. (2003). Sustainability science: the emerging research program, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(14), 8059-8061.

De Boer, G. B. (1997). Historical perspectives on scientific literacy. En W. Gräber i C. Bolte (Eds.), *Scientific Literacy: An International Symposium*, 69-86. Kiel: IPN.

De Boer, G. B. (2000). Scientific literacy: *another look* at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform, *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.

Declaració de Budapest (1999). Marco General de Acció de la Declaració de Budapest. <http://www.oei.org.co/cts/budapest.htm>.

Delors, J. (Coord.) (1996). *La educación encierra un tesoro*. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI. Madrid: Santillana.

Dillon, J. (2009). On Scientific Literacy and curriculum reform, *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 201-213.

Dimopoulos, K. i Koulaidis, V. (2003). Science and Technology Education for citizenship: the potencial role of the press, *Science Education*, 87, 241-256.

Driver, R. i Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science, *Studies in Science Education*, 13, 105-122.

Duarte, C.M. (2006). *Cambio global: Impacto de la actividad humana sobre el sistema*. Madrid: CSIC.

Dunbar, R. (1999). *El miedo a la ciencia*. Madrid: Alianza.

Duschl, R. (1990). *Restructuring science education: The role of theories and their importance*. New York: Teacher College Press, Columbia University.

Duschl, R. (1995). Más allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual, *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 3-14.

Edwards, M. (2003). *La atención a la situación del mundo en la educación científica*. Tesis doctoral. Universitat de València.

Edwards, M., Gil Pérez, D., Vilches, A. i Praia, J. (2004). La atención a la situación del mundo en la educación científica, *Enseñanza de las Ciencias*, 22(1), 47-63.

Edwards, M., Gil, D., Vilches, A. i Praia, J. (2005). La atención a la situación de emergencia planetaria en revistas de didáctica de las ciencias y educación científica. En Pedro Membiela i Yolanda Padilla (Eds.) (2005). *Retos y Perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en los inicios del siglo XXI*. Educación Editora ISBN 84-689-3283-3.

Espinet, B. (1999). Los problemas ambientales (PA) y la Educación Ambiental: una reflexión, *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 7, 2-7.

FECYT (2007). *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España 2006*. Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.

Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A. i Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza, *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477-488.

Ferreira-Gauchía, C., Vilches, A. i Gil-Pérez, D. (2012). Concepciones docentes acerca de la naturaleza de la tecnología y de las relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente en la educación tecnológica, *Enseñanza de las Ciencias*, 30(2), 253-272.

Fourez, G. (1997). Scientific and Technological Literacy, *Social Studies of Science*, 27, 903-936.

Fraser, B. J., Tobin, K. G., i McRobbie, C. J. (Eds). (2012). *Second international handbook of science education*. Dordrecht: Springer.

French, H., Gardner, G. i Assadourian, E. (2005). Sentando las bases para la paz. En Worldwatch Institute. *La situación del mundo 2005*. Barcelona: Ed. Icaria.

Furió, C. (2006). La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la Química. Una cuestión controvertida, *Educación Química*, 17, 222-227.

Furió, C. i Gil, D. (1978). *El programa-guía: una propuesta para la renovación de la Didáctica de la Física y la Química en el Bachillerato*. ICE. Universitat de València.

Furió C. i Guisasola J. (1998). Construcción del concepto de potencial eléctrico mediante el aprendizaje por investigación, *Revista de Enseñanza de la Física*, 11(1), 25-37.

Furió, C. i Vilches, A. (1997). Las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias y las relaciones CTS, en Del Carmen (Coor): *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori, 47-71.

Furió, C., Vilches, A., Guisasola, J. i Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica?, *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (3), 365-376.

Furió, C., Vilches, A., Guisasola, J. i Romo, V. (2002). Spanish teachers' views of the goals of science education in secondary education. *Research in Science & Technological Education*, 20, 1, 39-52.

Gadea, I., Vilches, A. i Gil-Pérez, D. (2009). Posibles usos de la prensa en la educación científica y tecnológica. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 23, 153-169.

Gallegos, N. R. (1997). *Una sola conciencia. Enfoque holístico sobre el futuro de la humanidad*. México: Pax.

García, A. i Castro, M. A. (2014). Evolución de las creencias de los alumnos de secundaria sobre la relación ciencia y tecnología, *Avances en ciencia e ingeniería*, 5(3), 95-102.

García, C. (2015). La percepción de la ciencia, tecnología e innovación en estudiantes del nivel medio y medio superior de la zona metropolitana de Guadalajara, México, *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 6(11), 100-121.

García-Carmona, A., Criado, A. M., Cañal, P. (2014). Alfabetización científica en la etapa 3-6 años: un análisis de la regulación estatal de enseñanzas mínimas, *Enseñanza de las ciencias*, 32(2), 131-149.

García-Ruiz, M., Maciel Magaña, S., i Vázquez Alonso, A., (2014). La ciencia, la tecnología y la problemática socioambiental: secuencias de enseñanza-aprendizaje para promover actitudes adecuadas en los futuros profesores de Primaria, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 13(3), 267-291.

Gardner, P. L. (1975). Attitudes to Science, *Studies in Science Education*, 2, 1-41.

Garritz, A. (2009). Química Verde y reducción de riesgos, *Educación Química*, 20(4), 394-397.

Garritz, A. (2011). Las contribuciones de la Química al bienestar humano, *Educación Química*, 22(1), 2-7.

Gavidia, V. (2005). Los retos de la divulgación y enseñanza científica en el próximo futuro, *Revista Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 19, 91-102.

Gavidia, V. (2008). Las actitudes en la educación científica, *Revista Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 22, 53-66.

Gayford, C. (1993). Where are we now with environment and education? *International Journal of Science Education*, 15(5), 471-472.

Gayford, C. (1998). The Perspectives of Science Teachers in relation to Current Thinking about Environmental Education, *Research in Science & Technological Education*. 16(2), 101-113.

Geli, A. M. (2000). La evaluación de los procesos y de los resultados de la enseñanza de las ciencias, en Perales, J. y Cañal, P. (Eds.) *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Marfil.

Geli, A.M. (2005). *La Formació per a la sostenibilitat a les universitats*. ISBN: 84-393-6945, Barcelona: Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya.

Geli, A. M. (2009). Cómo ambientalizar los estudios superiores, *Cuadernos de pedagogía*, 392, 34-35.

Geli, A.M., Junyent, M. i Arbat, E. (2005). La sostenibilidad en la formación inicial del profesorado: aplicación del modelo ACES, *Enseñanza de las Ciencias*, número extra VII Congreso. <http://www.blues.uab.es/~sice23/>.

Geli, A.M., Junyent, M. i Sánchez, S. (Eds.). (2004). Acciones de intervención y balance final del proyecto de Ambientalización Curricular de los Estudios Superiores. Girona: UdG-red ACES.

Gil, D. (1983) Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*,1(1),26-33.

Gil, D. (1993). Enseñanza de las Ciencias. En Gil, D. i De Guzmán, M. (1993). *Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. Tendencias e Innovaciones. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)*. Madrid: Editorial Popular.

Gil, D. i Carrascosa, J. (1994). 'Bringing Pupils' Learning Closer to a Scientific Construction of Knowledge: A Permanent Feature in Innovations in Science Teaching'. *Science Education*, 78(3), 301-315.

Gil, D., Carrascosa, J. Furió, C. i Martínez Torregrosa, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. ICE/Universidad de Barcelona. Barcelona: Horsori.

Gil-Pérez, D., Carrascosa, J., Dumas-Carré, A., Furió, C., Gallego, N., Gené, A., González, E., Guisasola, J., Martínez, J., Pessoa, A. Salinas, J., Tricárico, H. i Valdés, P. (1999). ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 503-512.

Gil, D., Gavidia, V., Vilches, A. i Martínez-Torregrosa, J. (1998). La educación científica ante las actuales transformaciones científico-tecnológicas, *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 12, 43-63.

Gil-Pérez, D., Guisasola, J., Moreno, A., Cachapuz, A., Pessoa, A., Martínez, J., Salinas, J., Valdés, P., González, E., Gené, A., Dumas, A., Tricárico, H. i Gallego, R. (2002), Defending constructivism in science education, *Science & Education*, 11, 557-571.

Gil-Pérez, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo, C., Valdés, P. i Vilches, A. (Eds.) (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago de Chile: OREALC/ UNESCO.

Gil, D. i Martínez Torregrosa, J. (1987). Los programas-guía de actividades: una concreción del modelo constructivista del aprendizaje de las ciencias, *Investigación en la Escuela*, 3, 3-12.

Gil-Pérez, D. i Martínez Torregrosa, J. (2005). Para qué y cómo evaluar. La evaluación como instrumento de regulación y mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje. En: Gil- Pérez et al.

(Eds.). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago de Chile: OREALC/ UNESCO.

Gil-Pérez, D. i Vilches, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. *Investigación en la Escuela*, 43, 27-37.

Gil Pérez, D. i Vilches, A. (2004a). La formación del profesorado de ciencias secundaria y de universidad. La necesaria superación de algunos mitos bloqueadores. *Educación Química*, Vol. 15(1), 43-51.

Gil Pérez, D. i Vilches, A. (2004b). Contribución de la ciencia a la cultura ciudadana. *Cultura y Educación* 16(3), 259-272.

Gil Pérez, D. i Vilches, A. (2006). ¿Cómo puede contribuir el Proyecto PISA a la mejora de la enseñanza de las ciencias y de otras áreas de conocimiento? *Revista de Educación*, núm. extraordinario, 295-311.

Gil Pérez, D., Vilches, A., Astaburuaga, R. i Edwards, M. (2000). La atención a la situación del mundo en la educación de futuros ciudadanos y ciudadanas, *Investigación en la escuela*, 40, 40-56.

Gil Pérez, D., Vilches, A., Edwards, M., Praia, J., Marques, L. i Oliveira, T. (2003). A proposal to enrich teachers' perception of the state of the world. First results, *Environmental Education Research*, 9(1), 67-90.

Gil Pérez, D., Vilches, A. i Ferreira-Gauchía, C. (2010). Overcoming the Oblivion of Technology in Physics Education. In Vicentini, M. i Sassi, E. (Editors). *Connecting Research in Physics Education with Teacher Education*. ICPE (International Commission on Physics Education). pp. 51-71. ISBN 0-9507510-5.

Gil Pérez, D., Vilches, A., Toscano, J.C. i Macías, O. (2006). Década de la Educación para un futuro sostenible (2005-2014). Un necesario punto de inflexión en la atención a la situación del planeta, *Revista Iberoamericana de Educación*, 40, 125-178.

Gil-Pérez, D., Vilches, A. i Ferreira-Gauchía, C. (2008). Overcoming the Oblivion of Technology in Physics Education. In Vicentini, M. & Sassi, E. (Editors) *Connecting Research in Physics Education with Teacher Education*. ICPE (International Commission on Physics Education, <http://web.phys.ksu.edu/icpe/Publications/index.html>).

Giordan, A. (1982). *La enseñanza de las Ciencias*. Madrid: Pablo del Río.

Gräber, W. i Stork, H. (1984). Die Entwicklungs psychologie Jean Piagets als Mahnerin und Helferin im natur wissenschaftli-chen Unterricht, *Der Mathematische und naturwissen-schaftliche Unterricht*, 37(4), 193-201.

Guilbert, L. i Meloche, D. (1993). L'idée de science chez des enseignants en formation: un lieu entre l'histoire des sciences et l'hétérogénéité des visions?, *Didaskalia*, 2, 7-30.

Guisasola J. i De La Iglesia R. (1997). 'Erein Projectua': Proyecto de Ciencias para la ESO basado en el planteamiento de situaciones problemáticas, *Alambique*, 13, 83-93.

Hodson, D. (1992). In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education*, 14(5), 541-566.

Hodson, D. (1993). Philosophy stance of secondary school science teachers, curriculum experiences and children's understanding of science: some preliminary findings, *Interchange*, 24(1 i 2), 41-52.

Holbrook, J. (2000). School Science Education for the 21st Century - Promoting Scientific and Technological Literacy (STL). En línea en Wirescript Magazine - Education. <http://wirescript.com/magazine/jh0001.htm>.

Holton, G. (1996). *Einstein, history, and other passions: the rebellion against science at the end of the twentieth century*. Harlow: Addison-Wesley Pub.Co.

Huertas Ortiz, D.Z. i Usaquén Hernandez, K.L. (2015). Secuencia de enseñanza de conceptos fundamentales generales de química orgánica e hidrocarburos: una propuesta centrada desde la resolución de problemas de tipo CTSA, *Revista del Sistema de Práctica Pedagógica y Didáctica*, 54, 23-34.

Izquierdo, M. (1996). Cognitive Models of Science and the Teaching of Science. History of Science and Curriculum. *European Research in Science Education*, 2, 106-117.

Izquierdo, M. (2000). Fundamentos epistemológicos de la didáctica de las ciencias. En: F. Perales y P. Cañal (eds.). *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Marfil: Alcoy.

Izquierdo, M. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar, *Journal of the Argentine Chemical Society*, 92(4/6), 115-136.

Izquierdo, M. (2006a). La educación química frente a los retos del tercer milenio, *Educación Química*, núm extraordinario, 286-299.

Izquierdo, M. (2006b). Por una enseñanza de las ciencias fundamentada en valores humanos, *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(30), 867-882.

Izquierdo, M., Caamaño, A. i Quintanilla, M. (2007). *Investigar en la enseñanza de la Química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar*. España: Universidad Autónoma de Barcelona.

Jiménez M.P. (1998). Diseño curricular: indagación y razonamiento en el lenguaje de las ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 203-216.

Jiménez Liso, R. i De Manuel Torres, E. (2009). El regreso de la química cotidiana: ¿regresión o innovación? *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, Vol. 27 (2) 257-272.

Jiménez-Liso, M.R., Hernández-Villalobos, L. i Lapetina, J. (2010). Dificultades i propuestas para utilizar las noticias científicas de la prensa en el aula de ciencias, *Revista Eureka sobre enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(1), 107-126.

Jiménez-Liso, M.R., López Gay, R., Márquez, M.M. (2010). Química y cocina: del contexto a la construcción de modelos, *Alambique*, 65, 33-44.

Jiménez-Liso, M.R., Sánchez, M.A i de Manuel, E. (2001). Aprender química de la vida cotidiana más allá de lo anecdótico. *Alambique*, 28, 53-62.

Jiménez-Liso, M.R., Sánchez, M.A. i De Manuel, E. (2003). Química cotidiana: ¿amenizar, sorprender, introducir o educar?, en Pinto, G. (coord.). *Didáctica de la Química y Vida cotidiana*, 15-23. Madrid: Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Madrid.

Kates, R.W., Clark, W.C., Corell, R., Hall, J.M., Jaeger, C.C., Lowe, I., McCarthy, J.J., Schellnhuber, H.J., Bolin, B., Dickson, N.M., Faucheux, S., Gallopin, G.C., Grüber, A., Huntley, B., Jäger, J., Jodha, N.S., Kasperson, R.E., Mabogunje, A., Matson, P., Mooney, H., Moore, B., O’Riordan, T. i Svedin, U. (2001). Sustainability science, *Science*, 292,641–642.

Komiyama, H. i Takeuchi, K. (2006). Sustainability science: building a new discipline, *Sustainability, Science*, 1 (1), 1-6.

Lawson, A. E. (1978). The development and validation of a class-room test of formal reasoning, *Journal of Research in Science Teaching*, 15(1), 11-24.

López, J., Gil-Pérez, D., Vilches, A. i González, E. (2005). Papel de la Energía en nuestras vidas. Una ocasión privilegiada para el estudio de la situación del mundo, *Revista de Enseñanza de la Física*, 18, 2, 53-91.

Marco, B. (2000). La alfabetización científica. En Perales, F. y Cañal, P. (Eds.): *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 141-164. Alcoi: Marfil.

Marco, B. (2004). Alfabetización científica: un puente entre la ciencia escolar y las fronteras científicas, *Cultura y Educación*. 16 (3), 273-288.

Marques, L., Vilches, A., Gil- Pérez, D., Praia, J. i Thompson, D. (2008a). The Current Planetary Crisis: a Missing Dimension in Science Education, en Azeteiro, U.M., Gonçalves, F., Pereira, R., Pereira, M.J., Leal-Filho, W. and Morgado, F., *Science and environmental education. Towards the integration of Science Education, Experimental Science Activities and Environmental Education*, 25-47.

Marques, R., Pedrosa, A., Paixao, F., Martins, I., Caamaño, A., Vilches A., i Martín Díaz, M. J. (Coord.) (2008b). *Ciencia, Tecnología y Sociedad en la Enseñanza de las Ciencias. Educación Científica y desarrollo Sostenible*. V Seminario Ibérico/ I Iberoamericano de CTS no Ensino das Ciências, Aveiro: Universidade de Aveiro.

Martins, I. (Coord.). (2000). *O Movimento CTS na Península Ibérica*. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Martins, I., Paixão, F. i Marques Vieira, R. (Eds.) (2004). *Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciências*. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Matthews, M. R. (1991). Un lugar para la historia y la filosofía en la enseñanza de las Ciencias, *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 11-12, 141-155.

Mazarío Triana, I. I Mazarío Triana, A.C. (2003). *El constructivismo: Paradigma de la escuela contemporánea*. Cuba: Universidad de Matanza.

Mead, M. i Métraux, R. (1973). Image of the scientists among high-school students. In: Eiduson, B., Beckman, L., *Science as a career choice*. New York.

Medir, R.M., Heras, R. i Geli, A.M. (2014). Guiding documents for environmental education centres: an analysis in the Spanish context, *Environmental Education Research*, 20(5), 680-694.

Mendes Sandri M.C. i Santin Filho, O. (2016). Construindo saberes docentes na formação didático-pedagógica de licenciados em Química através do enfoque CTSA, *Revista Indagatio*, 8(1), 3867-3885.

Montagut, P., Nieto, E. i Sansón, C. (2006). Química Verde y Microescala: por un futuro mejor, *Alambique*, 12(47), 86-94.

Moreno Yus, M. A. i Bolarín Martínez, M. J. (2015). Análisis de los procesos educativos y organizativos para la sostenibilidad: una propuesta de cambio, *Foro de Educación*, 13(19), 35-53.

Novak, J. D. (1982). *Teoría y práctica de la educación*. Madrid: Alianza.

Novo, M. (2005). Educación ambiental y educación no formal: Dos realidades que se realimentan, *Revista de Educación*, 338, 145-165.

Occelli, M. i Valeiras, N. (2013). Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: Una revisión bibliográfica, *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 133-152.

OCDE (2006). *Evaluación de la Competencia Científica, Matemática y Lectora: Un marco teórico para PISA 2006*. Paris: OECD.

Ochoa Camacho, E. i Gutiérrez Gómez, G.L. (2013). Actitudes frente a la relación CTS de estudiantes de licenciatura en ciencias naturales, *Praxis & Saber*, 4(7), 245-264.

Oliver, J.S., Jackson, D.F., Chun, S., Kemp, A., Tippins, D.J., Leonard, R., Kang, N.H. i Rascoe, B. (2001). The Concept of Scientific Literacy: A View of the Current Debate as an Outgrowth of the Past Two Centuries. *Electronic Journal of Literacy through Science*, 1(1), 1-33.

Oliveros Ruíz, M. A., Vargas Osuna, L. E., Valdez Salas, B. i Sevilla García, J. J. (2014). *Concepción de la ciencia, tecnología y sociedad de los estudiantes de Ingeniería de dos instituciones de educación superior del espacio común*. Universidad Politécnica de Baja California e Instituto Tecnológico de Mexicali.

Olmedo Estrada, J.C. (2011). Educación y Divulgación de la Ciencia: Tendiendo puentes hacia la alfabetización científica, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(2), 137-148.

Orr, D. W. (1995). Educating for the Environment. Higher education's Challenge of the Next Century. *Change*, May/June, 43-46.

Osborne, J. F. (2006). *Hacia una "Ciencia para Todos": El papel de las Ideas, la Evidencia y la Argumentación*. La cultura científica en la escuela, María José Sáez Brezmes (Coordinadora). Valladolid: Universidad de Valladolid, Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial.

Osborne, J. F., Simon, S. i Collins, S. (2003). Attitudes towards Science: A Review of the Literature and its Implications, *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.

Osuna, L., Verdú, R. i Martínez Torregrosa, J. (2002). Enseñar y aprender en una estructura problematizada, *Alambique*, 34, 47-55.

Pascual, J. A., Esteban, G., Martínez, R., Molina, J. i Ramírez, E. (2000). La integración de la educación ambiental en la ESO: datos para la reflexión, *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 227-234.

- Pedretti, E. (2002). T. Kuhn Meets T. Rex: Critical Conversations and New Directions in Science Centers and Science Museums, *Studies in Science Education*, 37, 1-42.
- Pedretti, E. (2004). Perspectives on learning through critical issues-based science center exhibitions, *Science Education*, 88(1), 34-47.
- Pedretti, E. (2006). Informal Science Education: critical Conversations and New Directions (Editorial), *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 6(1), 1-4.
- Penick, J.E. i Yager, R. E. (1986). Trends in science education: some observations of exemplary programme in the United States, *European Journal of Science Education*, 8(1), 1-8.
- Perales, F.J. (1996). La evaluación en la Didáctica de las Ciencias. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 27, 179-188.
- Pérez de las Heras, M. (1997). *La conservación de la naturaleza*, Madrid: Ed. Acento.
- Pérez, A. (2005). *Evaluación nacional de actitudes y valores hacia la ciencia en entornos educativos*. Madrid: FECYT.
- Pessoa de Carvalho A. i Gil-Pérez, D. (1995), *Formação de professores de ciências. Tendências e inovações*. São Paulo: Cortez Editora.
- Piaget, J. (1969). *El nacimiento de la inteligencia en el niño*. Madrid: Aguilar, S. A.
- Porras Contreras, Y. A. (2014). Una propuesta de aprendizaje de “la estructura de la materia” desde la perspectiva Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), *Góndola*, 9(1), 89-97.
- Pozo, J. (1997). La crisis de la educación científica, ¿volver a lo básico o volver a constructivismo?, *Alambique*, 14, 91-104.
- Pozo, J. i Gómez Crespo, M. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Ediciones Morata, S.L.
- Praia, J., Gil Pérez, D. i Edwards, M. (2000). Percepções de professores de ciências portuguesas e espanhóis da situação do mundo, *O Movimento CTS na Península Ibérica* (Universidade de Aveiro: Aveiro), 147-160.
- Rennie, L., Feher, E., Dierking, L. i Falk, J. (2003). Towards an Agenda for Advancing Research on Science Learning in Out-of-School Settings, *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 112-120.
- Robles, A., Solbes, J., Cantó, J.R. i Lozano O.R. (2015). Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar en el primer ciclo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 361-376.
- Rocard, M., Csemerly, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. i Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission: Community Research.
- Rojas, J. C., Urdaneta, E. M., i Guevara, L. B. M. (2014). Estrategias para el aprendizaje significativo de procesos de fabricación mediante orientación constructivista, *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, (75), 92-103.
- Sanmartí, N., Simón, M. i Márquez, C. (2006). La evaluación como proceso de autorregulación, diez años después. *Alambique*, 48, 32-41.

- Sánchez Ron, M. (1994). El conocimiento científico prenda de felicidad? In J. Nadal (Ed.), *El mundo que viene*, pp. 221–246. Madrid: Alianza.
- Sánchez, A. L. A. S., González, P. G., i Sánchez, J. D. R. S. (2016). Motivación hacia el aprendizaje de la Química Orgánica en una Ingeniería de perfil no químico, mediante el apoyo de un Edublog, *Revista Internacional de Aprendizaje en Ciencia, Matemáticas y Tecnología*, 1(1), 34-50.
- Schibeci, R.A. (1984). Attitudes to Science: an update, *Studies in Science Education*, 11, 26-59.
- Sharp, D. (1998). Sociedad, Medios de Comunicación y Ciencia, *Quark*, 13, 48-58.
- Sjøberg, S. (1997). Scientific literacy and school science. Arguments and second thoughts. En S. Sjøberg i E. Kallerud (Eds.): *Science, technology and citizenship. The public understanding of science and technology in Science Education and research policy*, 9-28. Oslo: NIFU. En <http://folk.uio.no/sveinsj/Literacy.html>.
- Solbes, J. (2002). *Les empremtes de la Ciència. Ciència, Tecnologia, Societat: Unes relacions controvertides*. Alzira: Germania.
- Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias?, *Alambique*, 67, 53-62.
- Solbes, J., Furió, C., Gavidia, V. i Vilches, A. (2004). Algunas consideraciones sobre la incidencia de la investigación educativa en la enseñanza de las ciencias, *Investigación en la Escuela*, 52, 103-109.
- Solbes, J. i Vilches, A. (1992). El modelo constructivista y las relaciones CTS, *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (2), 181-186.
- Solbes, J. i Vilches, A. (1997). STS interactions and the teaching of Physics and Chemistry, *Science Education*, 81(4), 377-386.
- Solbes, J. i Vilches, A. (2004). Papel de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana, *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), 337-348.
- Solbes, J. i Vilches, A. (2005). Las relaciones CTSA y la formación ciudadana. En Membiela, P. y Padilla, Y. (Eds.) *Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología y Sociedad en los inicios del siglo XXI*, 15-22, Vigo: Educación Editora.
- Solbes, J., Viches, A i Gil Pérez, D. (2001). El enfoque CTS y la formación del profesorado, Pedro Membiela (Ed.), *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia Tecnología-Sociedad*. Madrid: Narcea. Capítulo 11, 163-175.
- Spektor-Levy, O., Kesner, I. i Mevarech, Z. (2013). Science and Scientific Curiosity in Pre-school. The teacher's point of view, *International Journal of Science Education*, 35(13), 2226-2253.
- Steinfeld, A. (2006). Accessibility and intelligent transportation systems. *US Department of Education, Interagency Committee on Disability Research (ICDR)*. Washington: DC.
- Tilbury, D. (1995). Environmental Education for Sustainability: defining the new focus of environmental education in the 1990s, *Environmental Education Research*, 1(2), 195-212.
- Tippins, D.J., Nichols, S.E. i Kemp, A. (1999). Cultural myths in the making: The ambiguities of science for all. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. Boston: MA.

Ull, M.A. (2008). El impacto de la actividad universitaria sobre el medio ambiente. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5, 356-366.

Ull, M.A., Martínez-Agut, M.P., Piñero, A. i Aznar-Minguet, P. (2014). Perceptions and attitudes of Teacher-Training towards environment and Sustainability, *Social and Behavioral Sciences*, 131, 453-457.

Valdés R. i Valdés P. (1999). Tres ideas básicas de la didáctica de las ciencias. En: Valdés P., Sifredo C., Núñez J. i Valdés R., *Enseñanza-aprendizaje de la Física en las condiciones contemporáneas*. La Habana: Academia.

Vázquez, A. i Manassero, M.A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: Un indicador inquietante para la educación científica, *Eureka*, 5(3), 274-292.

Vázquez-Alonso, A., i Manassero-Mas, M. A. (2012a). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 9(1), 2-33.

Vázquez-Alonso, A., Manassero-Mas, M. A. (2012b). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 2): Una revisión desde los currículos de ciencias y la competencia PISA, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 34-55.

Vázquez Alonso, A. i Manassero Mas, M.A. (2012c). Secuencias de enseñanza-aprendizaje CTS contextualizadas en química del proyecto EANCYT, *Educación Química*, 11, 32-39.

Vázquez-Alonso, A. i Manassero-Mas, A. (2016). La formación del profesorado sobre temas CTS: Un modelo para mejorar sus concepciones, *Revista Indagatio*, 8(1), 1-18.

Vigotsky, L.S. (1968). *Pensamiento y lenguaje*. La Habana: Edición Revolucionaria.

Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press.

Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2007). La necesaria renovación de la formación del profesorado para una educación científica de calidad. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 22, 67-85.

Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2010). El Programa Pisa, un instrumento para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje, *Revista Iberoamericana de Educación (RIE)*, 53, 121-154.

Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2011). Papel de la Química y su enseñanza en la construcción de un futuro sostenible, *Educación Química*, 22 (2), 103-111.

Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2012). La educación para la Sostenibilidad en la universidad: el reto de la formación del profesorado, *Profesorado*, 16 (2), 25-43.

Vilches, A., Gil Pérez, D., Edwards, M. i Praia, J. (2003). Science Teachers' Perceptions of the Current Situation of Planetary Emergency. En Psilos et al., (Eds.) *Science Education Research in the Knowledge- Based Society*. Dordrecht: Kluwer.

Vilches, A., Macías, O. i Gil-Pérez, D. (2014). *La transición a la Sostenibilidad. Un desafío urgente para la ciencia, la educación y la acción ciudadana*. Temas clave de reflexión y acción. Madrid: OEI. ISBN 978-84-7666-204-5.

Vilchez, E. (2009). La problemática ambiental en los medios, *Enseñanza de las Ciencias*, 27 (3), 421-432.

Wheatley, G.H. (1991). Constructivist perspectives on Science and Mathematics learning, *Science Education*, 75(1), 9-21.

Wolpert, L. (1992). *La naturaleza no natural de la ciencia*. Madrid, Acento Editorial.

Zamora, J. (2005). *¿Hay una "crisis de vocaciones" científico-tecnológicas? El tránsito de la Enseñanza Secundaria a la Universidad*. Madrid: FECYT.

Zapata, M.A. (2016). *La motivación de los estudiantes en el aprendizaje de la química*. Tesis doctoral: Universidad Tecnológica de Pereira.

Referències web

<http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002310/231074s.pdf> (Visitat 23/08/2017)

<http://www.oei.es/decada/boletin101.php> (Visitat 23/08/2017)

http://www.cosce.org/pdf/Informe_ENCLENDE.pdf (Visitat 23/08/2017)

<http://portal.unesco.org/es> (Visitat 23/08/2017)

<http://www.oei.es/decada> (Visitat 23/08/2017)

CAPÍTOL 4

**DISSENYYS EXPERIMENTALS PER
A POSAR A PROVA LA PRIMERA
HIPÒTESI**

En el capítol 3, hem assenyalat que aquesta investigació s'insereix en una ampla línia de treball al voltant de l'atenció que l'educació científica està prestant i deuria prestar a la situació d'emergència planetària i a les mesures que convé adoptar, centrant-nos en el paper que en aquests problemes pot jugar la Química Verda. La hipòtesi que hem intentat fonamentar és la següent:

Malgrat la seua importància per a contribuir a resoldre els problemes socioambientals als quals ha de fer front la humanitat, l'educació científica no està prestant l'atenció adequada a les aportacions de la Química Verda.

En aquest capítol exposarem els dissenys experimentals proposats per tal de posar a prova aquesta primera hipòtesi del treball, és a dir, amb quins instruments analitzarem l'atenció que l'educació científica està prestant fins ací a les aportacions de la Química Verda. Tal com hem fonamentat al capítol 3 partim de la suposició que aquesta atenció és escassa a pesar de les nombroses crides que han fet tant les institucions mundials com la pròpia comunitat científica tant als científics com al professorat i la ciutadania en general al llarg dels darrers anys. En particular, pel que fa al professorat, podem referir-nos per exemple més en concret l'anomenada Dècada per un futur sostenible.

A partir d'aquest plantejament, pretenem estudiar fins a quin punt l'ensenyament de les ciències està donant la importància que mereix al paper de la Química Verda i per això hem concebut diferents estratègies que permetran posar a prova la primera hipòtesi a partir d'una sèrie de conseqüències contrastables:

- Analitzar com apareix el concepte de Química Verda als llibres de text de l'Educació Secundària i Batxillerat
- Estudiar articles d'algunes de les revistes més utilitzades en el camp de la didàctica de les ciències i de la química en particular per tal de veure si a l'àmbit de la innovació i la investigació didàctica s'ha prestat atenció a la Química Verda
- Conèixer concepcions tant de docents en actiu com en formació i de l'alumnat cap a la Sostenibilitat i en concret cap a la Química per a la Sostenibilitat i el seu paper
- Analitzar l'atenció que es presta a la Química Verda en la investigació a través de l'estudi de les tesis doctorals realitzades darrerament així com estudiant les aportacions a congressos de didàctica de les ciències

D'acord amb la hipòtesi mitjançant aquestes estratègies haurem de trobar un conjunt de respostes convergents.

4.1 Disseny per a l'anàlisi de llibres i materials didàctics

Els llibres de text han sigut i continuen sent els materials curriculars més utilitzats per a l'ensenyament de les ciències en tots els nivells educatius (Marzábal i Izquierdo, 2017). Per tant és molt important conèixer quina és l'atenció que donen els llibres de text de Química a la Química Verda. S'analitzaran amb aquest fi diferents llibres de text que comprendran els cursos de 3r d'ESO, 4t d'ESO, 1r de Batxillerat de Física i Química, i 2n de Batxillerat de Química de la Comunitat Valenciana i Catalunya. Per a l'anàlisi dels llibres de text s'ha preparat la següent xarxa, basada en altres avaluats i utilitzats per l'equip d'investigació i adaptada ací per aquesta investigació (Mascarell i Vilches, 2016a i b).

TÍTOL:	CURS:
AUTORS:	
EDITORIAL:	ANY:
Nº DE TEMES:	Nº DE PAGINES:
1. Temes en els que apareix la Química Verda	
2. Quins aspectes de l Química Verda tracta?	
3. Apareixen referències a la Química Verda en: <ul style="list-style-type: none"> 3.1 Activitats per a l'alumnat 3.2 Apartat del tema dedicat a la Química Verda 3.3 Comentari 3.4 Peu de foto 3.5 Al final del tema, fora del tema (activitat complementaria) 3.6 Altres 	

4. Planteja solucions des de l'àmbit de la Química en generals als problemes socioambientals?
5. Proposa les contribucions de la Química Verda com a mesura concreta?
6. Planteja quines són les causes i repercussions dels problemes?
7. En concret, afavoreix la conscienciació sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un Desenvolupament Sostenible?

Quadre 4.1: Plantilla d'anàlisi llibres de text i material didàctic

Segons la hipòtesi, pensem que la majoria dels llibres de text no tractaran el concepte de Química Verda, és a dir, no mostraran el paper de la Química Verda en la solució dels problemes que afecten a la humanitat i no contribuiran per tant a la formació d'estudiants com a futurs ciutadans responsables, preparant-los per a la presa de decisions fonamentades, mostrant les vinculacions entre química, societat i medi ambient.

Aquest instrument consta de 7 ítems, per a recollir les dades de cada llibre analitzat. Per això alguns apartats s'han desglossat en diferents qüestions amb les quals es pretén veure el grau d'aprofundiment amb el qual s'aborda en el seu cas cada aspecte. En els primers tres ítems volem conèixer si el llibre de text presta atenció al concepte de Química Verda, quins aspectes de la Química Verda tracta i amb quina profunditat ho fa. Mentre que amb la resta d'ítems volem veure si, una vegada el llibres de text han inclòs referències al concepte de Química Verda, realment aquest tractament contribueix a la conscienciació sobre la necessitat d'acció per tal d'avançar en la transició cap a la Sostenibilitat.

A cada llibre de text se li assigna un codi. En l'Annex I es presenta la relació d'aquests llibres i a l'Annex II l'anàlisi de tots els llibres de text detalladament. En el capítol d'anàlisi de resultats, es mostraran exemples de com es tracta la Química Verda al llibres analitzats.

Respecte als criteris d'avaluació adoptats per a l'anàlisi, s'ha tingut en compte com a unitat cada capítol dels llibres analitzats, ja que l'objectiu no es realitzar un anàlisi individualitzat de diferents llibres, sinó un anàlisi qualitatiu del tractament que es fa, en general, al paper de la Química i en concret de la Química Verda en els llibres de text.

Pel que fa a les referències a la Química Verda, es comptabilitzarà qualsevol proposta de treball dirigida a l'alumnat, independentment del lloc on es trobe. Per una altra banda, hem tingut en comte qualsevol referència a la Química Verda per superficial que siga, amb la finalitat de posar-nos en la situació més desfavorable per a la hipòtesi.

4.2 Disseny per a l'anàlisi de revistes d'investigació didàctica

El conjunt de revistes seleccionat està format en primer lloc per algunes de les més utilitzades en investigació e innovació en Didàctica de les Ciències en Espanya (**Quadre 4.2**). Així mateix s'han analitzat revistes d'àmbit internacional centrades en la investigació en el camp de l'educació en Ciències i tres específiques de l'ensenyament de la Química. Per últim s'ha analitzat una revista de Química Industrial que conté una secció dedicada a l'educació amb la finalitat de veure fins a quin punt es presta atenció a la Química Verda. S'ha analitzat cada revista entre els anys 2005-2017 amb la finalitat de mostrar les possibles aportacions publicades en el camp de la Química Sostenible, en el període de la Dècada de l'Educació per un Futur Sostenible i ja des de 2015 amb l'inici del Programa d'Acció Global. S'analitzarà cada revista per número i volum publicats cada any (aquestes dades poden variar segons l'accessibilitat i l'any d'inici de publicació de la revista). A més a més de revisar i analitzar els continguts de les revistes seleccionades, els possibles articles amb aportacions han sigut al mateix temps d'ajuda per a precisar i orientar aquesta investigació.

Revistes
Eureka
Alambique
REEC
Enseñanza de las Ciencias
Educació Química
Química e Industria
Educación Química
Revista Iberoamericana de Educación
Revista de Educación
Didactica de las Ciencias Experimentales y Sociales
ScienceEducation
Internacional Journal of Science Education
Journal of Research in Science Teaching
Teaching and Teacher Education
Studies in Science Education
Chemical Education
Science & Education

Quadre 4.2: Revistes d'investigació analitzades

De cadascuna de les revistes mencionades es recopilaran i s'analitzaran tots aquells articles que facin referència a la Química Verda i a possibles activitats que es puguin incloure dintre del currículum de l'Educació Secundària Obligatòria i Batxillerat.

Aquest instrument consta de tres quadres que recolliran el nombre d'articles analitzats per any de cada revista i inclouran els articles que s'han trobat i que fan referència a qualsevol aspecte de la Química Verda per superficial que siga, tal com ja vam assenyalar, amb la finalitat de posar-nos en la situació més desfavorable per a l'hipòtesi.

Segons la nostra primera hipòtesi, la majoria de les revistes analitzades no tractaran el concepte de Química Verda, és a dir, pensem que no apareixeran moltes investigacions ni possibles propostes i activitats que es puguin incloure dins del currículum de Secundària i Batxillerat referides a la Química Verda, ni de la seua importància per a la solució dels problemes que afecten a la humanitat. En els resultats es mostrarà algun exemple d'article que faja referència a la Química Verda i la referència de la resta dels articles trobats.

4.3 Qüestionaris i entrevistes per al professorat en formació i en actiu

S'han elaborat qüestionaris per a professorat en formació (**Quadre 4.3**) i entrevistes (**Quadre 4.4**) per a professors en actiu, amb l'objectiu d'analitzar les concepcions sobre la Química Verda i les seues aportacions al camp de la Química.

D'acord amb la nostra hipòtesi esperem que pocs professors i professores mencionen la Química Verda degut al seu desconeixement, o a que pensen que té poca utilitat per a les seues classes.

<p>Qüestionari 1: Professorat en formació</p> <p>Titulació:..... Any finalització:.....</p> <p>Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explique'l.2. D'on procedeix eixe coneixement?3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?
--

Quadre 4.3: Qüestionari per a analitzar el grau de coneixement que els docents en formació tenen al voltant de la Química Verda

Entrevista 1: Professorat en actiu

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.
2. D'on procedeix eixe coneixement?
3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?
4. Penses que se li hauria de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?
5. La tractes o l'has incorporat en les teues classes?
6. Com creus que seria una manera adequada d'introduir-lo dintre del currículum?

Quadre 4.4: Entrevista per a analitzar l'atenció donada pel professorat en actiu de química a la Química Verda

Pel que fa als objectius d'aquests dissenys, es plantegen els qüestionaris 1 (**quadre 4.3**) i una entrevista (**quadre 4.4**) per tal d'analitzar si tant el professorat en formació com en actiu coneixen el concepte de Química Verda i les seues aportacions al camp de la Química. A més a més, volem conèixer d'on procedeix aquest coneixement, amb la finalitat de saber si s'ha estudiat a l'ensenyament de les Ciències, així com veure la importància que li donen dintre del currículum de Química, i en el cas de docents en actiu veure si el tracten a les aules i com ho fan.

4.4. Qüestionari per a estudiants de Batxillerat

El següent qüestionari s'ha dissenyat per tal de veure si els alumnes de Batxillerat coneixen el paper de la Química en la societat, així com, en aquest cas, quines contribucions coneixen tant positives com negatives, i d'aquesta manera traure a la llum les seues percepcions cap a la Química; i finalment si coneixen el concepte de Química Verda i les aportacions que s'estan fent des d'aquest camp de la Química.

Curs:.....

Tenint el compte el paper rellevant de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?
2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?
3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Quadre 4.5. Qüestionari per a estudiants per a mostrar els coneixements que tenen sobre la Química Verda

El que esperem d'aquest qüestionari, tenint en compte les aportacions i resultats d'investigacions mencionades al capítol 3, és que els alumnes en general citen més conseqüències negatives de la Química que positives i la relacionen com la causant principal de molts dels problemes medi ambientals que afecten al nostre planeta. Per una altra banda, esperem també que els alumnes desconeguen o en tot cas expliquen el concepte de Química Verda de forma etimològica i, per tant, tampoc coneguen quines són les aportacions que s'estan fent des d'aquest camp de la Química.

Com podem veure a la segona part de la investigació, aquest qüestionari i els seus resultats ens ajudaran a mostrar que al aplicar-ho a estudiants que han treballat la Química Verda, les seves concepcions, motivació i interès cap a la Química milloren.

4.5 Disseny per a l'anàlisi de Tesis Doctorals

El conjunt de treballs que analitzarem està format per les Tesis Doctorals presentades a l'Escola de Magisteri, en particular dins del Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i Socials, i a la Facultat de Química de la Universitat de València i que es troben dipositades al Repositori d'Objectes Digitals per a l'Ensenyament i la Recerca i la Cultura (RODERIC) de la Universitat de València.

S'analitzarà cada tesis publicada entre els anys 2005-2016 amb la finalitat de mostrar les possibles aportacions publicades en el camp de la Química Sostenible, en el període de la Dècada de l'Educació per un Futur Sostenible i ja des de 2014 amb l'inici del Programa d'Acció Global. A més a més de revisar i analitzar els continguts de les Tesis Doctorals seleccionades, les possibles aportacions d'interès podran ser al mateix temps una ajuda per a precisar i orientar aquesta investigació.

Aquest disseny experimental consta d'una graella on es recolliran totes aquelles tesis i treballs analitzades assenyalant aquelles que facin referència a qualsevol aspecte de la Química Verda per superficial que siga, amb la finalitat de posar-nos en la situació més desfavorable per a la hipòtesi.

4.6 Disseny per a l'anàlisi de Congressos en el camp de la Didàctica de les Ciències

Finalment exposem l'últim disseny experimental per tal d'analitzar quina és l'atenció que es presta a la Química Verda en alguns dels principals congressos al voltant de l'ensenyament científic.

Les bases de dades elegides per a fer aquest anàlisi són les següents:

Base de dades
Actas Congresos Enseñanza de las Ciencias
ESERA
APICE
SEMINARIOS CTS (SIACTS)

Quadre 4.6: Base de dades analitzades

Com als anteriors dissenys, s'analitzarà cada congrés realitzat entre els anys 2005-2017 amb la finalitat de mostrar les possibles aportacions publicades en el camp de la Química Sostenible, en el període de la Dècada de l'Educació per un Futur Sostenible i ja des de 2015 amb l'inici del Programa d'Acció Global.

Amb aquest disseny experimental es recolliran en un quadre totes les contribucions presentades als congressos que s'analitzen i en concret les que tracten qualsevol aspecte de la Química Verda, com venim assenyalant, per molt superficial o incidental que siga. A més a més aquests contribucions a congressos, en cas d'atendre o fer referències a la Química Verda, poden ser útils per a la fonamentació del treball i investigacions posteriors.

Una vegada exposats els dissenys experimentals proposats per tal de posar a prova la hipòtesi, en el següent capítol mostrarem els resultats obtinguts d'aquesta primera part de la investigació, i analitzarem els resultats detalladament.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES CAPÍTOL 4

Mascarell, L. i Vilches, A. (2016a). Química Verde y Sostenibilidad en la Educación en Ciencias en Secundaria, *Enseñanza de las Ciencias*, 34(2), 25-42.

Mascarell, L. i Vilches, A. (2016b). Química para la Sostenibilidad en la formación del profesorado. *Indagatio Didáctica*, 8(1),16-29.

Marzábal, A. i Izquierdo, M. (2017). Análisis de las estructuras textuales de los textos escolares de química en relación a su función docente. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(1), 111-132.

Referències web

<http://roderic.uv.es/> (Visitat 1/11/2016)

<http://www.apice-dce.com/> (Visitat 18/2/17)

<http://congresoenseciencias.org/> (Visitat 18/2/17)

<http://www.esera.org/> (Visitat 18/2/17)

<http://aia-cts.web.ua.pt/> (Visitat 18/2/17)

CAPÍTOL 5

**PRESENTACIÓ I ANÀLISI DELS
RESULTATS OBTINGUTS EN LA
CONTRASTACIÓ DE LA
PRIMERA HIPÒTESI**

En aquest capítol mostrarem els resultats obtinguts en aplicar els dissenys elaborats, amb una metodologia mixta qualitativa/quantitativa, per a la contrastació de la primera hipòtesi on està centrada la primera part de la Tesis Doctoral, amb la finalitat d'analitzar l'atenció que l'ensenyament i la pròpia investigació en el camp de l'educació científica estan donant a la Química Verda. Com hem estat assenyalant al tercer capítol, pensem que tant l'educació com la investigació en el camp de l'educació científica no estan prestant una atenció adequada a la gran ferramenta que pot arribar a ser la Química Verda com a recurs, per a la formació d'una ciutadania responsable front a l'actual situació d'emergència planetària.

5.1 Resultats obtinguts de l'anàlisi de l'atenció prestada pels llibres i materials didàctics a la Química Verda

En aquest apartat, mostrarem els resultats obtinguts al aplicar el primer disseny experimental (**Quadre 4.1**) proposat al capítol 4 per tal d'analitzar l'atenció que presten els llibres de text i el materials didàctics a la Química Verda i analitzar aquests resultats per a veure el grau de convergència amb la hipòtesi plantejada en aquest treball.

TÍTOL:	CURS:
AUTORS:	
EDITORIAL:	ANY:
Nº DE TEMES:	Nº DE PAGINES:
1. Temes en els que apareix la Química Verda	
2. Quins aspectes de l Química Verda tracta?	

3. Apareixen referències a la Química Verda en: 3.1 Activitats per a l'alumnat 3.2 Apartat del tema dedicat a la Química Verda 3.3 Comentari 3.4 Peu de foto 3.5 Al final del tema, fora del tema (activitat complementaria) 3.6 Altres
4. Planteja solucions des de l'àmbit de la Química en generals als problemes socioambientals?
5. Proposa les contribucions de la Química Verda com a mesura concreta?
6. Planteja quines són les causes i repercussions dels problemes?
7. En concret, afavoreix la conscienciació sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un Desenvolupament Sostenible?

Quadre 4.1: Plantilla d'anàlisi llibres de text i material didàctic

Com ja hem assenyalat, el qüestionari s'ha aplicat a una mostra de 32 llibres de text dels quals 27 són de Física i Química dels nivells que van des de 1r d'ESO fins 2n de Batxillerat de dos comunitats autònomes diferents, Comunitat Valenciana i Catalunya, analitzant-se un total de 234 capítols, i 4 llibres de la matèria de Ciències del món Contemporani, amb 39 capítols. Per tant, tenint en compte les diferents matèries i nivells, analitzarem un total de 273 capítols. A l'Annex I es troben les dades completes dels llibres de text utilitzats. Hem determinat el nombre de capítols que fan referència a la Química Verda, agafant com a unitat de mesura un capítol. Els qüestionaris complets, on es poden veure les dades obtingudes en l'anàlisi de cada llibre, s'adjunta en l'Annex II.

Amb la finalitat de realitzar una presentació i un anàlisi dels resultats d'una manera significativa, anem a realitzar el següent desglossament:

- En primer lloc mostrarem els resultats generals obtinguts al aplicar el primer ítem del qüestionari a cadascun dels capítols dels llibres de text, utilitzant un quadre (Quadre 1) i un diagrama de barres (Gràfica 1) on apareixeran els percentatges de capítols que tracten o facen referència als aspectes de Química Verda. Per tant, els percentatges referits al primer ítem estan calculats sobre els 273 capítols analitzats (N=273).
- A continuació, s'analitzaran la resta dels ítems amb els capítols que tracten algun aspecte de la Química Verda (N=6). Per tant, en aquest cas els percentatges estan calculats sobre els 6 capítols que, com després veurem, sí han tractat algun aspecte de la Química Verda.

- Al final d'aquest apartat s'ha inclòs un exemple d'anàlisi de llibre de text que incorpora la Química Verda en algun capítol amb la finalitat que supose, en la mesura del possible, un exemple significatiu en la presentació de una visió més integrada del paper de la Química Verda.

Per a fer l'anàlisi, considerarem que el capítol aborda la Química Verda quan apareix alguna referència per molt superficial que sigui.

Com hem assenyalat al capítol 4, no esperem, en general, que cada llibre de text o material didàctic contribueixi a donar una visió global dels problemes del planeta vinculant el paper que té la Química Verda per tal de contribuir a la construcció d'un futur sostenible; sinó que pensem que és probable que aparegui un tractament puntual o nul de l'important paper que juga la Química Verda en aquests problemes que afecten a la humanitat.

Presentació i anàlisi dels resultats globals obtinguts a l'estudiar l'atenció a les aportacions de la Química Verda donats pels llibres de text

Com hem dit anteriorment, a l'Annex II es pot veure detallat l'anàlisi realitzat amb cadascun dels llibres utilitzats. D'aquesta forma, amb eixes dades s'ha elaborat el següent quadre on es mostra el nombre totals de capítols analitzats per a cada curs i comunitat autònoma:

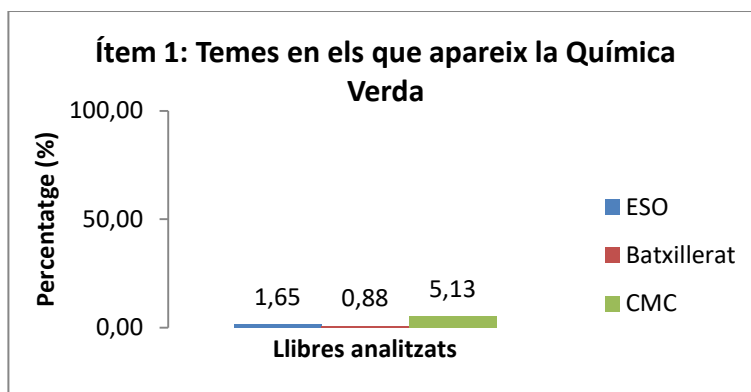
Total capítols analitzats		
Curs	C.Valenciana	Catalunya
3 ESO (A)	57	8
4ESO (B)	44	12
1r BATX (C)	37	50
2n BATX (D)	18	8
CMC (E)	-	39

Quadre 5.1: Nombre de capítols de llibres analitzats (N=273)

A continuació, i com ja s'ha assenyalat, es mostren els resultats generals que s'han obtingut al aplicar l'ítem 1 (*Temes en els que apareix la Química Verda*) del qüestionari a cadascun dels capítols dels llibres de text analitzats.

Ítem 1: Temes en els que apareix la Química Verda			
Curs		N	%
ESO	N= 121	2	1,65
Batxillerat	N= 113	2	0,88
CMC	N=39	2	5,13
Global	N= 273	6	1,83

Quadre 5.2: Percentatge dels capítols que contenen alguna referència al concepte de Química Verda (N=273)



Gràfica 5.1: Percentatges de capítols que contenen alguna referència a la Química Verda (N=273)

Com podem observar al quadre 2 i a la gràfica 1 solament 1,65% dels capítols analitzats de Secundària, un 0,88% dels de batxillerat i 5,13% dels de CMC fan alguna referència a la Química Verda.

Pel que fa al segon ítem (*Quins aspectes de la Química Verda tracta?*), presentem a continuació a quins aspectes de la Química Verda es fa referència als llibres de text analitzats:

- Llibre de text B2: Problemes medi ambientals i contaminació. En aquest cas hem d'assenyalar que no apareix el concepte de Química Verda explícitament, sinó que es parla de Química Sostenible.
- Llibre de text B3: Introducció del concepte i principis bàsics de la Química Verda.
- Llibre de text C1: Definició de Química Verda i principal objectiu.
- Llibre de text C10: Tracta alguns dels principis que sustenten la Química Verda.
- Llibre de text E3: Simple explicació del concepte explicant alguns dels principis de la Química Verda.
- Llibre de text E4: Introdueix molt breument el concepte de Química Verda i algunes línies de treball.

Podem observar que en els capítols en què apareix alguna referència a la Química Verda als llibres de text analitzats, en quatre ocasions es defineix el concepte i s'expliquen els objectius principals i els principis en què es basa el concepte però molt superficialment.

Encara que són escassos els capítols que hem trobat amb mencions a la Química Verda i les seues contribucions, per tal de profunditzar en l'anàlisi, al tercer ítem (*Apareixen referències a la Química Verda*) estudiarem com són les referències a la Química Verda que hi ha en els capítols (N=6). Distingirem en aquest cas, entre referències amb major profunditat o simples referències. Considerarem referències amb major profunditat aquelles que inclouen activitats per als alumnes o textos amplis, mentre que es consideraran simples referències els peus de foto o comentaris dintre d'un text més de passada.

- Llibre de text B2: En aquest llibre de text trobem una simple referència a la Química Sostenible en el títol d'un xicotet text que apareix al final del tema. En cap moment al text s'explica el concepte ni quins són els seus principis.
- Llibre de text B3: En aquest cas trobem una referència més profunda, ja que malgrat aparèixer al final del tema en un text on s'explica el concepte de Química Verda i els seus principis.
- Llibre de text C1: En aquest llibre de text trobem un capítol on dintre d'un apartat del tema s'inclou un comentari al voltant de la Química Verda i dels seus objectiu, per tant, aquest cas el considerarem com a simple referència. D'altra banda, al final del tema es pot trobar una activitat on es pregunta el concepte de Química Verda. Degut a que no és una activitat en la que els alumnes puguen ampliar els seus coneixements considerarem aquesta activitat com una simple referència.
- Llibre de text C10: En aquest llibre trobem un apartat del tema dedicat a la "Química i la construcció d'un futur sostenible", no es parla de Química Verda però si que es fa referència a la Química Sostenible i els beneficis que aporta a la societat. També podem observar que es presenten dos qüestions que fan que els alumnes pensin quins beneficis tenen diferents aportacions d'aquesta branca de la Química.

Considerem per tant aquesta referència com a més profunda ja que mostra solucions als problemes ambientals des del punt de vista de la Química.

- Llibre de text E3: La menció que apareix en aquest llibre a la Química Verda la considerem una simple referència, ja que es descriu molt breu el concepte i no s'expliquen els principis que la sustenten.
- Llibre de text E4: Es limita a definir el concepte i a donar exemple d'algunes línies de treball en aquest camp però en cap moment s'expliquen els principis que la sustenten, per tant hem considerat que es tracta d'una simple referència a la Química Verda.

Podem observar amb aquests resultats que als capítols que es fa referència a la Química Verda, el tractament que es dóna és en general superficial, ja que en 4 dels 6 analitzats fan una simple referència mitjançant comentaris inclosos en textos.

Al quart ítem volíem conèixer si els llibres de text que fan referència a la Química Verda plantegen solucions des de l'àmbit de la Química als problemes socioambientals.

Ítem 4: Planteja solucions des de l'àmbit de la química en general als problemes socioambientals?			
Curs	N	Si	No
ESO	2	-	2
Batxillerat	2	2	-
CMC	2	-	2
Global	6	2	4

Quadre 5.3: Ocasions on apareix la Química Verda com a solució als problemes socioambientals (N=6)

En aquest quadre podem observar que en 4 dels 6 capítols analitzats no es planteja la Química Verda com a solució als problemes socioambientals.

Pel que fa al cinquè ítem, volíem conèixer si proposa la Química Verda com a mesura concreta. Els resultats d'aquest anàlisi són:

Ítem 5: Proposa la Química Verda com a mesura concreta?			
Curs	N	Si	No
ESO	2	-	2
Batxillerat	2	2	-
CMC	2	-	2
Global	6	2	4

Quadre 5.4: Ocasions on apareix la Química Verda com a mesura concreta (N=6)

Remarquem de nou que en 4 dels 6 capítols on apareix alguna referència a la Química Verda, no es proposa aquesta com a mesura concreta per tal de contribuir a resoldre els problemes als que s'enfronta la humanitat.

A continuació, al ítem 6 volíem conèixer si la referència que apareixia tenia en compte quines són les causes i efectes dels problemes als quals s'enfronta la humanitat.

Ítem 6: Planteja quines són les causes i els efectes dels problemes?			
Curs	N	Si	No
ESO	2	-	2
Batxillerat	2	1	1
CMC	2	-	2
Global	6	1	5

Quadre 5.5: Ocasions on es plantegen quines són les causes i efectes dels problemes (N=6)

En 5 dels capítols on apareix la Química Verda dels totals analitzats no es tenen en compte quines són les causes i conseqüències dels problemes als quals ha de fer front la humanitat

Per finalitzar amb el qüestionari anem a analitzar l'últim ítem:

Ítem 7: Afavoreix la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un Desenvolupament Sostenible?			
Curs	N	Si	No
ESO	2	2	-
Batxillerat	2	1	1
CMC	2	-	2
Global	6	3	3

Quadre 5.6: Presa de consciència resolució problemes i avançar cap a un Desenvolupament Sostenible (N=6)

En aquest cas tres de les referències a la Química Verda trobades en els 273 capítols analitzats si que afavoreixen la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un Desenvolupament Sostenible.

Com hem dit a l'inici d'aquest apartat, a continuació es mostra un exemple d'anàlisi de llibre de text que incorpora la Química Verda en algun capítol com a exemple de la presentació d'una visió més ampla integrada del paper de la Química Verda. L'exemple que hem escollit pertany a un capítol del llibre de text C1 (primer de batxillerat).

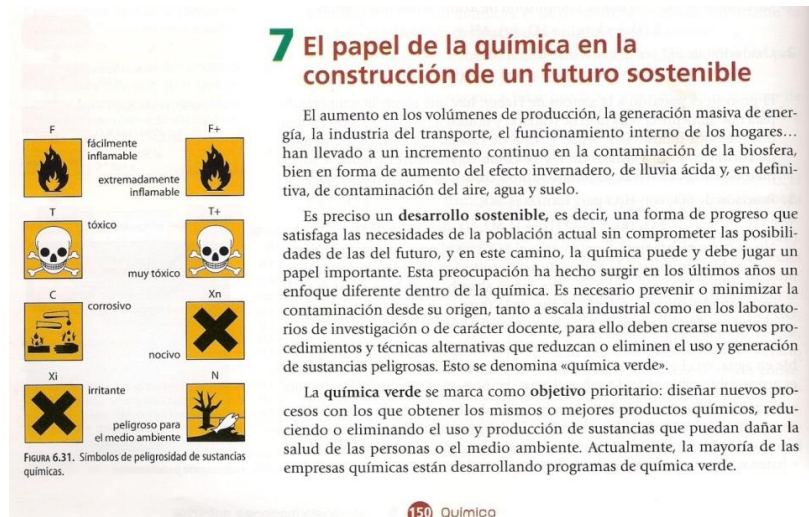


Figura 5.1: Exemple de capítol on apareix el concepte de Química Verda

En aquest cas podem observar que apareix un comentari al voltant dels objectius de la Química Verda i del seu significat. Aquest fragment de text proposa la Química com a mesura concreta i planteja algunes solucions possibles des de l'àmbit de la Química, fent referència també a algunes causes i efectes dels problemes als quals s'enfronta la humanitat. Per això, considerem aquest fragment un bon exemple de capítol que, utilitzant la Química Verda i el seu paper, afavoreix la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un Desenvolupament Sostenible.

Com acabem de veure amb aquest anàlisi, la majoria dels llibres de text no tracten el concepte de Química Verda, donant suport a la nostra hipòtesi.

5.2 Resultats obtinguts de l'anàlisi de l'atenció a la Química Verda en revistes d'investigació en didàctica

Per tal d'esbrinar quina atenció presta la investigació en Didàctica de les Ciències i l'educació, en general, a la Química Verda, s'han revisat els continguts d'algunes de les principals revistes espanyoles i internacionals en l'àrea de Didàctica de les Ciències, entre

gener de 2005 i juliol de 2017, coincidint amb l'inici de la Dècada de l'Educació per un Futur Sostenible i ja des de 2015 amb l'inici del Programa d'Acció Global. Aquestes dates varien segons l'accessibilitat i any d'inici de publicació de la revista. Remarcar que s'han revisat els articles publicats, sense tenir en compte altres seccions de les revistes, com resum de tesis doctorals, ressenyes de llibres, etc.

Revistes Analitzades
Eureka
Alambique
REEC
Enseñanza de las Ciencias
Educació Química
Educación Química
Química e Indústria
RIE
Revista de Educación
Didáctica de las ciencias experimentales y sociales
Science Education
International Journal of Science Education
Journal of Research in Science Teaching
Science & Education
Teaching and Teacher Education
Studies in Science Education
Chemical Education

Quadre 5.7: Revistes analitzades

Per tal de facilitar la presentació dels resultats de les revistes analitzades s'ha dividit de la següent forma:

- Es presentaran per una banda els resultats de les revistes nacionals i per l'altra internacionals.
- Dintre de les revistes nacionals i internacionals distingirem entre revistes d'Innovació i Investigació didàctica i revistes especialitzades en l'Ensenyament de la Química.

Pel que fa a les revistes analitzades d'àmbit nacional, en el **quadre 5.8** es mostra el nombre d'articles revisats en el període assenyalat en revistes d'Innovació i investigació didàctica:

	Revistes Innovació i Investigació didàctica						
	Eureka	Alambique	REEC	Enseñanza de las Ciencias	Revista de Educación	RIE	Didáctica de las Ciencias Exp. y Sociales
2005	42	47	22	30	85	26	7
2006	38	47	30	31	133	29	6
2007	42	50	40	30	76	27	10
2008	33	44	38	29	60	25	13
2009	40	44	58	32	84	25	9
2010	52	47	38	32	88	24	10
2011	55	34	29	31	91	24	13
2012	35	36	33	33	98	24	13
2013	59	39	27	39	98	30	13
2014	34	29	19	61	44	30	14
2015	35	46	21	35	33	28	15
2016	50	60	26	29	27	30	10
2017	33	40	19	20	27	15	-
N Total	548	563	400	432	944	337	133

Quadre 5.8: Publicacions de revistes nacionals d'Innovació i investigació en didàctica revisades entre gener de 2005 i juliol de 2017 (N=3357)

A continuació es mostren els articles que fan referència a la Química Verda, trobats en cadascuna de les revistes espanyoles d'Investigació i Innovació revisades.

	Revistes Innovació i Investigació didàctica nacionals						
	Eureka	Alambique	REEC	Enseñanza de las ciencias	Revista de Educación	RIE	Didáctica de las Ciencias Exp. y Sociales
2005	-	-	-	1	-	-	-
2006	-	1	-	-	-	-	-
2007	-	1	-	-	-	-	-
2008	-	-	-	-	-	-	-
2009	-	-	-	-	-	-	-
2010	-	-	-	-	-	-	-
2011	-	-	-	-	-	-	-
2012	-	-	1	-	-	-	-
2013	1	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	1	-	-	-
NT	1	2	1	2	0	0	0

Quadre 5.9: Articles d'investigació en Didàctica de les Ciències analitzats on apareix la Química Verda (N=3357)

Més detalladament, presentem a continuació quins han sigut els articles que s'han trobat en cadascuna de les revistes i quin ha sigut el grau d'atenció i d'aprofundiment:

Eureka		
Any	Article	Grau d'aprofundiment
2013	Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2013a). La ciencia de la Sostenibilidad en la formación del profesorado de ciencias, <i>Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias</i> , 10 (Núm. Extraordinario), 749-762.	Es fa referència a la QV.

Quadre 5.10: Articles que fan referència a la Química Verda en la Revista *Eureka*, entre gener de 2005 a juliol de 2017, d'entre un total de 548 articles revisats.

Alambique		
Any	Article	Grau d'aprofundiment
2006	Montagut, P., Nieto, E. i Sansón, C. (2006). Química Verde y microescala: por un futuro mejor, <i>Alambique</i> , num. 47, 86-94.	Es fa referencia a la QV i als seus principis.
2007	Oñorbe, A. (2007). Estudio Experimental de reacciones químicas en mini laboratorio, <i>Alambique</i> , num 53, 115-118.	Es fa referencia a la QV i s'explica el concepte.

Quadre 5.11: Articles que fan referència a la Química Verda en la Revista *Alambique*, entre gener de 2005 a juliol de 2017, d'entre un total de 563 articles revisats.

REEC		
Any	Article	Grau d'aprofundiment
2012	Marques, C.A. (2012). Estilos de pensamiento de profesores italianos sobre a Química Verde na educação química escolar, <i>Revista electrónica de Enseñanza de las ciencias</i> , 11(2), 316-340.	Es fa referència al concepte.

Quadre 5.12: Articles que fan referència a la Química Verda en la revista *REEC*, entre gener de 2005 a juliol de 2017, d'entre un total de 400 articles revisats.

Enseñanza de las Ciencias		
Any	Article	Grau d'aprofundiment
2005	Borsese, A. i Esteban, S. (2005). Química, educación ambiental y vida cotidiana: El ozono troposférico, <i>Enseñanza de las</i>	Es fa referència al concepte.

	<i>ciencias</i> , 23(2), 251-561.	
2016	Mascarell, L. i Vilches Peña, A. (2016). Química Verde y Sostenibilidad en la educación secundaria, <i>Enseñanza de las ciencias</i> , 34(2), 25-42.	Es fa referència al concepte de QV i als seus principis.

Quadre 5.13: Articles que fan referència a la Química Verda en la revista *Enseñanza de las Ciencias*, entre gener de 2005 a juliol de 2017, d'entre un total de 432 articles revisats.

En resum, dels 3357 articles revisats en revistes rellevants i molt utilitzades espanyoles en l'àmbit d'Innovació i Investigació en didàctica, sols s'han trobat 6 articles que fan referència al concepte de Química Verda en la educació científica, el que representa un 0,18% de tots els articles revisats en revistes d'Innovació i Investigació en didàctica espanyoles.

D'altra banda, a continuació es mostra el nombre d'articles revisats en revistes d'investigació didàctica internacionals:

	Revistes d' Investigació didàctica internacionals					
	Science Education	Science & Education	Journal of Research in Science Teaching	Internacional Journal of Science Education	Teaching and Teacher Education	Studies in Science Education
2005	65	45	46	82	64	3
2006	71	44	45	74	78	4
2007	58	51	62	83	101	4
2008	58	71	51	86	161	7
2009	57	74	55	104	137	8
2010	56	56	56	107	194	7
2011	57	66	44	99	130	6
2012	57	104	46	114	123	6
2013	47	169	44	125	110	6
2014	55	124	46	130	106	6
2015	49	69	56	134	122	6
2016	40	67	58	117	191	5
2017	23	30	29	51	150	3
N Total	693	970	638	1306	1667	71

Quadre 5.14: Publicacions de revistes internacionals d' investigació en didàctica revisades entre gener de 2005 i juliol de 2017 (N=5345)

A continuació es mostren els articles trobats en cadascuna de les revistes internacionals d'Investigació i Innovació revisades que fan referència a la Química Verda.

Revistes d'Investigació didàctica internacionals						
	Science Education	Science & Education	Journal of Research in Science Teaching	International Journal of Science Education	Teaching and Teacher Education	Studies in Science Education
2005	-	-	-	-	-	-
2006	-	-	-	-	-	-
2007	-	-	-	-	-	-
2008	-	-	-	-	-	-
2009	-	-	-	-	-	-
2010	-	-	-	-	-	-
2011	-	-	-	-	-	-
2012	-	-	-	-	-	-
2013	-	1	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	1	-	-
2016	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-
N Total	0	1	0	1	0	0

Quadre 5.15: Articles d'investigació en Didàctica de les Ciències analitzats en revistes internacionals on apareix la

Química Verda (N=5345)

Presentem a continuació, més detalladament quins han sigut els articles que s'han trobat en cadascuna de les revistes on hi havien referències a la Química per a la Sostenibilitat i quin ha sigut el grau d'aprofundiment:

Science & Education		
Any	Article	Grau d'aprofundiment
2013	Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2013b). Creating a Sustainable Future: Some Philosophical and Educational Considerations for Chemistry Teaching, <i>Science & Education</i> , 22(7), 1857-1872.	S'introdueix el concepte de QV.

 Quadre 5.16: Articles que fan referència a la Química Verda en la revista *Science & Education*, entre gener de 2005 a juliol de 2017, d'entre un total de 970 articles revisats.

Internacional Journal of Science Education		
Any	Article	Grau d'aprofundiment
2015	Jegstada, K.M and Tonette Sinnesa, A. (2015). Chemistry Teaching for the Future: A model for secondary chemistry education for sustainable development, <i>Internacional Journal of Science Education</i> , 37 (4), 655-683.	Es fa referència a la QV però no s'expliquen els principis que la sustenten.

 Quadre 5.17: Articles que fan referència a la Química Verda en la revista *International Journal of Science Education*, entre gener de 2005 a juliol de 2017, d'entre un total de 1306 articles revisats.

En resum, dels 5345 articles revisats en algunes de les revistes internacionals més importants en l'àmbit d'investigació en didàctica, sols s'han trobat 2 articles que fan referència al concepte de Química Verda en l'educació científica, el que representa un 0,04% de tots els articles revisats en revistes d'Innovació i Investigació en didàctica internacionals.

Per una altra banda s'han analitzat també tres revistes específiques d'ensenyament de la Química, una mexicana de la UNAM de l'àmbit Iberoamericà, una segona de Catalunya, de la Societat Catalana de Química i una tercera de prestigi internacional com és International Journal of Chemical Education. En aquestes revistes esperem trobar una major atenció a la Química Verda, donat la seua especificitat.

	Revistes Ensenyament Química		
	Educació química	Educación Química	Chemical Education
2005	-	62	313
2006	-	57	306
2007	-	36	373
2008	9	43	310
2009	24	57	257
2010	23	44	204
2011	21	46	138
2012	23	58	105
2013	20	67	98
2014	24	70	144
2015	8	40	129
2016	-	35	136
2017	7	26	59
N Total	159	641	2572

Quadre 5.18: Publicacions en revistes específiques d'ensenyament de la Química revisades entre gener de 2005 i juliol de 2017 (N= 3372)

	Revistes Ensenyament Química		
	Educació Química	Educación Química	Chemical Education
2005	-	-	3
2006	-	4	5
2007	-	-	1
2008	1	-	7
2009	2	7	3
2010	-	-	3
2011	1	1	1

2012	-	2	1
2013	-	9	-
2014	2	1	1
2015	-	-	3
2016	-	-	11
2017	-	1	-
N Total	6	25	29

Quadre 5.19: Articles d'investigació en revistes específiques de Química on apareix la Química Verda (N=3372)

Pel que fa a l'anàlisi de revistes especialitzades en l'ensenyament de la Química s'han analitzat tres, una catalana, i dos d'àmbit internacional. Dels 3372 articles analitzats en aquestes revistes, s'ha trobat un 1,8% dels articles que fan referència i tracten amb deteniment el concepte de Química Verda en la educació científica. En els tres casos, com s'esperava, podem constatar com l'atenció prestada a la Química Verda o Química per la Sostenibilitat és major que en el cas de les revistes d'ensenyament de les Ciències en general.

A continuació es presenten els articles que fan alguna referència a la Química Verda així com els noms dels articles i el grau d'aprofundiment:

Educació Química		
Any	Article	Grau de profunditat
2008	Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2008). Educació Química i Sostenibilitat, <i>Educació Química</i> , 1, 30-39.	Es parla de Química Sostenible.
2009	González, M.L. i Valea, A. (2009). El compromiso de enseñar química con criterios de Sostenibilidad: la Química Verde, <i>Educació Química</i> , 2, 48-52.	Fa referència a la QV i els principis que la sustenten.
2009	Climent, T. (2009). Química para un mundo sostenible: ¿Qué hacer desde los laboratorios?, <i>Educació Química</i> , 4, 21-28.	Es fa referència als principis.
2011	Corominas Viñas, J (2011). Química dels gasos a petita escala <<Química talla S>>. <i>Educació Química</i> , 9, 48-52.	Es fa referència a alguns dels principis de la QV sense citar-la.
2014a	Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2014). Educació Química i Ciència de la Sostenibilitat. Una nova i potent font de motivació per als estudiants, <i>Educació Química</i> , 17, 37-44.	Es fan referències a la Química per a la Sostenibilitat i als seus principis sense explicitar-los.

2014	Careta, S., Solà, A. i Erra, M. (2014). Els residus en un laboratori de Secundària. Les 3 R + S de salut, <i>Educació Química</i> , 19, 58-62.	Apareixen referències als principis de la QV.
------	--	---

Quadre 5.20: Articles que fan referència a la Química Verda en la revista *Educació Química*, entre gener de 2008 a juliol 2017, d'entre un total de 159 articles analitzats

En resum, d'entre un total de 159 articles revisats s'han trobat 6 articles que fan referència a la Química Verda, el que implica un 3,8 % dels articles revisats en la revista específica de Química Educació Química.

Educación Química		
Any	Article	Grau d'aprofundiment
2005	Méndez Vivar, J. (2005). El color verde predomina en el futuro de la Química, <i>Educación Química</i> , 16(E), 192-198.	Introdueix el concepte i explica alguns dels principis.
2005	Corral, L.E., Fernández Sánchez, L. i Rodríguez Ibañez, O. (2005). Trampas de carbón activado para evitar contaminantes en los laboratorios de química, <i>Educación Química</i> , 16(3), 486-489.	S'inclouen algun dels seus principis però sense fer referència a la Química Verda o Química Sostenible.
2005	Kin Kee, W. i Hong Chan, W. (2005). Demonstration of environmental chemistry with microscale chemistry and a low-cost four-led based photom, <i>Educación Química</i> , 16(4), 510-513.	Hi ha referències a la Química Ambiental i algun dels seus principis però no a la Química Verda.
2005	Mattson, B. (2005). Microscale gas chemistry, <i>Educación Química</i> , 16(4), 514-528.	Referències a la Química Verda. I indirectament es tracta algun principi.
2009	Alves Porto, P., Corio, P., Maximiano, F.A. i Fernandez, C. (2009). Química Ambiental e Química Verde no conjunto do conhecimento químico: concepções de alunos de graduação em Química da Universidade de São Paulo, <i>Educación Química</i> , 20(4), 398-404.	Explica el concepte de Química Verda.
2009	Velasco Bejarano, B., Delgado, F., Arroyo, G., Penieres, G., Martínez, J.O., Noguez Córdoba, O. i Miranda Ruvalcaba, R. (2009). Irradiación infrarroja: nueva manera para activar reacciones, un acercamiento al protocolo de la Química Verde, <i>Educación Química</i> , 20(4), 421-425.	Explica el concepte de QV i a més a través de diferents exemples va nomenant alguns dels seus principis.
2009	De la Hoz Ayuso, A. (2009). Los estudios de posgrado en química sostenible en España, <i>Educación Química</i> ,	Es parla de la importància de la inclusió en l'educació de la

	20(4), 405-411.	Química Verda.
2009	Ávila-Zárraga, J.G. (2009). Síntesis fotoquímica mediante luz solar, <i>Educación Química</i> , 20(4), 426-432.	Apareix la Química Verda a les paraules clau, però no s'explica el concepte. Apareixen alguns dels seus principis.
2009	Succaw, G.L, i Doxsee, M.K. (2009). Palladium-Catalyzed Synthesis of a Benzofuran: A Case Study in the Development of a Green Chemistry Laboratory Experiment, <i>Educación Química</i> , 20(4), 433-440.	S'explica el concepte de química verda i a partir d'un dels principis una pràctica de laboratori.
2009	Doria Serrano, M.C. (2009). Química verde: un nuevo enfoque para el cuidado del medio ambiente, <i>Educación Química</i> , 20(4), 412-420.	S'explica el concepte de QV i els principis en els quals es basa.
2009	León-Cedeño, F. (2009). Implementación de algunas de las técnicas de la Química Verde (o Química Sustentable) en docencia, <i>Educación Química</i> , 20(4), 441-446.	S'explica el concepte i els principis en els quals es basa.
2011	Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2011b). Papel de la Química y su enseñanza en la construcción de un futuro sostenible, <i>Educación Química</i> , 22 (2), 103-116.	S'explica el concepte i els principis en els quals es basa.
2012	Arroyo-Carmona, R.E., Bernès, S., González-Vergara, E., Méndez-Rojas, M.A i Pérez-Benítez. A. (2012). Síntesis microquímica y microelectroquímica de acetato de cobre(II) a partir de vinagre: Un ejemplo de Química Verde, <i>Educación Química</i> , 23(E1), 127-135.	Explica el concepte i els principis. Planteja un exemple de pràctica.
2012	Reyes-Sánchez, L.B. (2012). Aporte de la Química Verde a la construcción de una ciencia socialmente responsable, <i>Educación Química</i> , 23(2), 222-229.	Referència al concepte de Química verda com una nova disciplina dintre de la Química.
2013	Summerton, L., Hunt, A.J. i Clark, J.H. (2013). Green Chemistry for postgraduates, <i>Educación Química</i> , 24(E1), 150-155.	Apareix el concepte i fa referència als 12 principis que la sustenten.
2013	Altava, B., Burguete, M.I. i Luis, S.V. (2013). Educación cooperativa en Química Verde: la experiencia Española, <i>Educación Química</i> , 24(E1), 132-138.	Es troba centrat en la introducció de la Química Verda en l'ensenyament. Anàlisi d'universitats que la inclouen al currículum.
2013	Spanevello, R.A., Suárez, A.G. i Sarotti, M.A. (2013). Fuentes alternativas de materia prima, <i>Educación Química</i> , 24(E1), 124-131.	Referència a la QV i tracta un dels principis en que es basa.

2013	Fernandes de Goes, L., Henrique Leal, S., Corio, P. i Fernandez, C. (2013a). Aspectos do conhecimento pedagógico do conteúdo de Química Verde em professores universitários de química, <i>Educación Química</i> , 24(E1), 113-123.	Apareix referència a la QV. Estudi sobre si els professors universitaris coneixen els principis.
2013	Mestres, R. (2013). Química Sostenible: Naturaleza, fines y ámbito, <i>Educación Química</i> , 24(E1), 103-112.	Defineix el concepte i explicació detallada dels principis que la sustenten.
2013	Hernández, J.G i Juaristi, E. (2013). Reacciones asimétricas organocatalizadas en ausencia de disolvente: una estrategia para hacer más "verde" la organocatálisis, <i>Educación Química</i> , 24(E1), 96-102.	Referència a la Química Verda Indirectament tracta un dels seus principis.
2013	Lozano, R. i Watson, M.K. (2013). Chemistry Education for Sustainability: Assessing the chemistry curricula at Cardiff University, <i>Educación Química</i> , 24(2), 184-192.	Cita i defineix el concepte.
2013	Vilches, A. i Gil, D. (2013c). Ciencia de la Sostenibilidad: Un nuevo campo de conocimientos al que la química y la educación química están contribuyendo, <i>Educación Química</i> , 24(2), 199-206.	Referències al concepte de QV sense definir-lo.
2013	Sánchez Mendoza, M., Vázquez Sánchez, A., García Manrique, C i Ávila Zagarra, J.G. (2013). Reducción de nitrocompuestos utilizando el sistema Pd/H ₂ N-NH ₂ /Mw, <i>Educación Química</i> , 24(3), 347-350.	Referències a la QV i a que la proposta pràctica compleix alguns dels seus principis.
2014	Soledad Mansilla, D., Celeste Muscia, G. i Ariel Ugliarolo, E. (2014). Una fundamentación para la incorporación de la Química Verde en los currículos de química orgánica, <i>Educación Química</i> , 25(1), 56-59.	Defineix el concepte. Fa referència als 12 principis però no s'expliquen.
2017	Peres Gonçalves, F., Francisco Yunes, S., Isabelle Guaita, R., Alberto Marques, C., Pires, T. C. M, Ricardo M. Pinto J. i A.S.C. Machado, A. (2017). La dimensión ambiental de la experimentación en la enseñanza de la química: consideraciones sobre el uso de la métrica holística "estrella verde", <i>Educación Química</i> , 28 (2), 99-106.	Defineix el concepte de Química Verda i fa referència als 12 principis però no s'expliquen.

Quadre 5.21: Articles que fan referència a la Química Verda en la revista *Educación Química*, entre gener de 2005 a juliol de 2017, d'entre un total de 641 articles analitzats

En resum, d'entre un total de 641 articles revisats s'han trobat 25 articles que fan referència a la Química Verda, el que implica un 3,9% dels articles revisats en la revista

específica de Química, Educación Química, un percentatge semblant, com hem vist, al de la revista catalana Educació Química (3,8%).

Journal of Chemical Education		
Any	Article	Grau profunditat
2005	McKenzie L., Huffman, L. i Hutchison, J. (2005). The Evolution of a Green Chemistry Laboratory Experiment: Greener Brominations of Stilbene, <i>Journal of Chemical Education</i> , 82(2), 306-310.	Defineix el concepte de QV.
2005	Jones-Wilson, M. (2005). A Green Starting Material for Electrophilic Aromatic Substitution for the Undergraduate Organic Laboratory, <i>Journal of Chemical Education</i> , 82(4), 616-617.	Defineix el concepte Referències als principis indirectament fent ús d'ells.
2005	Van Arnum, S. (2005). An Approach Towards Teaching Green Chemistry Fundamentals, <i>Journal of Chemical Education</i> , 82(11), 1689-1692.	Referències a la Química Verda i els seus principis.
2006	Dintzner, M., Wucka, P. i Lyons, T. (2006). Microwave-Assisted Synthesis of a Natural Insecticide on Basic Montmorillonite K10 Clay, <i>Journal of Chemical Education</i> , 83(2), 270-272.	Defineix el concepte.
2006	Mihok, M. Keiser, J. Bortiatynski, J. i Mallouk, T. (2006). An Environmentally Focused General Chemistry Laboratory, <i>Journal of Chemical Education</i> , 83(2), 250-252.	Referència puntual a la QV.
2006	Cacciatore, K. (2006). Teaching Lab Report Writing through Inquiry: A Green Chemistry Stoichiometry Experiment for General Chemistry, <i>Journal of Chemical Education</i> , 83(7), 1039-1041.	S'expliquen alguns dels principis de la QV.
2006	Sobral, A. (2006). Synthesis of meso-Diethyl-2,2'-dipyromethane in Water. An Experiment in Green Organic Chemistry, <i>Journal of Chemical Education</i> , 83(11), 1665-1666.	Explica el concepte de QV sense referència als principis que la sustenten.
2006	Bennett, G. (2006). A Green Enantioselective Aldol Condensation for the Undergraduate Organic Laboratory, <i>Journal of Chemical Education</i> , 83(12), 1871-1872.	Es cita el concepte sense fer referència als principis.
2007	Martin, E i Kellen-Yuen, C. (2007). Microwave-Assisted Organic Synthesis in the Organic Lab: A Simple, Greener Wittig Reaction, <i>Journal of Chemical Education</i> , 84(12),	Referència a la QV.

	2004-2006.	
2008	Cacciatore, K.L., Amado, J., i Evans, J.J. (2008). Connecting Solubility, Equilibrium, and Periodicity in a Green, Inquiry Experiment for the General Chemistry Laboratory, <i>Journal of Chemical Education</i> , 85(2), 251-253.	S'explica el concepte de QV i es fa referència als principis.
2008	Aktoudianakis, E., Chan, E., Edward, A.R., Jarosz, I., Lee, V., Mui, L. Thatipamala, S.S i Dicks, A.P. (2008). "Greening Up" the Suzuki Reaction, <i>Journal of Chemical Education</i> , 85(4), 555-557.	Breu comentari del concepte de QV.
2008	Klingshirn, M. A, Wyatt, F. A., Hanson, R. M. i Spessard, G. O. (2008). Determination of the Formula of a Hydrate: A Greener Alternative, <i>Journal of Chemical Education</i> , 85(6), 819-821.	Es cita el concepte i s'expliquen els principis 1 i 3.
2008	König, B. (2008). Developing and Disseminating NOP: An Online, Open-Access, Organic Chemistry Teaching Resource To Integrate Sustainability Concepts in the Laboratory, <i>Journal of Chemical Education</i> , 85(7), 1000-1005.	Es cita el concepte.
2008	Christensen, J. E., Huddle, G. H., Rogers, J. L., Yung, H. i Mohan, R.S. (2008). The Discovery-Oriented Approach to Organic Chemistry. 7. Rearrangement of trans-Stilbene Oxide with Bismuth Trifluoromethanesulfonate and Other Metal Triflates, <i>Journal of Chemical Education</i> , 85(9), 1274-1275.	Referència al concepte i els principis sense explicar-los.
2008	Cheney, M. L., Zaworotko, M. J., Beaton, S. i Singer, R. D. (2008). Cocrystal Controlled Solid-State Synthesis. A Green Chemistry Experiment for Undergraduate Organic Chemistry, <i>Journal of Chemical Education</i> , 85(12), 1649-1651.	Apareix el concepte i referència que es tracta d'una nova disciplina dintre de la Química.
2009	Aktoudianakis, E., Chan, E., Edward, A. R, Jarosz, I., Lee, V., Mui, L., Thatipamala, S. S i Dicks, A. P. (2009). Comparing the Traditional with the Modern: A Greener, Solvent-Free Dihydropyrimidone Synthesis, <i>Journal of Chemical Education</i> , 86(6), 730-732.	Fa referència al concepte i a l'ús de dissolvents amics amb el mediambient.
2009	Dzyuba, V. S., Kollar, K. D. i Sabnis, S. S. (2009). Synthesis of Imidazolium Room-Temperature Ionic Liquids. Exploring Green Chemistry and Click Chemistry Paradigms in Undergraduate Organic Chemistry Laboratory, <i>Journal of Chemical Education</i> , 86(7), 856-858.	Defineix el concepte de QV i fa referència als principis que la sustenten.
2009	Hooper, M.M. i DeBoef, B. (2009). A Green Multicomponent Reaction for the Organic Chemistry Laboratory, <i>Journal of</i>	Referència al concepte.

	<i>Chemical Education</i> , 86(9), 1077-1079.	
2010	Stark, A. Ott, D., Kralisch, D., Kreisel, G. i Ondruschka, B. (2010). Ionic Liquids and Green Chemistry: A Lab Experiment, <i>Journal of Chemical Education</i> , 87(2), 191-201.	Referència al concepte.
2010	Zovinka, E. P. i Stock, A.E. (2010). Microwave Instruments: Green Machines for Green Chemistry?, <i>Journal of Chemical Education</i> , 87(4), 350-352.	S'explica el concepte de QV.
2010	Teixeira, J. M., Nedrow Byers, J., Perez, M. G. i Holman, R. W. (2010). The Question-Driven Laboratory Exercise: A New Pedagogy Applied to a Green Modification of Grignard Reagent Formation and Reaction, <i>Journal of Chemical Education</i> , 87(7), 714-716.	Referència al concepte.
2011	Ribeiro, M. G. i Machado, A. S. (2011). Metal Acetylacetonate Synthesis Experiments: Which Is Greener?, <i>Journal of Chemical Education</i> , 88(7), 947-953.	Fa referència al concepte i als principis que la sustenten.
2012	Mercer, S.M., Andraos, J. i Jessop, P.G. (2012). Choosing the Greenest Synthesis: A Multivariate Metric Green Chemistry Exercise, <i>Journal of Chemical Education</i> , 89(2), 215-220.	Referència al concepte.
2012	Manchanayakage, R. (2012). Designing and Incorporating Green Chemistry Courses at a Liberal Arts College To Increase Students' Awareness and Interdisciplinary Collaborative Work, <i>Journal of Chemical Education</i> , 90(9), 1167-1171.	Article centrat en la Química Verda. S'explica el concepte i els principis.
2014	Graham, K. J., Jones, T. N., Schaller, C. P. i McIntee, E. J. (2014). Implementing a Student-Designed Green Chemistry Laboratory Project in Organic Chemistry, <i>Journal of Chemical Education</i> , 91(11), 1895-1900.	Article centrat en la Química Verda. S'explica el concepte i els principis.
2015	Aubrecht, K. B., Padwa, L., Shen, X i Bazargan, G. (2015). Development and Implementation of a Series of Laboratory Field Trips for Advanced High School Students To Connect Chemistry to Sustainability, <i>Journal of Chemical Education</i> , 92(4), 631-637.	Referència a alguns dels principis i sostenibilitat i química.
2015	Duarte, R. C. C., Ribeiro, M. G., i Machado, A. A.(2015). Using Green Star Metrics To Optimize the Greenness of Literature Protocols for Syntheses, <i>Journal of Chemical Education</i> , 92(5), 1024-1034.	Principals objectius de la QV.
2015	Andraos, J. (2015). Simplified Application of Material Efficiency Green Metrics to Synthesis Plans: Pedagogical Case Studies Selected from Organic Syntheses, <i>Journal of</i>	Nova disciplina de la química, referència als principis sense anomenar-

	<i>Chemical Education</i> , 92 (11), 1820-1830.	los.
2016	Kennedy, S.A. (2016). Design of a Dynamic Undergraduate Green Chemistry Course, <i>Journal of Chemical Education</i> , 93(4), 645-649.	Referència al concepte.

Quadre 5.22: Articles que fan referència a la Química Verda en la revista *Journal of Chemical Education*, entre gener de 2005 a juliol 2017, d'entre un total de 2572 articles analitzats

En síntesi, pel cas de la revista *Chemical Education*, d'entre un total de 2572 articles revisats s'han trobat 29 articles que fan referència a la Química Verda, el que implica un 0,8% dels articles revisats, resultat bastant més baix que el de les revistes d'educació química anteriors.

D'altra banda, en el nostre país es publica la revista *Química e Indústria* (QEI) de l'Associació Nacional de Químics d'Espanya i del Consell General de Col·legis Oficials de Químics, que té una secció dedicada a "Química i Educació" que també hem revisat juntament amb els articles publicats a la revista per tal de veure fins a quin punt es presta atenció en aquest àmbit a la Química Verda. Els resultats obtinguts es mostren a continuació:

	Revista Química Industrial
	Química e Indústria
2005	16
2006	17
2007	19
2008	17
2009	22
2010	20
2011	24
2012	14
2013	9
2014	15
2015	6
N Total	179

Quadre 5.23: Articles revisats en la Revista *Química e Indústria* entre gener de 2005 i juliol de 2015 (N=179)

A continuació es mostra més detalladament quins han sigut els articles trobats en aquesta revista:

Química e Industria	
ANY	Article
2008	Mestres, R. (2008). Química Sostenible: conceptos, objetivos y estrategias, <i>Química e Industria</i> , 576, 30-34.
2010	Irabien, A., Cristobal, J., Albo, J. i Dominguez-Ramos, A. (2009). La intensificación sostenible de los procesos químicos, <i>Química e Industria</i> , 589, 28-33.
2011	Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2011a). Química y educación química para un futuro sostenible, <i>Química e Industria</i> , 596, 48-49.

Quadre 5.24: Articles que fan referència a la Química Verda en la revista *Química e Industria*, entre gener de 2005 a juliol de 2015, d'entre un total de 179 articles analitzats.

Pel que fa a la Revista Química e Industria, dels 179 articles analitzats, s'han trobat un total de 3 que fan referència al concepte de Química Verda, que representa un 1,67% dels articles analitzats en aquesta revista.

Aquests resultats donen suport a la nostra primera hipòtesi de treball i posen de manifest que l'atenció que l'educació i, en particular, la investigació en el camp de l'educació científica estan donant a la Química Verda com a ferramenta per tal de contribuir a la formació ciutadana, és molt baixa.

En acabar l'anàlisi d'aquest disseny, volem assenyalar que no totes les revistes estan accessibles (en paper o per Internet), per això hi ha casos en què la revisió acaba abans de la data definida a l'inici del capítol.

5.3 Resultats obtinguts a l'aplicar els qüestionaris i entrevistes per a docents

A continuació, es mostren els resultats obtinguts en la utilització dels qüestionaris i les entrevistes realitzades a professorat en formació i en actiu al voltant de la importància de la Química Verda.

5.3.1 Resultats obtinguts amb els qüestionaris realitzats a professorat en formació

Per tal d'esbrinar el grau de coneixement que els professors i professores en formació tenen al voltant de la Química Verda, hem passat el qüestionari 1 (**Quadre 4.3**), que hem presentat al capítol anterior, en primer lloc a 89 estudiants del Màster en Professorat de Secundària de l'especialitat de Física i Química (N=89) durant els cursos 14-15, 15-16 i 16-17. A l'Annex III es pot veure detalladament el resultat de cadascun d'aquests qüestionaris.

Qüestionari 1: Professorat en formació Titulació:..... Any finalització:..... Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació: 1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l. 2. D'on procedeix eixe coneixement? 3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química? 4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?	
--	--

Quadre 4.3: Qüestionari per a analitzar el grau de coneixement que els docents en formació tenen al voltant de la Química Verda

Amb la finalitat de realitzar una presentació i un anàlisi dels resultats d'una manera significativa, farem el següent desglossament:

- En primer lloc mostrarem els resultats generals obtinguts al primer ítem del qüestionari; en un quadre (**Quadre 5.29**) i en un diagrama de barres (**Gràfica 5.2**) s'indiquen els percentatges de professors en formació que coneixen o no el concepte de Química Verda. Els percentatges estan calculats sobre el total dels estudiants del Màster en Professorat de Secundària que han realitzat el qüestionari (N=89).
- A continuació, s'analitzaran la resta dels ítems per tal de poder profunditzar sobre la importància d'aquest concepte per a ells dintre del currículum de química, així com conèixer d'on prové aquest coneixement.
- Al final d'aquest apartat s'han inclòs, a tall d'exemple, dos respostes al qüestionari.

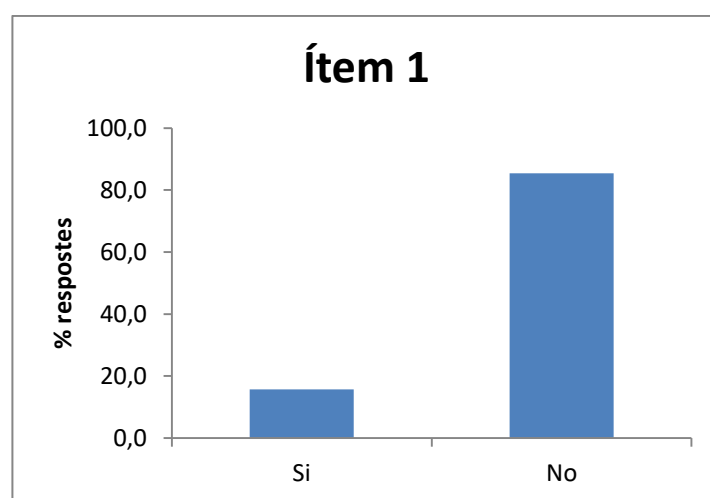
Pel que fa al primer ítem, on es preguntava si coneixien el concepte de Química Verda, pretenem saber si coneixen el concepte. Considerarem com a resposta correcta simplement el reconèixer que es tracta d'un camp específic dins de la Química o bé

conèixer alguns dels principis bàsics, els autors que els van definir, que es tracta d'un camp emergent, etc.

Les respostes que s'han obtingut són:

Ítem 1: Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.		
	N=89	%
Si	14	15,7
No	75	84,3

Quadre 5.25: Percentatges respostes primer ítem professors en formació (N=89)



Gràfica 5.2: Percentatges respostes primer ítem professors en formació (N=89)

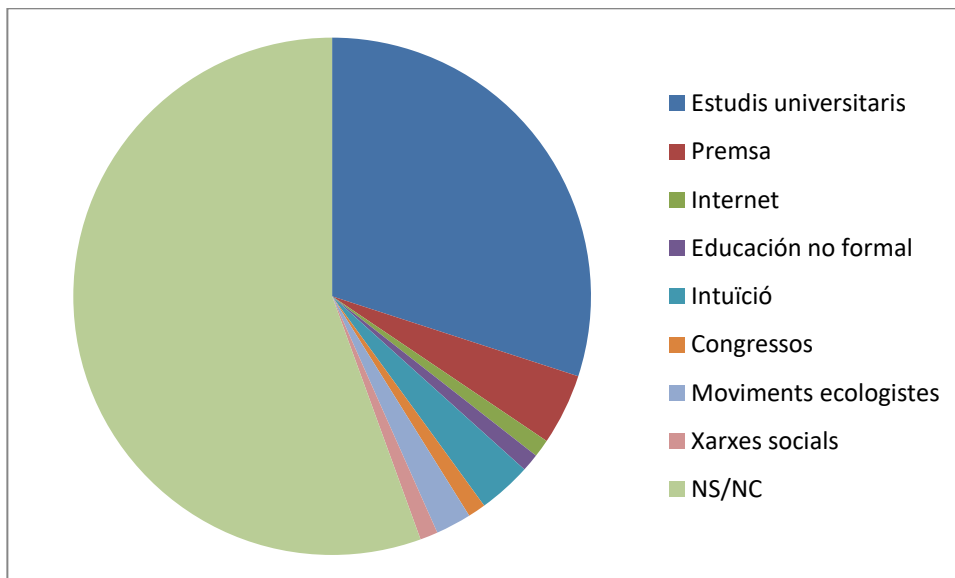
Amb una avaluació rigorosa tenint en compte els criteris, en realitat ninguna resposta es podria considerar correcta, ja que en cap cas es fa referència a que es tracte d'un camp específic dintre de la Química o es veu que es coneixen de forma adequada alguns dels principis en que es basa aquest camp emergent. De les respostes considerades correctes (14,6%) es nombren superficialment alguns dels principis i, en els casos on responen que no coneixen el concepte (84,3%) l'intenten descriure de forma etimològica i en molts casos és molt similar als que han dit que sí que el coneixien.

Al següent ítem es vol conèixer d'on procedeix aquest coneixement, amb la finalitat de saber si s'ha estudiat en algun nivell educatiu precedent. En el ítem 3 volem veure si coneixen aportacions que s'estan fent des d'aquest camp de la Química i, per últim, si pensen que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química i les raons.

Per tal d’analitzar els resultats obtinguts al segon ítem, agruparem les respostes donades en els qüestionaris (N=89) en categories relacionades amb algunes les fonts possibles:

	Ítem 2: D'on prové aquest coneixement?	
	N=89	%
Estudis universitaris	27	30
Prensa	4	4
Internet	1	1
Educació no formal	1	1
Intuïció	3	3
Congressos	1	1
Moviments ecologistes	2	2
Xarxes socials	1	1
NS/NC	50	56

Quadre 5.26: Categories i percentatges ítem 2



Gràfica 5.3: Categories i percentatges ítem 2 (N=89)

Com hem dit, per tal de d’analitzar les respostes donades en aquest ítem, les hem classificat en nou categories segons siga la procedència del coneixement. Un 30% del total coneix el concepte de Química Verda a través dels estudis universitaris cursats, ja siga per la carrera que han estudiat o per un postgrau. Un 4% coneix el concepte a través dels medis de comunicació, en concret la premsa, un 2% han llegit alguna cosa a internet i a congressos que han assistit, un 4% han vist alguna cosa en l’educació no formal, moviments ecologistes o xarxes socials i un 3% diu que podia intuir el que era, mentre que un 56% no saben o no contesten a la pregunta formulada.

Pel que fa al coneixement de les aportacions que s'estan fent en aquest camp de la Química, les respostes que s'han obtingut són:

Ítem 3: Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?		
	N=89	%
Citen aportacions	12	13,5
NS/NC	77	86,5

Quadre 5.27: Percentatges ítem 3 (N=89)

En aquest ítem sols 12 persones (13,5%) de les 89 coneixen algunes de les aportacions que s'estan fent des d'aquest camp de la Química. Entre les contribucions citades trobem: evitar derivatitzacions i substàncies auxiliars, la utilització de catalitzadors, d'energies alternatives i productes biodegradables. Mentre que la resta (86,5%) no coneixen cap aportació.

Per últim, al quart ítem volem conèixer si pensen que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química. Per a realitzar l'anàlisi d'aquest ítem anem a considerar el conjunt de les respostes dels qüestionaris realitzats, malgrat que un 85,7% dels professors en formació enquestats desconeixen el tema però coneixeran o es faran alguna idea de que es tracta, i volem veure si des del seu punt de vista consideren que és un tema important, ja que en un futur seran ells qui l'hauran de portar a terme a les aules.

Ítem 4: Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?		
	N=89	%
Sí	76	85,4
NS/NC	13	14,6

Quadre 5.28: Percentatges ítem 4 (N=89)

En aquest cas el 85,4% dels professors en formació pensen que s'hauria de prestar atenció a la Química Verda dintre del currículum de Química, mentre que un 14,6% dels professors no han contestat. Mostrem a continuació alguna de les respostes donades pels professors en formació:

- *Si, porque es importante que los alumnos aprendan que la química no es siempre mala y que no todo lo que tiene química contamina*

- *Si, está llamado a ser una parte necesaria en la formación de los futuros químicos (o científicos) de cara a un cuidado y respeto del medio ambiente*

A continuació mostrem respostes completes de qüestionaris com a exemples significatius dels casos que s'han trobat.

En primer lloc presentem un qüestionari on s'ha considerat que el professor en formació coneix el concepte de Química Verda i seguidament un exemple on es desconeix.

Titulació:.....L. QUÍMICA..... Any finalització:.....2011.....

Sexe:.....Mujer.....

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.
 sí. La química verde ~~se~~ trata de desarrollar procesos en el que la generación de residuos sea mínima, o estos se puedan reutilizar; que emplee la mínima cantidad de reactivos (especialmente de solventes).
2. D'on procedeix eixe coneixement?
 Màster de técnicas experimentales en Química (dentro de uno de los módulos, se nos habló algo del tema ya que el grupo de investigación trabajaba en ello)
3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?
 El desarrollo de sistemas en flujo (FIA)
~~que reutiliza El uso de reactivos~~
4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?
 Sí. Está llamado a ser una parte necesaria en la formación de los futuros químicos (o científicos) de cara a un cuidado y respeto del medio ambiente.

Figura 5.2: Exemple de Qüestionari on es considera que es coneix el concepte de Química Verda

Titulació: Llic. Física Any finalització: 2011

Sexe: FEMENÍ

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l. No, mai he sentit parlar de Química Verda, però imagine que serà l'aplicació de conceptes de química ~~per~~ a la millora del medi ambient. Relacionat amb la sostenibilitat.
2. D'on procedeix eixe coneixement? De la intuïció
3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química? Cap
4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?
Sí,
pot ser una activitat CISA.

Figura 5.3: Exemple de Qüestionari on es considera que no es coneix el concepte de Química Verda

En segon lloc, pel que fa a l'estudi de les concepcions dels docents en formació al voltant de la Química Verda, aquest mateix qüestionari (fins a la pregunta 3) va ser passat a 12 estudiants del Màster en Investigació en Didàctiques Específiques durant els cursos 14-15 i 15-16 en l'especialitat de Ciències Experimentals (N=12), per tal de veure quin és el coneixement que tenen sobre la Química Verda i la Ciència de la Sostenibilitat. A l'Annex IV es pot veure detalladament cadascun d'aquests qüestionaris.

Amb una avaluació rigorosa tenint en compte els criteris, en realitat ninguna resposta es podria considerar correcta, ja que en cap cas es fa referència a que tracte d'un camp específic dintre de la Química o es veu que es coneixen de forma adequada alguns dels principis en que es basa aquest camp emergent. De les respostes considerades correctes es nombren superficialment alguns dels principis i, en els casos on responen que no coneixen el concepte l'intenten descriure de forma etimològica.

Pel que fa al segon ítem volem conèixer on han sentit parlar del concepte i els professors afirmen haver sentit parlar a la universitat, a la premsa, o simplement han deduït el significat de forma etimològica.

Finalment al tercer ítem, alguns dels que han realitzat el qüestionari nombren algunes aportacions com la utilització de filtres verds per la depuració d'aigua, utilitzar menys dissolvents i menys substàncies tòxiques i la formació de biodièsel a partir de biomassa.

A continuació mostrem respostes de qüestionaris com a exemples significatius dels casos que s'han trobat.

En primer lloc presentem un qüestionari on s'ha considerat que el professor en formació coneix el concepte de Química Verda i seguidament un exemple on es desconeix.

Máster de Investigación en Didácticas Específicas 2014-15

Química Verde y Ciencia de la Sostenibilidad

1. ¿En qué consiste la Química Verde?

Es una rama de la química que trata de contribuir a la sostenibilidad mediante la aportación de tecnología, técnicas y conocimientos que mejoran o compensan aspectos ambientales que hasta el momento no tenían solución.
Por ejemplo, productos químicos que se sintetizan vertidos de hidrocarburos para ayudar a su eliminación.

2. ¿De dónde procede ese conocimiento?

~~Procede de la química y bioquímica.~~
De la prensa

3. ¿Qué aportaciones conoces de ese campo de la Química?

Productos que sintetizan hidrocarburos para ayudar a su eliminación.

Figura 5.4: Exemple de Questionari on es considera que es coneix el concepte de Química Verda

Máster de Investigación en Didácticas Específicas 2014-15

Química Verde y Ciencia de la Sostenibilidad

1. ¿En qué consiste la Química Verde?

Química que trata entre otros o más ambiente e sustentabilidad. Trata de producir con una menor agresión a naturaleza.

2. ¿De dónde procede ese conocimiento?

Producido por la media.

3. ¿Qué aportaciones conoces de ese campo de la Química?

Alimentos sem agrotóxicos, productos industriales menos agresivos al medio ambiente.

Figura 5.5: Exemple de Qüestionari on es considera que no es coneix el concepte de Química Verda

5.3.2. Resultats obtinguts de les entrevistes realitzades a professorat en actiu

Per tal d'esbrinar el grau de coneixement que els professors en actiu tenen al voltant de la Química Verda, em realitzat entrevistes a 6 professors de Física i Química de Secundària, a dos professors del departament de didàctica de les Ciències Experimentals, un d'ells amb més de 20 anys d'experiència docent i a un professor d'un cicle formatiu superior de Química Ambiental (N=9). A l'Annex V es pot veure detalladament la transcripció de cadascuna de les entrevistes.

Entrevista

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.
2. D'on procedeix eixe coneixement?
3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?
4. Penses que se li hauria de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?
5. La tractes o l'has incorporat en les teues classes?
6. Com creus que seria una manera adequada d'introduir-lo dintre del currículum?

Quadre 4.4: Entrevista per a analitzar l'atenció donada pel professorat en actiu de química a la Química Verda

El mètode seguit per a realitzar aquestes entrevistes i la seua transcripció ha sigut:

- Hem plantejat un guió temàtic (**Quadre 4.4**) amb diverses qüestions que s'aniran reorientant segons siguin les respostes dels professors al voltant de la Química Verda.
- El dispositiu utilitzat per a registrar la conversa va ser un telèfon mòbil
- S'han establert unes sigles per tal de conservar l'anonimat dels participants. Les sigles utilitzades han sigut M per al investigador (entrevistador) i P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9 per als diferents professors entrevistats.
- S'ha fixat el sistema de codificació per a la transcripció de la conversa Gail (1984) (adaptant alguns signes a les nostres necessitats).

Considerarem com a resposta correcta el reconèixer que es tracta d'un camp específic dins de la Química o bé conèixer els principis bàsics, els autors d'aquets principis, que es tracta d'un camp emergent, etc.

Pel que fa al primer ítem, on se'ls pregunta si coneixen el concepte de Química Verda, quatre dels nou professors entrevistats afirmen conèixer el concepte mentre que la resta afirmen no conèixer-lo però suposen el que pot ser.

A continuació mostrem com a exemple les respostes donades per els professor que afirmen conèixer el concepte de Química Verda:

P1: [...] *era: e:: una química que se preocupava dels impactes ambientals i dels seus processos i reaccions [...]*

P2: [...] *Treballar la química de manera que siga lo menys perjudicial possible per al medi ambient [...]*

P5: [...] *Processos químics que no contaminen massa i fins i tot per a netejar la contaminació [...]*

P7: [...] *els processos químics que no malmetin el medi ambient o quan l'extracció de maderes primes o quan un procés respectin les bones practiques medi ambientals*

Si realitzem una avaluació rigorosa de les respostes dels professors que afirmen conèixer el concepte, tenint en compte els criteris, tal com vam comentar en altres casos, en realitat ninguna resposta es podria considerar correcta, ja que en cap cas es fa referència a que es tracte d'un camp específic dintre de la Química o es veu que es coneixen de forma adequada alguns dels principis en que es basa aquest camp emergent.

D'altra banda, la resta de professors que han dit que no coneixen el concepte han intentat descriure'l de forma etimològica, **P3:** [...] *m'imagino que serà algo relacionat en la ecologia, no? O el medi ambient [...]*, **P4:** *Pues la química relacionada con la ecologia me imagino no? Con la conservación del medio ambiente y todo esto [...]*, **P6:** *ser em sembla(,) pot ser vaig equivocat(,) que deu ser que vaig equivocat però deu ser tot això una mica la química ahm:: ahm:: en relació doncs ahm:: en rutes que siguin més ecològics i:: que estiguin més be per la: sustentabilitat del medi ambient i aixis i* **P9:** [...] *jo com entenc per mi al procés de química verda seria fer química respectant el medi ambient l'entorn (,) entenc que seria fer una química verda és a dir una mica utilitzar el seny si no deixar de fer química sinó ser més*

respectuós amb tots els processos. Podem observar que en molts casos és molt similar als que han dit que sí el coneixien.

Pel que fa al segon ítem, on es pretén conèixer d'on procedeix el coneixement, sols s'ha formulat a aquells professors que han afirmat conèixer el concepte, les respostes obtingudes han sigut les següents:

- **P1:** ens respon que prové d'un congrés que es va realitzar a Valencia de Química i Sostenibilitat.
- **P2:** No recorda on va sentir parlar del concepte.
- **P5:** en un curset de la Universitat de Tarragona.
- **P7:** Pot ser que ho hagi vist en algun lloc.

Segons les respostes obtingudes al primer i segon ítems l'entrevista s'ha reorientat. Per tal de clarificar l'anàlisi, presentarem primer les respostes obtingudes als ítems 3 i 4 formulades als professors que han afirmat que coneixen el concepte (P1,P2, P5 i P7) i a continuació es presentaran les respostes a les preguntes 3bis i 4bis. Formulades als professors P3, P4,P6, P8 i P9.

Pel que fa a l'ítem 3, on s'ha preguntat quines són les aportacions que coneixen des d'aquest camp de la Química, les respostes obtingudes són les següents: Les aportacions que coneix el primer professor (P1) són la Química a Microescala i l'anàlisi dels impactes dels processos químics. El professor P2 no ha sigut capaç de nombrar cap aportació que s'estiga fent en aquest camp, mentre que el P5 comenta que una de les aportacions que coneix és segrestar els metalls pesants de la natura. Finalment, el entrevistat P7 no ha sabut citar cap aportació.

Al ítem 4, com es recordarà, es pretén conèixer si aquests professors tracten el concepte de Química Verda a les seues classes. Les respostes obtingudes són les següents:

- **P1:** Afirmar no tractar-la a les seues classes degut a que li ha pillat un poc tard, i quan estava a l'institut solia ocupar-se de la part de física.

- **P5:** Afirma haver-la tractat però poques vegades, ja que es tracta d'un tema tangencial que no apareix als llibres de text.
- **P7:** Afirma incorporar-lo indirectament a l'assignatura de tractament de residus del cicle formatiu superior de Químic Ambiental.

Com s'ha comentat anteriorment, l'entrevista s'ha reformulat per als professors que no coneixen el concepte de Química Verda. A continuació es presenten els resultats de les preguntes 3bis i 4bis realitzades als professors P2, P3, P4, P6, P7, P8 i P9. En aquest cas, hem inclòs a P2 i P7 en aquestes preguntes també degut a que quan se li pregunta si coneix alguna de les aportacions no ha sabut contestar a cap.

A l'ítem 3bis es vol conèixer si aquests professors pensen que s'hauria de prestar atenció a la Química Verda al currículum de Química, mentre que al ítem 4bis es vol conèixer de quina forma l'introduirien. Seguidament, tractarem les respostes dels ítems conjuntament:

- **P2:** (3bis) *Si [...] fonamentalment perquè la gent sempre pensa en la química com una cosa dolenta e i[...] no és així [...]per medi de la química se poden crear problemes però també se resolen d'altres, i per tant jo crec que lo que hi ha que tindre és la visió generalitzada del personal que la química horror horror o siga no hi ha lo difícil o lo difícil sinó per les conseqüències que pot dur mai se veu la part positiva.*

(4bis) [...] la manera d'introduir jo crec que ha de ser sempre lo que siga més cridaner, és a dir, de manera que enganxa al personal i una vegada enganxats ja pots començar a treballar. Si tu introdueixes como una mena de temari d'estudi pot resultar a lo millor al meu parer e pot resultar massa acadèmic, però si tu introdueixes per exemple mitjançant lectures o exemples concrets posant activitats crec que la gent se pot enganxar més a eixe concepte.

- **P3:** (3bis) *Si, no estaria mal no estaria mal.*
(4bis) [...] podria fer en per exemple en l'assignatura esta de de ciències[...] per al mon contemporani [...]en el qual podria ser perfectament un tema atractiu per tractar això, a banda de les practiques de laboratori, en que se poden també

disminuir les quantitats jo pense que vaig fer un curset d'estos de la química a microescala [...]En que reduint les quantitats pues no fas tant de residu.

- **P4:** (3bis) [...] *seria interesante nosotros a veces lo comentamos sobre todo cuando damos química orgánica que es digamos la química más contaminante pues si que se habla un poquito de eso alguna cosa, pero en fin no forma parte del temario por supuesto.*

(4bis) si se quiere introducir de forma correcta la forma seria un tema dedicado a ello, no sé, qué actividades de la química son las más contaminantes, productos químicos, la forma de evitarlos, todo esto. [...] algunas cosas de este tipo sí que se dan pero no como tema propio sino como algunas preguntitas del tema en concreto.

- **P6:** (3bis) *Si, seria interessant.*

(4 bis) quan els expliques les reaccions químiques o quan els expliques clar ahh per exemple a segon de batxillerat que expliques cinètica molecular doncs els catalitzadors o inhibidors si si i introduir-ho introduir-ho en aquí.

- **P7:** (3bis) [...] *si perquè cada cop anem més enfocats cap aquí [...].*

(4bis) [...] medi ambiental i la gestió de residus [...].

- **P8:** (3bis) : *Jo penso que si perquè: entenc que e:: és una manera de fer química me respectuosa amb el medi ambient i i penso que per tant és important que els nanos el coneguin.*

(4bis): [...] es podria abordar de diferents maneres es pot abordar com a un debat o es pot abordar dintre de les sessions de laboratori també depèn de la edat dels alumnes no eh es pot treballar d'una manera més lúdica o més intensiva.

- **P9:** (3bis) [...] *el ser més respectuós si com a mínim ho intentem.*

(4bis): [...]relacionat amb un tema[...].

Aquests resultats donen suport a la nostra primera hipòtesi i posen de manifest, com hem dit anteriorment, l'escàs coneixement dels professors tant en actiu com en formació de la

Química Verda. Hem pogut observar que la majoria dels professors desconeixen el tema, i si afirmen conèixer-lo en general l'expliquen de forma etimològica sense nombrar els trets més importants en què es basa la Química Verda.

5.4 Resultats obtinguts en els qüestionaris realitzats a estudiants de Batxillerat

Per tal d'esbrinar si els alumnes de batxillerat coneixen el paper de la Química en la societat, per veure quines contribucions indiquen tant positives com negatives, i si coneixen el concepte de Química Verda i les aportacions que s'estan fent des d'aquest camp de la Química, s'ha dissenyat el qüestionari que apareix a continuació (**quadre 4.5**).

<p>Curs:.....</p> <p>Tenint el compte el paper rellevant de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Quin és el paper de la Química en la societat? 2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix? 3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?
--

Quadre 4.5. Qüestionari per a estudiants per a mostrar els coneixements que tenen sobre la Química Verda

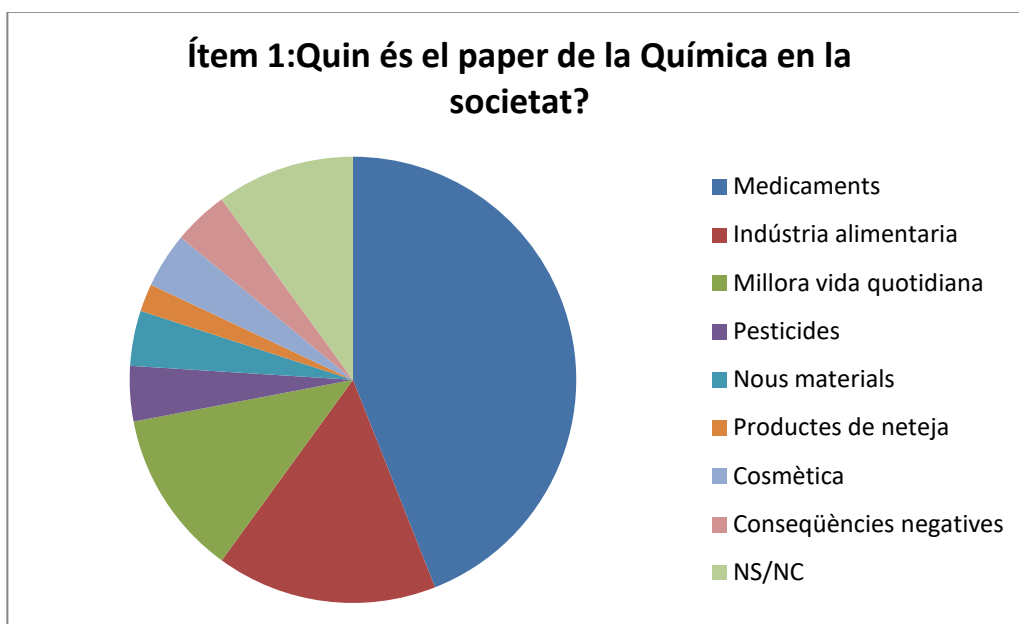
Aquest qüestionari va ser passat a 38 estudiants de 1r i 2n de batxillerat durant el curs 16-17 en quatre centres diferents, un a la comunitat Valenciana i tres a Catalunya (N=38). A l'Annex VI es pot veure detalladament cadascun d'aquests qüestionaris.

Les respostes que s'han obtingut són:

Ítem 1:

Quan se'ls pregunta que quin creuen que és el paper de la Química en la societat, els alumnes en general responen de forma positiva. Ressalten la importància de la química en la nostra societat per avançar i fer més fàcil la nostra vida. Entre les contribucions que s'hi estan donant en aquest cap els alumnes nomenen la medicina (medicaments), agricultura (pesticides), millora de la vida quotidiana, indústria alimentària (conserva d'aliments). Solament 5 alumnes no ha sabut contestar a la pregunta i dos fan referència a que pot tenir conseqüències negatives si no es sap utilitzar correctament però en cap moment les especifiquen. Aquests resultats positius, a diferència del que ha mostrat la investigació, tal

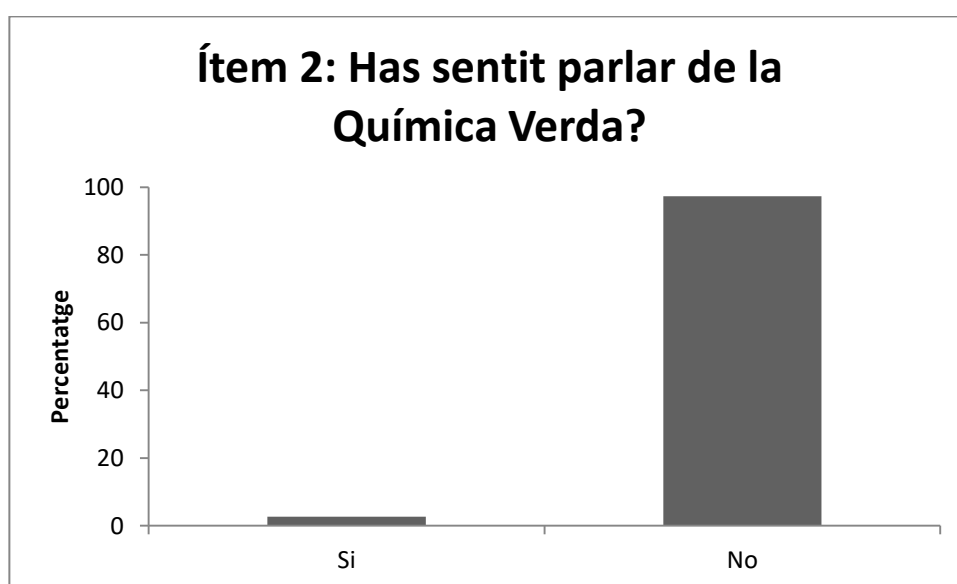
vegada poden tenir relació amb el fet de poder llegir la segona pregunta, que orienta cap a un paper positiu de la química, dirigit a la protecció del medi ambient.



Gràfica 5.6 Categories resposta ítem 1 alumnes batxillerat

Ítem 2:

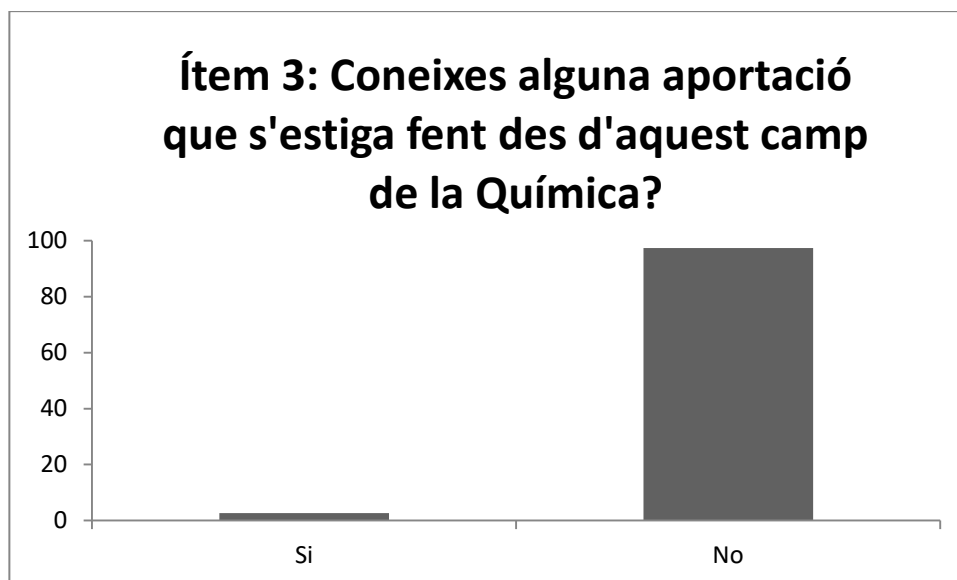
Es pregunta si coneixen el concepte de Química Verda i solament un alumne la defineix com una rama específica de la química però la resta no respon la pregunta o intenta definir-la de forma etimològica.



Gràfica 5.7: Percentatges respostes segon ítem alumnes batxillerat (N=38)

Ítem 3:

Es volia veure si els alumnes coneixen les aportacions que s'estan fent en Química Verda i els resultats han sigut els següents:



Gràfica 5.8: Percentatges respostes tercer ítem alumnes batxillerat (N=38)

Solament un alumne (2,6%) afirma conèixer algunes de les aportacions realitzades en aquest camp i nombra els adobs ecològics i els plaguicides i insecticides ecològics. Per tant, en síntesi, podem dir que els resultats dels estudiants, com era previst, són convergents amb la resta de resultats trobats en els diferents dissenys que estem utilitzant en aquesta investigació, que indiquen, en general, una escassa atenció de la Educació Científica a la Química per a la Sostenibilitat.

Cal remarcar que per a dur a terme aquest disseny experimental hem tingut algunes dificultats per trobar una mostra significativa d'estudiants de la rama científica degut a la poca demanda d'aquestes assignatures científiques.

5.5 Resultats obtinguts de l'anàlisi de Tesis Doctorals a RODERIC

Per tal de completar l'estudi d'aquesta atenció de l'Educació científica cap a la Química Verda, en volgut apropar-nos a l'àmbit de la investigació en que es centren les tesis doctorals en aquest camp. A continuació, es mostren els resultats obtinguts, a tall

d'exemples, en l'anàlisi de Tesis Doctorals a RODERIC dipositades des de la Facultat de Magisteri i la Facultat de Química de la Universitat de València.

RODERIC (Repositori d'Objectes Digitals per a l'Ensenyament la Recerca i la Cultura) és el repositori institucional de la Universitat de València que recull i difon la producció digital generada per els membres de la comunitat universitària en matèria de cultura, docència, col·leccions digitalitzades i investigació.

Per tal d'analitzar quina és l'atenció que donen els estudis universitaris a la Química Verda, s'han analitzat les diferents Tesis doctorals realitzades tant a la Facultat de Magisteri (antiga Escola de Magisteri) dintre del departament de Didàctiques de les Ciències Experimentals i Socials, com a la Facultat de Química de la Universitat de València durant els anys 2005-2017.

Per realitzar la cerca de les tesis publicades, s'han revisat totes les presentades a la Universitat de València entre els anys 2005-2017 que estan dipositades en RODERIC.

A continuació es presentaran els resultats obtinguts en aquest anàlisi:

Any	Facultat de magisteri (Departament Didàctica de les Ciències Experimentals i Socials)			Facultat de Química		
	Tesis publicades	Tracten QV	%	Tesis publicades	Tracten QV	%
2005	1	0	0	5	0	0
2006	1	0	0	9	0	0
2007	3	0	0	3	1	33,3
2008	1	0	0	6	0	0
2009	1	0	0	5	0	0
2010	0	0	0	5	0	0
2011	0	0	0	4	0	0
2012	0	0	0	11	0	0
2013	1	0	0	4	0	0
2014	2	0	0	7	0	0
2015	1	0	0	15	4	20
2016	2	0	0	8	0	0
2017	1	0	0	9	0	0
Total	14	0	0	91	5	6

Quadre: 5.29. Tesis doctorals revisades a la facultat de Química i de Magisteri de la Universitat de València entre el 2005 i el 2016. (N=105)

D'un total de 3509 revisades a RODERIC, un 2,6% són les tesis que s'han llegit a la Facultat de Química i un 0,4% a la Facultat de Magisteri, més en concret dins del Programa de Doctorat de Didàctiques Específiques, en l'especialitat de Ciències Experimentals.

Si ens centrem en les tesis presentades a la Facultat de Química de les 91 tesis presentades 5 fan referència a la Química Verda o Sostenible, el que representa un 5% del total, tal com es mostra a continuació:

Facultat de Química		
Any	Tesi	Referència
2007	Ventura Gayete, J. F. (2005). Desarrollo de métodos analíticos medioambientalmente sostenibles por espectrometría FTIR. Tesis Doctoral. Universitat de València.	Es fa referència al concepte de la Química Verda i els principis que la sustenten. Aplica aquests principis a l'espectrometria FTIR
2015	Tarazona Teruel, I. (2015). Desarrollo de métodos analíticos para la determinación de filtros UV: de los productos cosméticos al cuerpo humano y al medio ambiente. Tesis Doctoral. Universitat de València.	Es fa referència al concepte sense explicar-lo ni nomenar els principis
2015	Muñoz Ortuño, M. (2015). Desarrollo de estrategias analíticas para la identificación de contaminantes emergentes. Tesis Doctoral. Universitat de València.	Es parla de la Química Analítica Verda i nomena els principis de la QAV
2015	Jornet Martínez, N. (2015). Estudio de nuevos (nano)materiales para el desarrollo de metodologías analíticas sostenibles. Tesis Doctoral. Universitat de València.	Es fa referència al concepte de la Química Verda i als principis que la sustenten

Quadre 5.30: Tesis doctorals llegides a la Facultat de Química de la Universitat de València i que tracten el concepte de Química Verda (Gener 2005-Juliol 2017)

Pel que fa a les Tesis llegides a la Facultat de Magisteri, més en concret al departament de Didàctiques de les Ciències Experimentals i Socials, de les 14 Tesis que es troben al repositori publicades entre gener de 2005 i juliol de 2017 no s'ha trobat cap que tracte específicament el concepte de Química Verda. És important afegir que algunes de les tesis presentades en aquest departament estan dins del camp de l'educació per a la Sostenibilitat, fent èmfasi en el paper de les ciències (i la química en particular) i de

l'ensenyament científic en la construcció d'un futur sostenible, on la química té un paper important que jugar. En aquest sentit, hem trobat tesis doctorals en aquesta facultat en torn al paper de l'educació no formal dins de l'ensenyament científic per a contribuir així mateix a la Sostenibilitat.

Pel que fa a les dificultats trobades en la posada en marxa d'aquest disseny experimental volem assenyalar que RODERIC no deixa classificar els treballs per facultats, solament per any de publicació, títol, mot clau, autor, resum..., per tant s'han tingut que revisar totes les tesis doctorals presentades entre els anys 2005 i 2017 a la Universitat de València. I a partir d'això classificar les que eren de la Facultat de Química i les de la Facultat de Magisteri. Aquest fet ha complicat molt la cerca ja que s'han tingut que revisar aproximadament els títols i resums de 3509 tesis doctorals.

En aquest anàlisi hem vist que encara que no hi ha moltes tesis en conjunt, podem assenyalar alguns canvis que s'estan donant últimament en aquests sentit en el qual algunes de les tesis presentades estan dins del camp de l'educació per a la Sostenibilitat, fent èmfasi en el paper de les ciències (i la química en particular) i de l'ensenyament científic en la construcció d'un futur sostenible.

5.6 Resultats obtinguts de l'anàlisi de Congressos del camp de la Didàctica de les Ciències

Per tal d'analitzar l'atenció que es té als congressos de didàctica de les ciències a la Química Verda, s'han analitzat diferents comunicacions orals presentades entre els anys 2005 i 2017 en alguns dels congressos realitzats entorn a l'ensenyament científic. Aquestes dates poden canviar segons l'accessibilitat dels documents o els anys de realització dels congressos.

S'han escollit les comunicacions, que es troben en general accessibles a les actes dels diferents congressos analitzats i es pot veure si tracten o fan referència a la Química per a la Sostenibilitat o no.

A continuació, es presenta una taula que recull els diferents congressos analitzats, així com el nombre de presentacions orals presentades en cada congrés:

	APICE	Enseñanza de las Ciencias	ESERA	SEMINARIS CTS (SIACTS)
2005		539		
2006	91			45
2007				
2008	119			10
2009		733	459	
2010				
2011	61		305	
2012	118			103
2013		681	325	
2014	95			52
2015			319	
2016	121			134
2017		681	664	
Total	605	2634	2072	344

Quadre 5.31: Comunicacions presentades revisades en diferents congressos de didàctica de les Ciències entre els anys 2005-2017 (N=5655)

En aquesta taula es recullen les comunicacions accessibles a través de la pàgina oficial del congrés. En color gris apareix els anys en els quals no s'ha realitzat congrés o no s'ha pogut accedir al contingut. Pensem que malgrat algunes dades que no hem pogut obtenir, els resultats poden mostrar les tendències en els camps tractats en els congressos, en l'àrea de la investigació en didàctica de les ciències cap a l'atenció prestada a la Química per a la Sostenibilitat i el seu paper en l'ensenyament de les ciències i la química en particular.

1. En síntesi, podem assenyalar que l'anàlisi realitzat a les comunicacions presentades als congressos de *l'Asociación Española de Profesores e Investigadores de Didáctica de las Ciencias Experimentales (APICE)* mostra que de les 605 comunicacions revisades en els congressos celebrats en els anys 2006, 2008, 2011, 2012, 2014 i 2016, no s'ha trobat cap comunicació que tracte o faci referència a la Química Verda o Química per a la Sostenibilitat.

2. Pel que fa a l'anàlisi de les comunicacions que s'han realitzat en els diferents congressos d'*Enseñanza de las Ciencias*, dels 2634 articles revisats en els anys 2005, 2009, 2013 i 2017

solament en 7 comunicacions apareixen referències al concepte de Química Verda, el que representa un 0,26% del total de les comunicacions revisades.

A continuació es presenten les comunicacions trobades en *Enseñanza de las Ciencias*:

Enseñanza de las ciencias		
Any	Comunicació oral	Grau d'aprofundiment
2005	Calleja Nieto, E., Carrillo Chávez, M., González Muadás, R. M., Montagut Bosque, P. i Sansón Ortega, C. (2005). Nuevos contenidos, nuevos enfoques. Trabajos prácticos en microescala. Comunicació presentada en <i>el VII Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las ciencias</i> , 1-5.	Fa referència al concepte però en cap moment s'explica.
2005	García Manrique, C., Salazar Vela, G. I Sánchez, M. (2005). Microescala en el laboratorio de Química Orgànica. Síntesis de Fenacetina. Comunicació presentada en <i>el VII Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las ciencias</i> , 1-5.	Fa referència al concepte però en cap moment s'explica.
2009	Porto Alves, P., Corio, P., Maximiano, F. i Fernandez, C. (2009). Química Ambiental e Química Verde: Como se integram às áreas tradicionais da química na visao de graduandos. Comunicació presentada en <i>el VIII Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las ciencias</i> , 1526-1532.	Explica breument el concepte
2013	Vilches, A., Gil Pérez, D., Calero, M. (2013). Contibución de la educación científica a la apropiación de los objetivos de desarrollo sostenible, Comunicació presentada en <i>el IX Congres Internacional sobre investigación en la didáctica de les ciències</i> , 3717-3721.	Es fa referència a la Química per a la Sostenibilitat
2013	Maximiano, F.A., Silva, P.A. (2013). A utilização de uma metodologia que transforma textos em mapas e redes conceituais no estudo da compreensão do tema química verde por alunos de um curso de graduação em química. Comunicació presentada en <i>el IX Congres Internacional sobre investigación en la didáctica de las ciències</i> , 2225-2232.	Defineix el concepte i nombra els principis però no els explica
2017	Cortés Rodríguez, A. J., Duvan Reyes, J. i Bustos Velazco, E. H. (2017). Secuencia didáctica en química verde. Comunicació presentada en <i>el X Congres Internacional sobre investigación en la didáctica de las ciències</i> .	

2017	Souza da Rocha, Q. G., Della Volpe, A. L., Pierrotti de Castro, F., Rodrigues de Miranda, M. C. i Rodrigues Filho, G. (2017). Educação Ambiental nas Aulas de Química: A Experiência de uma Sequência Didática sobre Química Verde. Comunicació presentada en el X <i>Congres Internacional sobre investigació en la didàctica de las ciències</i> .	
------	--	--

Quadre 5.32. Comunicacions que citen el concepte de Química Verda presentades als congressos de *Enseñanza de las Ciencias* entre els anys 2009-2017 (N=2634)

Cal remarcar que en aquest darrer congrés que es realitzarà aquest setembre a Sevilla solament s'han pogut revisar els títols de les comunicacions ja que els resums en el moment de tancar ja la tesi encara no estan disponibles.

3. Pel que fa als congressos organitzats per *European Science Education Research Association (ESERA)* dels 2072 articles revisats en els anys 2009, 2011, 2013, 2015 i 2017 solament en 4 comunicacions es fa referència a la Química Verda, el que representa un 0,19% del total de les contribucions publicades en aquests congressos.

A continuació es mostra els articles que han citat el concepte:

ESERA		
Any	Comunicació	Grau profunditat
2009	Passos Cortes, L., Fernandez, C. (2009). Social representations of "environmental chemistry": contributions to chemist's and chemistry teacher's education. Comunicació presentada en la 81 Conferència d'ESERA.	No defineix el concepte de Química Verda però parla indirectament d'ells
2011	Burmeister, M i Eilks, I. (2011). Teaching about plastics and education for sustainable development in chemistry education, Comunicació presentada en la 9e conferència d'ESERA.	Nomena els principis de la QV però no es descriu.
2013	Burmeister, M i Eilks, I. (2013). Issues of sustainable development and green chemistry for innovating secondary chemistry teacher education, Comunicació presentada en la 10 ^a conferència d'ESERA.	Referències a la QV i als seus principis sense definir-los
2013	Fernandes Goes, L., Henrique Leal, S., Corio, P. I Fernandez, C. (2013b), Pedagogical content knowledge aspects of green chemistry of organic chemistry university teachers, Comunicació presentada en la 10 ^a conferència d'ESERA.	Descriu el concepte, nomena els principis i relaciona la seva inclusió a l'educació amb l'augment de l'alfabetització científica de la ciutadania

Quadre 5.33. Comunicacions que citen el concepte de Química Verda presentades als congressos d'ESERA entre els anys 2009-2015 (N=2072)

4. Finalment s'han analitzat les comunicacions presentades en els Seminaris Ibèrics/Iberoamericans CTS en l'Educació en Ciències, i de les 344 contribucions revisades els anys 2006, 2008, 2012, 2014 i 2016 solament 3 fan referència a la Química Verda, el que representa un 0,87% del total de les comunicacions revisades.

Les comunicacions orals que citen el concepte de Química Verda són:

AIA-CTS		
Any	Comunicació	Grau profunditat
2006	Castillo Urueta, P. i Navarro León, C.F. (2006). Un suelo, Un excelente laboratorio de Química. Una propuesta de enseñanza experimental en microescala con enfoque CTS i ciudadano del ambiente. Comunicació presentada en el IV Seminari Ibèric CTS, Màlaga, España.	Referències als principis de la QV
2014	Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2014b). La incorporación de la Ciencia de la Sostenibilidad en la formación de Docentes en Educación CTSA. Comunicació presentada en el VIII Seminário Iberico/ IV Iberoamericano CTS, Bogotà, Colombia.	Referències a la Química per a la Sostenibilitat
2014	Mascarell, L. i Vilches, A. (2014). Química para la Sostenibilidad en la formación del profesorado. Comunicació presentada en el VIII Seminário Iberico/ IV Iberoamericano CTS, Bogotà, Colombia.	Tracta el concepte de Química per a la Sostenibilitat i els seus principis

Quadre 5.34. Comunicacions que citen el concepte de Química Verda presentades als congressos d'AIA-CTS entre els anys 2009-2017 (N=344)

S'observa que són molt poques les presentacions orals presentades en els diferents congressos de Didàctica de les Ciències on es parla de la Química Verda, fet que junt a la resta de resultats que estem trobant reforça la nostra primera hipòtesi de treball en la qual pensem que l'educació científica i la investigació didàctica no està prestant l'atenció adequada a la Química Verda i les seues aportacions.

Després de mostrar en aquest capítol els resultats obtinguts amb els diferents dissenys experimentals proposats per a posar a prova la nostra primera hipòtesi de treball, i una vegada analitzats els resultats, al següent capítol es presentaran els dissenys experimentals que s'utilitzaran per tal de posar a prova la segona hipòtesi d'aquesta investigació.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES CAPÍTOL 5

Aktoudianakis, E., Chan, E., Edward, A. R., Jarosz, I., Lee, V., Mui, L., Thatipamala, S. S i Dicks, A. P. (2008). "Greening Up" the Suzuki Reaction, *Journal of Chemical Education*, 85(4), 555-557.

Aktoudianakis, E., Chan, E., Edward, A. R., Jarosz, I., Lee, V., Mui, L., Thatipamala, S. S i Dicks, A. P. (2009). Comparing the Traditional with the Modern: A Greener, Solvent-Free Dihydropyrimidone Synthesis, *Journal of Chemical Education*, 86(6), 730-732.

Altava, B., Burguete, M.I. i Luis, S.V. (2013). Educación cooperativa en Química Verde: la experiencia Española, *Educación Química*, 24(E1), 132-138.

Porto Alves, P., Corio, P., Maximiano, F.A. i Fernandez, C. (2009). Química Ambiental e Química Verde no conjunto do conhecimento químico: concepções de alunos de graduação em Química da Universidade de São Paulo, *Educación Química*, 20(4), 398-404.

Andraos, J. (2015). Simplified Application of Material Efficiency Green Metrics to Synthesis Plans: Pedagogical Case Studies Selected from Organic Syntheses, *Journal of Chemical Education*, 92(11), 1820-1830.

Arroyo-Carmona, R.E., Bernès, S., González-Vergara, E., Méndez-Rojas, M.A i Pérez-Benítez. A. (2012). Síntesis microquímica y microelectroquímica de acetato de cobre(II) a partir de vinagre: Un ejemplo de Química Verde, *Educación Química*, 23(E1), 127-135.

Aubrecht, K. B., Padwa, L., Shen, X i Bazargan, G. (2015). Development and Implementation of a Series of Laboratory Field Trips for Advanced High School Students To Connect Chemistry to Sustainability, *Journal of Chemical Education*, 92(4), 631-637.

Ávila-Zárraga, J.G. (2009). Síntesis fotoquímica mediante luz solar, *Educación Química*, 20(4), 426-432.

Bennett, G. (2006). A Green Enantioselective Aldol Condensation for the Undergraduate Organic Laboratory, *Journal of Chemical Education*, 83(12), 1871-1872.

Borsese, A. i Esteban, S. (2005). Química, educación ambiental y vida cotidiana: El ozono troposférico, *Enseñanza de las ciencias*, 23(2), 251-561.

Burmeister, M i Eilks, I. (2011). Teaching about plastics and education for sustainable development in chemistry education, Comunicació presentada en la 9e conferència d'ESERA.

Burmeister, M i Eilks, I. (2013). Issues of sustainable development and green chemistry for innovating secondary chemistry teacher education, Comunicació presentada en la 10ª conferencia d'ESERA.

Cacciatore, K. (2006). Teaching Lab Report Writing through Inquiry: A Green Chemistry Stoichiometry Experiment for General Chemistry, *Journal of Chemical Education*, 83(7), 1039-1041.

Cacciatore, K. L., Amado, J., i Evans, J.J. (2008). Connecting Solubility, Equilibrium, and Periodicity in a Green, Inquiry Experiment for the General Chemistry Laboratory, *Journal of Chemical Education*, 85(2), 251-253.

Calleja Nieto, E., Carrillo Chávez, M., González Muadás, R. M., Montagut Bosque, P. i Sansón Ortega, C. (2005). Nuevos contenidos, nuevos enfoques. Trabajos prácticos en microescala. Comunicació presentada en *el VII Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las ciencias*, 1-5.

Careta, S., Solà, A. i Erra, M. (2014). Els residus en un laboratori de Secundària. Les 3 R + S de salut, *Educació Química*, 19, 58-62.

Castillo Urueta, P. i Navarro León, C.F. (2006). Un suelo, Un excelente laboratorio de Química. Una propuesta de enseñanza experimental en microescala con enfoque CTS i ciudadano del ambiente. Comunicació presentada en el IV Seminari Ibèric CTS, Màlaga, España.

Cheney, M. L., Zaworotko, M. J., Beaton, S. i Singer, R. D. (2008). Cocrystal Controlled Solid-State Synthesis. A Green Chemistry Experiment for Undergraduate Organic Chemistry, *Journal of Chemical Education*, 85(12), 1649-1651.

Climent, T. (2009). Química para un mundo sostenible: ¿Qué hacer desde los laboratorios?, *Educació Química*, 4, 21-28.

Corominas Viñas, J. (2011). Química dels gasos a petita escala << Química talla S>>, *Educació Química*, 9, 48-52.

Corral, L. E., Fernández Sánchez, L. i Rodríguez Ibañez, O. (2005). Trampas de carbón activado para evitar contaminantes en los laboratorios de química, *Educación Química*, 16(3), 486-489.

Cortés Rodríguez, A. J., Duvan Reyes, J. i Bustos Velazco, E. H. (2017). Secuencia didáctica en química verde. Comunicació presentada en el *X Congrés Internacional sobre investigació en la didáctica de las ciències*.

De la Hoz Ayuso, A. (2009). Los estudios de posgrado en química sostenible en España, *Educación Química*, 20(4), 405-411.

Dintzner, M., Wucka, P. i Lyons, T. (2006). Microwave-Assisted Synthesis of a Natural Insecticide on Basic Montmorillonite K10 Clay, *Journal of Chemical Education*, 83(2), 270-272.

Doria Serrano, M.C. (2009). Química Verde: un nuevo enfoque para el cuidado del medio ambiente, *Educación Química*, 20(4), 412-420.

Duarte, R. C. C., Ribeiro, M. G., i Machado, A. A.(2015). Using Green Star Metrics To Optimize the Greenness of Literature Protocols for Syntheses, *Journal of Chemical Education*, 92(5), 1024-1034.

Dzyuba, V. S., Kollar, K. D. i Sabnis, S. S. (2009). Synthesis of Imidazolium Room-Temperature Ionic Liquids. Exploring Green Chemistry and Click Chemistry Paradigms in Undergraduate Organic Chemistry Laboratory, *Journal of Chemical Education*, 86(7), 856-858.

Fernandes de Goes, L., Henrique Leal, S., Corio, P. i Fernandez, C. (2013a). Aspectos do conhecimento pedagógico do conteúdo de Química Verde em professores universitários de química, *Educación Química*, 24(E1), 113-123.

Fernandes Goes, L., Henrique Leal, S., Corio, P. i Fernandez, C. (2013b). Pedagogical content knowledge aspects of green chemistry of organic chemistry university teachers, Comunicació presentada en la 10^a conferencia d'ESERA.

Gail, J. (1984). Transcript notation. In *Structures of Social Action. Studies in Conversation Analysis*, J. M. Atkinson and J. Heritage.(Eds), Cambridge, Cambridge University Press, ix-xvi.

García Manrique, C., Salazar Vela, G. i Sánchez, M. (2005). Microescala en el laboratorio de Química Orgànica. Síntesis de Fenacetina. Comunicació presentada en *el VII Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las ciencias*, 1-5.

González, M.L. i Valea, A. (2009). El compromiso de enseñar química con criterios de sostenibilidad: la Química Verde, *Educació Química*, 2, 48-52.

Graham, K. J., Jones, T. N., Schaller, C. P. i McIntee, E. J. (2014). Implementing a Student-Designed Green Chemistry Laboratory Project in Organic Chemistry, *Journal of Chemical Education*, 91(11), 1895-1900.

Hernández, J.G i Juaristi, E. (2013). Reacciones asimétricas organocatalizadas en ausencia de disolvente: una estrategia para hacer más "verde" la organocatálisis, *Educación Química*, 24(E1), 96-102.

Hooper, M.M. i De Boef, B. (2009). A Green Multicomponent Reaction for the Organic Chemistry Laboratory, *Journal of Chemical Education*, 86(9), 1077-1079.

Irabien, A., Cristobal, J., Albo, J. i Dominguez-Ramos, A. (2009). La intensificación sostenible de los procesos químicos, *Química e Industria*, 589, 28-33.

Jegstada, K.M and Tonette Sinnesa, A. (2015). Chemistry Teaching for the Future: A model for secondary chemistry education for sustainable development, *Internacional Journal of Science Education*, 37 (4), 655-683.

Jones-Wilson, M. (2005). A Green Starting Material for Electrophilic Aromatic Substitution for the Undergraduate Organic Laboratory, *Journal of Chemical Education*, 82(4), 616-617.

Jornet Martínez, N. (2015). Estudio de nuevos (nano)materiales para el desarrollo de metodologías analíticas sostenibles. Tesis Doctoral. Universitat de València.

Kennedy, S. A. (2016). Design of a Dynamic Undergraduate Green Chemistry Course, *Journal of Chemical Education*, 93(4), 645-649.

Kin Kee,W. i Hong Chan, W. (2005). Demonstration of environmental chemistry with microscale chemistry and a low-cost four-led based photom, *Educación Química*, 16(4), 510-513.

Klingshirn, M. A, Wyatt, F. A., Hanson, R. M. i Spessard,G. O. (2008). Determination of the Formula of a Hydrate: A Greener Alternative, *Journal of Chemical Education*, 85(6), 819-821.

König, B. (2008). Developing and Disseminating NOP: An Online, Open-Access, Organic Chemistry Teaching Resource To Integrate Sustainability Concepts in the Laboratory, *Journal of Chemical Education*, 85(7), 1000-1005.

León-Cedeño, F. (2009). Implementación de algunas de las técnicas de la Química Verde (o Química Sustentable) en docencia, *Educación Química*, 20(4), 441-446.

Lozano, R. i Watson, M.K. (2013). Chemistry Education for Sustainability: Assessing the chemistry curricula at Cardiff University, *Educación Química*, 24(2), 184-192.

Manchanayakage, R. (2012). Designing and Incorporating Green Chemistry Courses at a Liberal Arts College To Increase Students' Awareness and Interdisciplinary Collaborative Work, *Journal of Chemical Education*, 90(9), 1167-1171.

Marques, C.A. (2012). Estilos de pensamento de profesores italianos sobre a Química Verde na educação química escolar, *Revista eletrónica de Enseñanza de las ciencias*, 11(2), 316-340.

Martin, E i Kellen-Yuen, C. (2007). Microwave-Assisted Organic Synthesis in the Organic Lab: A Simple, Greener Wittig Reaction, *Journal of Chemical Education*, 84(12), 2004-2006.

Mascarell, L. i Vilches, A. (2014). Química para la Sostenibilidad en la formación del profesorado. Comunicació presentada en el VIII Seminário Iberico/ IV Iberoamericano CTS, Bogotá, Colombia.

Mascarell, L. i Vilches Peña, A. (2016). Química Verde y Sostenibilidad en la educación secundaria, *Enseñanza de las ciencias*, 34(2), 25-42.

Mattson, B. (2005). Microscale gas chemistry, *Educación Química*, 16(4), 514-528.

Maximiano, F.A., Silva, P.A. (2013). A utilização de uma metodologia que transforma textos em mapas e redes conceituais no estudo da compreensão do tema química verde por alunos de um curso de graduação em química. Comunicació presentada en el IX *Congres Internacional sobre investigació en la didàctica de las ciències*, 2225-2232.

McKenzie L., Huffman ,L. i Hutchison, J. (2005). The Evolution of a Green Chemistry Laboratory Experiment: Greener Brominations of Stilbene, *Journal of Chemical Education*, 82(2), 306-310.

Méndez Vivar, J. (2005). El color verde predomina en el futuro de la Química, *Educación Química*, 16(E), 192-198.

Mercer, S. M., Andraos, J. i Jessop, P. G. (2012). Choosing the Greenest Synthesis: A Multivariate Metric Green Chemistry Exercise, *Journal of Chemical Education*, 89(2), 215-220.

Mestres, R. (2008). Química Sostenible: conceptos, objetivos y estrategias, *Química e Industria*, 576, 30-34.

Mestres, R. (2013). Química Sostenible: Naturaleza, fines y ámbito, *Educación Química*, 24(E1), 103-112.

Mihok, M. Keiser, J. Bortiatynski, J. i. Mallouk, T. (2006). An Environmentally Focused General Chemistry Laboratory, *Journal of Chemical Education*, 83(2), 250-252.

Montagut, P., Nieto, E. i Sansón, C. (2006). Química Verde y microescala: por un futuro mejor, *Alambique*, 47, 86-94.

Muñoz Ortuño, M. (2015). Desarrollo de estrategias analíticas para la identificación de contaminantes emergentes. Tesis Doctoral. Universitat de València.

Oñorbe, A. (2007). Estudio Experimental de reacciones químicas en mini laboratorio, *Alambique*, num 53, 115-118.

Passos Cortes, L. i Fernández, C. (2009). Social representations of “environmental chemistry”: contributions to chemist’s and chemistry teacher’s education. Comunicació presentada en la 81 Conferència d’ESERA.

Peres Gonçalves, F., Francisco Yunes, S., Isabelle Guaita, R., Alberto Marques, C., Pires, T. C. M, Ricardo M.Pinto J. i A.S.C. Machado, A. (2017). La dimensión ambiental de la experimentación en la enseñanza de la química: consideraciones sobre el uso de la métrica holística “estrella verde”, *Educación Química*, 28 (2), 99-106.

Porto Alves, P., Corio, P., Maximiano, F. i Fernández, C. (2009). Química Ambiental e Química Verde: Como se integram às áreas tradicionais da química na visao de graduandos. Comunicació presentada en *el VIII Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las ciencias*, 1526-1532.

Ranke, J., Bahadir, Christensen, J. E., Huddle, G. H., Rogers, J. L., Yung, H. i Mohan, R. S. (2008). The Discovery-Oriented Approach to Organic Chemistry. 7. Rearrangement of trans-Stilbene Oxide with Bismuth Trifluoromethanesulfonate and Other Metal Triflates, *Journal of Chemical Education*, 85(9), 1274-1275.

Reyes-Sánchez, L.B. (2012). Aporte de la Química Verde a la construcción de una ciencia socialmente responsable, *Educación Química*, 23(2), 222-229.

Ribeiro, M. G. i Machado, A. S. (2011). Meta lAcetylacetonate Synthesis Experiments: Which Is Greener?, *Journal of Chemical Education*, 88(7), 947-953.

Sánchez Mendoza, M., Vázquez Sánchez, A., Garcia Manrique, C i Ávila Zagarra, J.G. (2013). Reducción de nitrocompuestos utilizando el sistema Pd/H₂N-NH₂/Mw, *Educación Química*, 24(3), 347-350.

Sobral, A. (2006). Synthesis of meso-Diethyl-2,2'-dipyrromethane in Water. An Experiment in Green Organic Chemistry, *Journal of Chemical Education*, 83(11), 1665-1666.

Soledad Mansilla, D., Celeste Muscia, G. i Ariel Ugliarolo, E. (2014). Una fundamentación para la incorporación de la Química Verde en los currículos de química orgánica, *Educación Química*, 25(1), 56-59.

Souza da Rocha, Q. G., Della Volpe, A. L., Pierrotti de Castro, F., Rodrigues de Miranda, M. C. i Rodrigues Filho, G. (2017). Educação Ambiental nas Aulas de Química: A Experiência de uma Sequência Didática sobre Química Verde. Comunicació presentada en *el X Congres Internacional sobre investigació en la didáctica de las ciències*.

Spanevello, R.A., Suárez, A.G. i Sarotti, M.A. (2013). Fuentes alternativas de materia prima, *Educación Química*, 24(E1), 124-131.

Stark, A. Ott, D., Kralisch, D., Kreisel, G. i Ondruschka, B. (2010). Ionic Liquids and Green Chemistry: A Lab Experiment, *Journal of Chemical Education*, 87(2), 191-201.

Succaw, G.L, i Doxsee, M.K. (2009). Palladium-Catalyzed Synthesis of a Benzofuran: A Case Study in the Development of a Green Chemistry Laboratory Experiment, *Educación Química*, 20(4), 433-440.

Summerton, L., Hunt, A.J. i Clark, J.H. (2013). Green Chemistry for postgraduates, *Educación Química*, 24(E1), 150-155.

Tarazona Teruel, I. (2015). Desarrollo de métodos analíticos para la determinación de filtros UV: de los productos cosméticos al cuerpo humano y al medio ambiente. Tesis Doctoral. Universitat de València.

Teixeira, J. M., Nedrow Byers, J., Perez, M. G. i Holman, R. W. (2010). The Question-Driven Laboratory Exercise: A New Pedagogy Applied to a Green Modification of Grignard Reagent Formation and Reaction, *Journal of Chemical Education*, 87(7), 714-716.

Van Arnum, S. (2005). An Approach Towards Teaching Green Chemistry Fundamentals, *Journal of Chemical Education*, 82(11), 1689-1692.

Velasco Bejarano, B., Delgado, F., Arroyo, G., Penieres, G., Martínez, J.O., Noguez Córdova, O. i Miranda Ruvalcaba, R. (2009). Irradiación infrarroja: nueva manera para activar reacciones, un acercamiento al protocolo de la Química Verde, *Educación Química*, 20(4), 421-425.

Ventura Gayete, J. F. (2005). Desarrollo de métodos analíticos medioambientalmente sostenibles por espectrometría FTIR. Tesis Doctoral. Universitat de València.

Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2008). Educació Química i Sostenibilitat, *Educació Química*, 1, 30-39.

Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2011a). Química y educación química para un futuro sostenible, *Química e Industria*, 596, 48-49.

Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2011b). Papel de la Química y su enseñanza en la construcción de un futuro sostenible, *Educación Química*, 22 (2), 103-116.

Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2013a). La Ciencia de la Sostenibilidad en la formación del profesorado de ciencias, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (Núm. Extraordinario), 749-762.

Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2013b). Creating a Sustainable Future: Some Philosophical and Educational Considerations for Chemistry Teaching, *Science & Education*, 22(7), 1857-1872.

Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2013c). Ciencia de la Sostenibilidad: Un nuevo campo de conocimientos al que la química y la educación química están contribuyendo, *Educación Química*, 24(2), 199-206.

Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2014a). Educació Química i Ciència de la Sostenibilitat. Una nova i potent font de motivació per als estudiants, *Educació Química*, 17, 37-44.

Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2014b). La incorporación de la Ciencia de la Sostenibilidad en la formación de Docentes en Educación CTSA. Comunicació presentada en el VIII Seminário Iberic/ IV Iberoamericano CTS, Bogotá, Colombia.

Vilches, A., Gil Pérez, D., Calero, M. (2013). Contribución de la educación científica a la apropiación de los objetivos de desarrollo sostenible, Comunicació presentada en el IX Congrés Internacional sobre investigació en la didàctica de les ciències, 3717-3721.

Zovinka, E. P. i. Stock, A.E. (2010). Microwave Instruments: Green Machines for Green Chemistry? *Journal of Chemical Education*, 87(4), 350-352.

CAPÍTOL 6

**DISSENYYS EXPERIMENTALS PER
A POSAR A PROVA LA SEGONA
HIPÒTESI**

Al capítol 3, hem assenyalat que aquest treball no es basa sols en l'anàlisi de la situació actual estudiant les seves possibles deficiències, sinó que pretenem anar més enllà, ja que l'objectiu principal és contribuir a remarcar la importància que té la Química Verda en l'educació i mostrar que pot ser una eina útil per tal de formar ciutadans conscients de la situació d'emergència planetària, així com per a millorar l'aprenentatge i les actituds dels estudiants cap a la Química. Aquest fet ens ha dut a plantejar-nos una segona hipòtesi de treball segons la qual:

L'atenció en l'educació a la Química Verda i el seu paper en la solució dels problemes socioambientals, mitjançant l'elaboració i posada a prova de materials i estratègies adequades, pot contribuir a implicar als estudiants en la construcció d'un present i futur sostenible, augmentant el seu interès cap a la química i millorant el seu aprenentatge.

En aquest capítol exposarem els dissenys experimentals proposats per tal de posar a prova la segona hipòtesi de treball, és a dir amb quins instruments mostrarem que a través de la inclusió de la Química Verda a l'educació Secundària es contribueix a visions més reals i contextualitzades de la Química i, per tant, augmentar l'interès, millorar l'aprenentatge de la Química i la implicació dels alumnes en la construcció d'un futur sostenible.

Com s'ha plantejat en capítols anteriors s'han anat realitzant nombroses crides, per part dels organismes internacionals i les noves corrents en didàctica de les ciències, a la responsabilitat que té l'educació científica en la formació de ciutadans compromesos amb la cura del medi ambient.

Per una altra banda, la Química Verda està compromesa amb el Desenvolupament Sostenible i amb la responsabilitat que tenen els científics sobre les conseqüències ambientals, socials i tecnològiques que tenen els resultats de les seves investigacions.

En aquesta segona part de la investigació, es pretén esbrinar si vincular la Química en l'educació amb el seu paper en la solució de problemes socioambientals pot contribuir a millorar visions negatives de la Química que es donen habitualment. Es considera que això, amb una química contextualitzada i que mostre les seues contribucions cap un món més sostenible, pot contribuir a afavorir la motivació i l'aprenentatge dels estudiants cap a la química (Furió, 2006).

Es tracta doncs de treballar la Química com una ciència que procura solucionar i prevenir problemes que ens afecten a tots, i no centrant-nos en l'estudi d'una ciència que provoca dits problemes. Dit d'una altra forma, l'estudi des de la perspectiva de la Química Verda, facilita el treball considerant la diversitat en quant a interessos i estils d'aprenentatge degut a que el seu ensenyament abasta molts aspectes referits a la pròpia Química, però també a la Biologia, a la Física, i molt en especial a les Ciències Socials. La millora en els aprenentatges i actituds s'espera com una conseqüència de la motivació i, també, com a resultat de treballar d'una forma més diversificada, amb una avaluació conseqüent amb la metodologia d'ensenyament (Casullo, 2016).

A partir d'aquest plantejament, i amb el recolzament de les contribucions dels experts i documents i articles analitzats en la primera part d'aquest treball, pretenem dissenyar uns primers materials que contemplen el paper rellevant de la Química Verda i les seues contribucions per a resoldre els problemes socioambientals als que ens enfrontem. Per això hem concebut diferents estratègies que permetran posar a prova la segona hipòtesi a partir d'una sèrie de conseqüències contrastables:

- Els experts en el camp de la didàctica de les ciències i en particular de la Sostenibilitat valoraran la importància d'incorporar l'estudi de la Química Verda en l'ensenyament, aportant les seues iniciatives.
- És possible dissenyar, posar a prova i avaluar materials per a l'ensenyament de la química per a la Sostenibilitat que contemplen el seu paper en les mesures davant dels problemes socioambientals als que s'enfronta la humanitat.
- Amb la seua utilització, els estudiants milloraran les seues actituds i interès cap a la química i el seu aprenentatge.

Per tal de posar a prova la segona hipòtesi, anem a utilitzar estratègies com, entre d'altres:

- Entrevistes a experts en l'àmbit de la didàctica de les ciències i en el de la Química per a la Sostenibilitat.
- Preparació, avaluació i posada en marxa d'un programa d'activitats que tracte la Química Verda en l'ensenyament secundari.
- Qüestionari per als estudiants que han participat en aquest programa, per tal de conèixer la seua valoració del treball realitzat.

6.1 Entrevistes a experts en Didàctica de les Ciències Experimentals

S'ha elaborat la següent entrevista per a experts en l'àmbit amb un doble objectiu. Per una part, veure la importància que li concedeixen al concepte de Química Verda i al paper que deu jugar en les nostres societats, quines són les seves opinions al voltant de la inclusió de la Química Verda a l'educació científica i en quins temes veuen que seria més adient incorporar-ho. I, per una altra banda, pensem que les seues opinions i la seua experiència ens pot ser de molt interès per tal d'orientar-nos en el disseny del programa d'activitats.

D'acord amb la nostra hipòtesi, esperem que els experts en l'àmbit de la Didàctica de la Química, i en particular en el camp de les relacions CTSA i l'educació per a la Sostenibilitat, consideren essencial tractar la Química per a la Sostenibilitat en

l'educació científica, ja que això pot contribuir a millorar les concepcions, la motivació i l'interès dels estudiants cap a la química i el seu aprenentatge.

La Química Verda o Química per a la Sostenibilitat

En aquest treball estem investigant l'atenció que l'Ensenyament de les Ciències presta a la Química Verda.

Som conscients del rellevant paper que la química pot jugar i ja està jugant en les mesures davant de la problemàtica socioambiental, causada fonamentalment per l'activitat humana però, al mateix temps, sabem que existeixen visions (freqüents no sols entre els estudiants, sinó també en la ciutadania en general) bastant negatives cap a la Química degut a algunes de les repercussions que el seu desenvolupament ha tingut. Per això, en aquesta investigació estem analitzant la situació, investigant l'atenció que es presta a la Química Verda i molt particularment intentant dissenyar eines d'intervenció per a contribuir a mostrar una visió més real i contextualitzada de la Química, és a dir una imatge més completa que tinga en compte el paper que la Química pot jugar i està jugant ja en la solució dels problemes que afecten al nostre planeta i als éssers vius que habitem en ell.

Els agraïm haver acceptat realitzar aquesta entrevista ja que les seves aportacions estem segures que ens serviran de molta ajuda per tal de poder orientar la investigació així com la preparació de materials per a treballar amb els estudiants la Química Verda.

1. Quina importància li concedeix a la Química Verda o Química per a la Sostenibilitat? Quin paper pot jugar i ha de jugar en la nostra societat?

En la primera fase de la investigació que estem desenvolupant, s'ha observat que l'atenció que l'Ensenyament de les Ciències dóna a la Química per a la Sostenibilitat és

molt escassa.

- 2. Pensa que és important tractar-lo en l'educació Secundària o en el batxillerat? Com convindria fer-ho? En quins temes?**
- 3. Tenint en compte la seva implicació en aquest camp de la Química, quins reptes, quines perspectives pensa que se li presenten a la Química Verda en l'actualitat?**
- 4. Si vol afegir alguna cosa...**

Moltes gràcies per haver contestat a les preguntes. Aquesta entrevista s'utilitzarà per a la Tesi Doctoral amb la finalitat entre d'altres de dissenyar i posar a prova materials per a l'ensenyament científic i la química en particular, que presten atenció adequada a la Química Verda.

Quadre 6.1. Entrevista a experts en l'àmbit de la didàctica de les Ciències Experimentals

Pel que fa als objectius d'aquesta entrevista, primerament volem conèixer quina importància li concedeixen a la Química Verda i al seu paper en la societat actual i veure si són conscients de la rellevància de la seua incorporació en l'ensenyament secundari i en particular, en aquests cas, conèixer en quins temes pensen que és més adient tractar-lo. A més a més, volem conèixer, com a experts, quines són els reptes i perspectives que se li presenten a la Química Verda en l'actualitat.

Com s'ha dit anteriorment el que pretenem és tenir més eines per tal d'enriquir el programa d'activitats que es dissenyarà per posar a prova la segona hipòtesi.

6.2 Entrevistes a experts en l'àmbit de la Química per a la Sostenibilitat

Aquest disseny experimental consisteix en una entrevista (**Quadre 6.2**) dissenyada per a experts en l'àmbit de la Química per a la Sostenibilitat.

La Química Verda o Química per a la Sostenibilitat

En aquesta Tesis, estem investigant l'atenció que l'Ensenyament de les Ciències presta a la Química Verda.

Som conscients del rellevant paper que la química pot jugar i ja està jugant en les mesures davant de la problemàtica socioambiental, causada fonamentalment per l'activitat humana però, al mateix temps, sabem que existeixen visions (freqüents no sols entre els estudiants, sinó també en la ciutadania en general) bastant negatives cap a la Química degut a algunes de les repercussions que el seu desenvolupament ha tingut. Per això, en aquesta investigació estem analitzant la situació, investigant l'atenció que es presta a la Química Verda i molt particularment intentant dissenyar eines d'intervenció per a contribuir a mostrar una visió més real i contextualitzada de la Química, és a dir una imatge més completa que tinga en compte el paper que la Química pot jugar i està jugant ja en la solució dels problemes que afecten al nostre planeta i als éssers vius que habitem en ell.

Primer que res volem agrair-li haver acceptat realitzar aquesta entrevista. Per a nosaltres és un autèntic privilegi poder comptar amb les seues respostes ja que la vostra experiència, coneixements i les seves aportacions estem segurs que ens serviran de molta ajuda per tal de poder orientar la investigació així com la preparació de materials per a treballar amb els estudiants la Química Verda.

- 1. Quina importància pensa vostè que se li concedeix a la Química Verda o Química per a la Sostenibilitat en general en la societat i particularment en l'educació?**

En la primera fase de la investigació que estem desenvolupant, s'ha observat que l'atenció que l'Ensenyament de les Ciències dóna a la Química per a la Sostenibilitat és molt escassa.

2. A què pensa que serà deguda aquesta manca d'atenció en general malgrat el seu rellevant paper?

3. Pel que fa a l'educació Secundària i el batxillerat, com convindria fer-ho? En quins temes pensa que es podria plantejar?

Per acabar,

4. Tenint en compte els seus coneixements i experiència així com la seva implicació en aquest camp de la Química, quins reptes, quines perspectives se li presenten a la Química Verda en l'actualitat i per a un proper futur?

5. Si vol afegir alguna cosa...

Moltes gràcies per haver contestat a les preguntes. Com ja hem dit, aquesta entrevista s'utilitzarà per a la Tesi Doctoral amb la finalitat de mostrar i tenir en compte les opinions d'experts de Química per a la Sostenibilitat, amb la finalitat entre d'altres de dissenyar i posar a prova materials per a l'ensenyament científic i la química en particular, que prestin atenció adequada a la Química Verda.

Quadre 6.2. Entrevista a experts en l'àmbit de la Química per a la Sostenibilitat

L'objectiu és, per una part, donant la importància que li concedeixen a la Química Verda en les seues investigacions i publicacions, i al paper que ha de jugar en les nostres societats, volem conèixer quines són les seues opinions al voltant de la inclusió de la Química Verda a l'educació científica i com ha de fer-se, així com en quins temes pensen que seria més adient incorporar-ho. I, per una altra banda, estem segures de que les seues opinions, com persones de reconegut prestigi, i la seua experiència ens poden ser de gran ajuda per tal d'orientar-nos en la nostra investigació, ara i en el futur, molt particularment al voltant de com treballar aquests temes en l'educació científica i en particular en l'ensenyament de la química.

6.3. Elaboració i posada en marxa d'un programa d'activitats en el qual es tracte la Química Verda o Química per a la Sostenibilitat

En aquest disseny es planteja preparar un seguit d'activitats i propostes sobre la Química Verda que es treballaran amb estudiants de 1r de Batxillerat a l'assignatura de Física i Química per tal de veure si després de la seua utilització s'aconsegueix que els estudiants:

- Coneguen el paper de la Química en la societat.
- Reconeixen el concepte de Química Verda i algunes de les seves aportacions.
- Milloren les concepcions que tenen cap a la Química i la seua implicació en les mesures per a avançar cap a societats més sostenibles.
- Milloren la motivació i l'interès de l'aprenentatge de la Química.

Presentem a continuació dos programes d'activitats, un adreçat als estudiants que després es posarà a prova amb estudiants i un altre per als docents, amb comentaris per a posar-ho en marxa.

6.3.1 Programa d'activitats per a l'alumnat

El programa d'activitats, dissenyat per a treballar en equips d'estudiants de primer de Batxillerat en l'assignatura de Física i Química, constarà de qüestions incorporades en 5 blocs. La distribució dels continguts serà la següent:

- Bloc I: Introducció

En aquest bloc es pretén fer una reflexió inicial, com a introducció del paper de la Química en les nostres societats i així mateix podrem conèixer des del principi les concepcions que tenen els alumnes cap a la Química.

- Bloc II: Problemes i desafiaments que ha de fer front la ciència i en particular la Química
En aquest segon bloc es pretenen abordar una visió global del conjunt dels problemes als quals la humanitat ha de fer front i com la química pot contribuir a prendre mesures eficients.

- Bloc III: Química Verda i les seves aportacions
Un cop comentats quins són els problemes socioambientals als quals ha de fer front la humanitat, s'introduirà el paper de la Química per a la Sostenibilitat com element essencial entre les mesures necessàries.

- Bloc IV: Catàlisi i Sostenibilitat
A tall d'exemple de les contribucions de la Química Verda, en aquest bloc entre d'altres ens detindrem al voltant de l'estudi dels processos de catàlisis.

- Bloc V: Paper dels centres educatius en la transició cap la Sostenibilitat
Per a finalitzar aquest dossier, l'últim bloc es centra en les mesures educatives per a que generen idees sobre el què pot i deu fer un centre educatiu i cadascú de nosaltres cap als problemes socioambientals.

Es proposarà una última qüestió en la que es planifica una visita al Institut Tecnològic de la Química, ITQ, de la Universitat Politècnica de València. És allí on els estudiants podran conèixer presencialment les diverses investigacions que s'estan realitzant dintre d'aquesta nova disciplina com és la Química Verda i després podran realitzar a tall de síntesi del tema, un treball sobre les investigacions més recents dintre d'aquest camp, per a presentar després als equips d'estudiants de la classe. Aquest Institut, a més de la seua rellevància a nivell mundial i ser un dels primers europeus en el camp, organitza visites amb estudiants de Secundària al llarg del curs, dins de les activitats del CSIC, que resulten molt atractives als estudiants.

Com després comentarem, en diferents activitats apareixen qüestions com les plantejades en el qüestionari dirigit als estudiants (veure capítol 4, quadre 4.6) per tal

de veure els possibles canvis en les respostes quan els estudiants estan treballant el tema de la Química per a la Sostenibilitat.

Es mostra, a continuació, el resultat del disseny del programa d'activitats dirigit als estudiants, per tal d'introduir en les classes de ciències la Química Verda. En el proper capítol, es mostraran els resultats de la seua realització amb estudiants de primer de batxillerat.

IMPORTÀNCIA DE LA QUÍMICA VERDA PER AVANÇAR CAP A UN MÓN MÉS SOSTENIBLE

Bloc I: Introducció

La Química ha estat sempre al voltant de les nostres vides. Molts dels avanços que han possibilitat el nostre desenvolupament com a espècie i la millora de la nostra qualitat de la vida són o estan relacionats amb processos químics que hem après per tal d'aprofitar-los.

A.1. Com penseu que afecta la química en la vostra vida? Quines contribucions positives coneixeu de la Química? I negatives?

Una vegada hem reflexionat al voltant de la química i el seu paper en les nostres societats, anem a detenir-nos sobre els problemes actuals als que ha d'enfrontar-se la humanitat, i per tant el paper de la química en les mesures que hem d'adoptar.

Bloc II: Problemes i desafiaments que ha de fer front la ciència i en particular la Química

Madrid activa el protocolo de contaminación y limita la velocidad en los accesos

A partir de las 6 horas de este domingo, la velocidad de circulación en el interior de la M-30 y en las vías de acceso a la ciudad quedará limitada a 70 kilómetros por hora

El Confidencial, 30 d'Octubre 2016

La guerra y la persecución echan de sus casas a 24 personas por minuto

BELÉN DOMÍNGUEZ CEBRIÁN | Madrid

La Agencia de la ONU para los refugiados asegura que en 2015 hubo casi seis millones de desplazados forzados más que en 2014

El País, Septiembre 2016

La cumbre del clima limpia Marrakech

La ciudad marroquí, sede de la COP 22, ha prohibido las bolsas de plástico para ser ejemplar

El País, Noviembre 2016

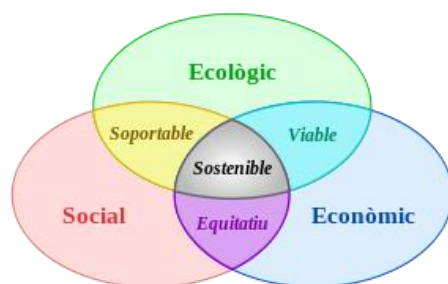
Aquestes són algunes notícies actuals, que segur conegueu, sobre alguns dels problemes que la humanitat ha de fer front. En relació amb aquestes i altres notícies que ens aporten informació sobre què és i està ocorrent al nostre planeta, responeu a les següents preguntes:

A.2. *Quins són els problemes socioambientals als quals la humanitat ha de fer front actualment? Feu un esquema que ajude a comprendre les seues vinculacions.*

A.3. *Quines mesures proposaríeu per a contribuir a la solució dels problemes nomenats?*

Bloc III: La Química Verda i les seves aportacions

Dins de les mesures que acabem de veure, la ciència i la química en particular han de jugar un paper important. El camp de la química que està contribuint a la transició cap a societats més sostenibles es diu Química Verda o Química per a la Sostenibilitat.



A.4. *Conegueu el significat de Química Verda? Expliqueu-ho.*

Algunes de les aportacions de la Química Verda tenen a veure amb camps com els que anem a desenvolupar en les següents qüestions:

A5. *Què penseu que significa “economia atòmica”?*

A.6. *Conegueu el Principi de Precaució? En què consisteix?*

A.7. *Les dos preguntes anteriors es relacionen amb dos dels dotze principis de la Química Verda definits en 1998 per Anastas i Warner en el seu llibre Green Chemistry: Theory and Practice. Què penseu que haurien de tenir en compte aquests principis per a contribuir a la Sostenibilitat del nostre planeta?*

Bloc IV: Catàlisi i Sostenibilitat

Entre els diferents camps que desenvolupa la Química Verda per tal de contribuir a la Sostenibilitat, un dels més importants i amb més aportacions és el dedicat a la catàlisi.

A.8. *Sabeu en que consisteix el procés de catàlisi? Per què és important?*

A.9. *Coneixeu algun exemple on el procés de catàlisi sigui fonamental per a l'avanç cap a societats més sostenibles? Expliqueu-ho.*

A.10. *Investigueu una reacció química industrial que utilitze catalitzador en la síntesi dels seus productes. Expliqueu el seu paper en el procés.*

A.11. (Opcional) *Investigueu en grups algunes de les diferents línies d'actuació de la Química Verda o Química per la Sostenibilitat que s'estan realitzant actualment.*

A.12. *Quin és el paper de la Química Verda en el desenvolupament de les energies renovables? Analitzeu alguns exemples d'obtenció de substàncies de síntesi o d'altres exemples vinculats al desenvolupament de la Química Verda per la seua contribució a un món més net i sostenible.*

Bloc V: Paper dels centres educatius en la transició cap a la Sostenibilitat

Quan hem parlat de les mesures, ens hem referit als tres tipus que es necessiten per avançar cap a un món més sostenible. Ja hem parlat del paper rellevant de la ciència i de la química en particular, en aquest apartat anem a referir-nos a les mesures educatives.

A.13. *Des del punt de vista de les mesures necessàries i urgents per avançar cap a la Sostenibilitat, què es pot fer des de l' institut per a contribuir cap a un planeta més sostenible. Consulteu la pàgina de la OEI, Organització d'Estats Iberoamericans (<http://www.oei.es/>) i avalueu exemples que podeu fer cadascú de vosaltres.*

Per a completar aquesta primera visió del que suposa la Química Verda, s'ha planificat una visita al Institut de Tecnologia Química, de la Universitat Politècnica de València (<http://itq.upv-csic.es/>), en el que es realitzen nombroses accions i investigacions en el cap de la Química Verda o Química per a la Sostenibilitat.

A.14. *Després de visitar l'institut de Tecnologia Química, realitzeu un comentari al voltant de l'interès i les aportacions de la visita.*

Per a acabar, a tall de síntesi del que hem estudiat al voltant de la Química i les seues aportacions a la Sostenibilitat, farem la següent activitat:

A.15. *Realitzeu una cerca bibliogràfica sobre aportacions rellevants realitzades en aquest camp. Algunes pàgines que podeu consultar són:*

<http://www.rsc.org/Membership/Networking/GCN/>

<https://quimicasostenible.wordpress.com>

6.3.2 Programa d'activitats amb comentaris per al professorat

A més del programa d'activitats per els estudiants que acabem de presentar, un altre disseny consisteix en adaptar aquest programa d'activitats per als professors amb comentaris fonamentats en els resultats d'investigacions, amb la finalitat de reflexionar sobre l'objectiu de les qüestions, que s'espera que contesten els alumnes, etc.

Aquest programa d'activitats per tant permetrà que el treball amb estudiants pugui ser avaluat i dut a terme per altres docents, amb altres estudiants i en un altre tipus d'ambient, així es podrà avaluar i reorientar, en el cas que sigui necessari, el programa d'activitats elaborat.

Com ja hem assenyalat i desenvoluparem més al proper capítol, per dur a terme aquest programa d'activitats, en classe es treballarà amb grups de uns 4-5 estudiants. D'aquesta forma després d'una reflexió individual, el propi grup reflexionarà davant de cada activitat, passant després al debat i posada en comú entre els diferents equips, de manera col·lectiva, sempre amb la ajuda i orientació del docent.

IMPORTÀNCIA DE LA QUÍMICA VERDA PER AVANÇAR CAP A UN MÓN MÉS SOSTENIBLE

Bloc I: Introducció

La Química ha estat sempre al voltant de les nostres vides. Molts dels avanços que han possibilitat el nostre desenvolupament com a espècie i la millora de la nostra qualitat de la vida són o estan relacionats amb processos químics que hem après per tal d'aprofitar-los.

A.1. Com penseu que afecta la química en la vostra vida? Quines contribucions positives coneixeu de la Química? I negatives?

Comentaris A.1.

El que es pretén amb aquesta activitat és, en primer lloc, reflexionar sobre l'interès del tema a tractar i la seua importància. A més, amb ella podem conèixer les concepcions inicials que tenen els alumnes cap a la Química. Així, es pot fer referència a moltes exemples com: el foc, la cocció d'aliments, la fermentació de formatge i pa, l'obtenció de metalls, la potabilització d'aigua, etc. Els estudiants poden comprendre que la Química es troba present en cadascuna de les nostres activitats diàries, en tots els processos que tenen joc dins de nosaltres mateixa i a l'entorn en tots els objectes que ens rodegen. Podem dir que la Química i els processos que estudia es troben en contacte en cadascun de nosaltres, ens ajuda a curar malalties, a vestir-nos, a desplaçar-nos, alimentar-nos fins i tot ens entretén ja que els CD's, els DVD's, els telèfons, ordinadors, TV... entre altres moltes coses, es troben fabricats amb productes de síntesi. Així mateix, participa en cadascuna de les etapes d'obtenció d'un determinat producte o material, començant pel disseny i acabant en la fase en què el producte es adquireix pel consumidor. Per tant, podran comprendre la gran repercussió que té la Química en la nostra vida. Caldrà recordar també que tots aquests avanços no s'hagueren pogut donar sense que la Química estiguera treballant junt a altres disciplines com la medicina (medicaments), la

biologia (producció de fertilitzants)... Però, al mateix temps que s'ha produït aquest creixement, no s'ha d'oblidar que fruit de molts dels avanços es registra un augment de la utilització dels recursos, de la producció de residus, molts d'ells contaminants, que són perjudicials tant per al planeta com per a nosaltres. Molts d'aquests efectes no els hem conegut fins a l'actualitat com l'increment de l'efecte hivernacle, problema de la capa d'ozó, malalties, etc. Per tot això, és important que els estudiants reflexionen al voltant de les repercussions i de la necessitat de fer un ús responsable de la Química i les seues aplicacions.

És d'esperar que en les seues respostes mostren aquests problemes a la vegada que existeixen productes i substàncies químiques que ens han permès evolucionar com a espècie, millorar la nostra qualitat de vida, millorar el medi ambient, etc.

Una vegada hem reflexionat al voltant de la química i el seu paper en les nostres societats, anem a detenir-nos sobre els problemes actuals als que ha d'enfrontar-se la humanitat, i per tant el paper de la química en les mesures que hem d'adoptar.

Bloc II: Problemes i desafiaments que ha de fer front la ciència i en particular la Química

Madrid activa el protocolo de contaminación y limita la velocidad en los accesos

A partir de las 6 horas de este domingo, la velocidad de circulación en el interior de la M-30 y en las vías de acceso a la ciudad quedará limitada a 70 kilómetros por hora

El Confidencial, 30 d'Octubre 2016

La guerra y la persecución echan de sus casas a 24 personas por minuto

BELEN DOMÍNGUEZ CEBRIÁN | Madrid

La Agencia de la ONU para los refugiados asegura que en 2015 hubo casi seis millones de desplazados forzosos más que en 2014

El País, Septiembre 2016

COP22

La cumbre del clima limpia Marrakech

La ciudad marroquí, sede de la COP 22, ha prohibido las bolsas de plástico para ser ejemplar

El País, Novembre 2016

Aquestes són algunes notícies actuals, que segur conegeu, sobre alguns dels problemes que la humanitat ha de fer front. En relació amb aquestes i altres notícies que ens aporten informació sobre què és i està ocorrent al nostre planeta, responeu a les següents preguntes:

A.2. *Quins són els problemes socioambientals als quals la humanitat ha de fer front actualment? Feu un esquema que ajude a comprendre les seues vinculacions.*

Comentari A.2.

Com sabem, és molt important aprofitar l'educació no formal, en aquest cas la premsa, en l'ensenyament científic. Per això, per tal de ajudar-nos en la revisió dels problemes als quals s'enfronta la humanitat, hem utilitzat algunes notícies sobre problemes que afecten actualment a la humanitat i que es troben estretament relacionats.

Per tal de poder comprendre el paper de la química en l'avanç cap a la Sostenibilitat, és necessari en primer lloc, adquirir una visió global de quins són els problemes als quals ens enfrontem. A tall de resum s'exposaran els principals problemes als quals hem de fer front, sense oblidar que es tracta d'una situació a la qual hi ha que aproximar-se de forma holística i global, ja que els problemes es troben estretament vinculats, potenciant-se mútuament. D'una manera sintètica, els problemes que caracteritzen aquesta situació d'emergència planetària, que pensem que els estudiants coneixeran, els podem resumir així:

- Una **contaminació** pluriforme i sense fronteres que enverina els sòls, rius i mars, amb seqüeles com la pluja àcida i la destrucció de la capa d'ozó o

l'increment de l'efecte hivernacle, que apunta un perillós canvi climàtic global, que ja ha deixat de ser una hipòtesi de treball per a convertir-se en una preocupant realitat que amenaça en fer inhabitable el nostre planeta (Punter, Ochando i García, 2011).

- **L'esgotament i destrucció** (deguda, en bona mesura, a la contaminació) de tot tipus de **recursos**, des dels energètics als bancs de pesca, dels boscos, les reserves d'aigua dolça... i el mateix sòl cultivable, donant lloc a una creixent desertització i pèrdua de diversitat biològica (Duarte Santos, 2007; Bovet et al., 2008).
- Una **urbanització accelerada i desordenada** que potencia els efectes de la contaminació (generada pel transport, calefaccions, etc.) i l'esgotament dels recursos (amb la destrucció de terrenys agrícoles, l'augment del temps de desplaçament i el consegüent consum de recursos energètics) (Girardet, 2001; Worldwatch Institute, 2007; Burdet i Sudjic, 2008; Hayden, 2008).
- La **degradació** generalitzada dels **ecosistemes** (boscos, praderies, glaceres i casquets polars, aiguamolls, esculls de coral...), degut a la contaminació i increment de l'efecte hivernacle, l'explotació intensiva, els incendis, la urbanització incontrolada, etc. Una degradació que va acompanyada de l'augment de la freqüència i intensitat dels fenòmens extrems (sequeres, huracans, inundacions...), de pèrdua de biodiversitat i creixent desertització i que afecta particularment als miler d'essers vius que són víctimes d'una pobresa extrema (Worldwatch Institute, 1984-2017).
- A aquests canvis del medi físic s'afegeixen **desequilibris insostenibles** entre una cinquena part de la humanitat que consumeix sense control i milers de milions de persones que sofreixen fam i condicions de vida insuportables. Aquests desequilibris s'acompanyen de conflictes de tot tipus (Worldwatch Institute, 2010).

- **Superpoblació:** Al llarg del segle XX, la població mundial s'ha més quadruplicat i segueix augmentant en un 80 milions cada anys, per el que pot duplicar-se de nou en unes quantes dècades. Per això és necessari valorar el paper d'aquesta explosió demogràfica, junt a l'**hiperconsum** d'una quinta part de la humanitat, en l'actual situació d'emergència planetària. A tall d'exemple, s'estima que els 20 països més rics del món han consumit aquest segle més matèries primeres i recursos energètics no renovables que tota la humanitat al llarg de la seua història i prehistòria (Vilches i Gil, 2003, capítol 8).

- **Desequilibris entre diferents grups humans i conflictes associats:** L'hiperconsum insolidari i l'explosió demogràfica impedeixen satisfer les necessitats de la majoria de la població mundial, fet que es tradueix en desequilibris insostenibles (Vilches i Gil, 2007). Aquests desequilibris insostenibles es troben connectats amb altres problemes relacionats amb els conflictes i la violència. Segons Mayor Zaragoza (2000), les desigualtats extremes són també violència (Vilches i Gil, 2003, capítol 11). Una violència que genera al mateix temps més violència com: les guerres, el terrorisme, el crim organitzat, les màfies, les pressions migratòries i l'activitat especuladora.

Els greus problemes als que hem de fer front exigeixen, per tant, institucions locals i globals, és a dir, glocals, plenament democràtiques, que posen fre a la degradació, tant física com cultural de la vida en el nostre planeta. Es precisa, entre altres coses (Vilches i Gil Pérez, 2011):

- Una legislació per a la protecció del medi ambient a nivell local i planetari
- Acords vinculants per tal d'eradicar la pobresa extrema
- Garantir el respecte de la diversitat, biològica i cultural
- La universalització dels Drets Humans, com a objectiu i requisit d'un futur sostenible
- ...

A.3. *Quines mesures proposaríeu per a contribuir a la solució dels problemes nomenats?*

Comentari A.3.

Es d'esperar que els estudiants facen referència a diferents mesures ja conegudes, entre les que podem citar a tall de resum els tres tipus relacionades i que es deuen aplicar conjuntament (Vilches i Gil, 2011; Vilches, Macías i Gil Pérez, 2014)

- Científic-tecnològiques:

- Desenvolupament d'energies netes (solar, geotèrmica, eòlica, fotovoltaica...) sense oblidar que l'energia més neta és aquella que no s'utilitza; la generació distributiva o descentralitzada, que evite la dependència tecnològica que comporta la construcció de les grans plantes, donant pas a la Tercera revolució Industrial (basada en l'ús de les energies renovables, en les tecnologies d'emmagatzematge amb base en el hidrogen i en xarxes elèctriques intel·ligents).
- Increment de l'eficiència dels processos per a l'estalvi d'energia (peretes de baix consum o de díodes emissors de llum (led), biocatàlisis), en un escenari "negatiu" que trenqui el creixement imparable en l'ús d'energia.
- Gestió sostenible de l'aigua i d'altres recursos.
- Desenvolupament de tecnologies agràries sostenibles (agricultures biològiques).
- Prevenció i tractament d'infermetats: molt en particular les que afecten als països en desenvolupament.
- Reducció i prevenció de catàstrofes.
- Paternitat i maternitat responsables evitant els embarassos no desitjats i el creixement de la població per damunt de la capacitat de càrrega del planeta.
- Regeneració de l'entorn, prevenció i reducció de la contaminació ambiental amb la disminució i tractament dels residus per a minimitzar el seu impacte.

- Restructuració global del sistema productiu
- Investigant aplicant sempre el Principi de Precaució

Entre les mesures científiques, poder començar ja a ressaltar algunes relacionades amb la química, encara que serà en el proper apartat on es parlarà d'ella de manera més específica.

- Econòmic-Polítiques:
 - Crear treball per a contribuir a la Sostenibilitat (Vilches i Gil Pérez, 2016)
 - Desenvolupar normatives i acords a nivell mundial per a prohibir determinades substàncies (contaminants orgànics persistents, COP, els PAHs, dissolvents halogenats...)
 - Potenciar energies renovables
 - Agricultura ecològica
 - Ajudes humanitàries per evitar i sortir de la pobresa
 - Programes per a eradicar la desnutrició infantil ...
- Educatives: és imprescindible incorporar l'educació per a la Sostenibilitat com un objectiu clau en la formació dels futurs ciutadans i ciutadanes i fer comprendre la necessitat d'accions que contribueixen a un futur sostenible i podem dir ja a un present sostenible en els diferents àmbits: consum responsable, activitat professional i acció ciutadana. És necessària la modificació de les actituds i comportaments ajudant a posar en practica tot allò que tots podem fer en els diferents àmbits.

Bloc III: La Química Verda i les seves aportacions

Dins de les mesures que acabem de veure, la ciència i la química en particular han de jugar un paper important. El camp de la química que està contribuint a la transició cap a societats més sostenibles es diu Química Verda o Química per a la Sostenibilitat.

A.4. Conegueu el significat de Química Verda? Expliqueu-ho.

Comentaris A.4.

Suposem que els estudiants faran referència al significat etimològic de l'expressió però no hauràn sentit en general parlar de la Química Verda. Per tant, després de la seua discussió en els equips, convé recordar que la Química Verda és una nova disciplina dins de la Química que té els seus orígens entre els anys 60 i 70 quan comença a créixer la necessitat i conscienciació sobre la conservació de la natura. Per altra banda, com sabem, el concepte de Desenvolupament Sostenible sorgeix a finals dels anys 80 per la comprensió dels greus problemes i repercussions que l'activitat humana està exercint sobre el planeta, conduint a una situació totalment insostenible que s'ha arribat a dir fins i tot d'autèntica emergència planetària. La importància de la Química Verda es pot comprendre quan parlem dels seus objectius, relacionats amb la possibilitat d'evitar i esmenar els problemes socioambientals que han sorgit i s'han anat agreujant en les últimes dècades. Per tant no es tracta solament de remeiar el que ja s'ha produït, sinó, sobre tot, d'evitar i prevenir com a primera opció.

Cal que els alumnes diferencien entre la Química Ambiental i la Química Verda. La primera pretén resoldre els danys produïts al medi ambient un cop fets, mentre que la Química Verda o química per a la Sostenibilitat s'ocupa d'evitar i prevenir aquests danys o problemes ambientals i socioambientals; d'ahi la seva relació amb el concepte de Desenvolupament Sostenible.

Algunes de les aportacions de la Química Verda tenen a veure amb camps com els que anem a desenvolupar en les següents qüestions:

A5. Què penseu que significa "economia atòmica"?

Comentaris A.5.

En aquest bloc, anem a detenir-nos en alguns dels principis relacionats amb la química per a la Sostenibilitat per tal que siguem conscients de la seua rellevància i per tant de l'interès del seu estudi. Pot ser que els estudiants no coneguin aquesta expressió tal qual es planteja en l'activitat però la reflexió col·lectiva ajudarà a comprendre la seua importància. De fet, poden recordar que tant en la investigació com en la indústria química i en l'ensenyament de la química, és comú parlar del rendiment de les reaccions químiques. Normalment, el rendiment és menor del cent per cent com a conseqüència de diverses raons: reaccions secundàries, reaccions incompletes, impuresa dels reactius... No obstant això, hi ha un factor que no es sol tenir en compte i és l'obtenció d'altres productes que no són els que desitjàvem però, que també formen part de la reacció. La relació entre la quantitat de producte desitjat i la quantitat de reactius s'expressa amb el concepte d'economia atòmica. Quan major siga aquest valor, menys quantitat de reactiu quedarà en els productes no desitjats, ja que aquests productes no desitjats poden ser residus que després hem de veure com eliminar o neutralitzar, encara que en el millor dels casos poden ser innocus però, estaríem gastant matèria primera en produir producte innecessari, en alguns casos difícil de separar per tal de buscar-li una utilitat. Per tant, quan es parla d'economia atòmica (E.A), el valor que expressem és un percentatge en massa:

$$E.A = \frac{\text{massa producte desitjat}}{\text{massa reactiu}} \cdot 100$$

Un dels primers èxits de la Química Verda aplicant aquest principi va ser la reducció de la quantitat de residus generats en l'obtenció industrial del ibuprofeno. Aquest analgèsic d'ampli ús es va produir entre 1960 i 1991 en un procés de sis etapes, generant-se residus en cadascuna d'elles, de tal forma que l'economia atòmica del procés era d'un 40%. En 1991 la BHC Company va

desenvolupar un procés de tres etapes aplegant a una economia atòmica del 77% (González i Valea, 2009).

A.6. Conegueu el Principi de Precaució? En què consisteix?

Comentaris A.6.

Es probable que els estudiants hagen sentit abans parlar d'aquest principi i a més ha eixit quan ens hem referit a les mesures científiques i tecnològiques. Normalment, en l'actualitat, a les indústries químiques s'analitzen tots els residus que s'aboquen al seu entorn, és a dir, el dany es detecta una vegada produït. Això pot impulsar investigació al voltant de les raons d'aquests problemes per evitar-los però, no té sentit una vegada s'ha produït. Precisament, la Química Verda apunta a la prevenció, tal com estem comentant, per tal d'actuar abans que tinguen lloc els problemes. El Principi de Precaució ens diu que hem de prendre les mesures pertinents a les nostres accions per a evitar conseqüències negatives per al medi i als éssers humans, ja que es coneixen els danys ambientals que poden ocórrer, i recomana que aquests anàlisis es realitzen abans o durant el procés de producció i no al final. D'aquesta manera, si s'estan generant algunes substàncies contaminants es puga detectar abans d'alliberar-les a l'ambient. Per tant, fruit del debat davant aquesta activitat, ha de quedar clar la necessitat de vigilància de l'aplicació d'aquest Principi de Precaució (també conegut com de Prevenció, Cautela o de Prudència), per tal d'evitar l'aplicació precipitada d'una tecnologia quan encara no s'han investigat suficientment les seues possibles repercussions (Bovet et al., 2008, pp.14-15).

A.7. Les dos preguntes anteriors es relacionen amb dos dels dotze principis de la Química Verda definits en 1998 per Anastas i Warner en el seu llibre *Green Chemistry: Theory and Practice*. Què penseu que haurien de tenir en compte aquests principis per a contribuir a la Sostenibilitat del nostre planeta?

Comentaris A.7.

Principis de la Química Verda	
1. Prevenir la formació de residus	7. Utilitzar matèries primeres renovables
2. Maximitzar l'economia atòmica	8. Eliminar etapes sintètiques innecessaries
3. Síntesi amb substàncies de toxicitat reduïda	9. Potenciar la catàlisi
4. Dissenys de productes i processos segurs	10. Productes de productes biodegradables
5. Evitar l'ús de substàncies auxiliars	11. Desenvolupar metodologies analítiques per a monitoritzar en temps real
6. Maximitzar l'eficiència energètica	12. Minimitzar el potencial d'accidents químics

Aquesta activitat té la intenció no sols de que coneguin de passada els principis de la Química Verda, volem que compreguin sobre tot el que suposa cadascú d'ells, les relacions amb altres àmbits del coneixement, la seua potencialitat en la contribució de la Química a la Sostenibilitat, etc. Pot ser convenient cercar exemples d'alguns d'elles que ells hagen estudiant en altres moments del currículum, com per exemple què suposen les matèries renovables, els productes biodegradables, l'eficiència energètica, etc., etc., estudiant en física i química d'aquest i altres cursos.

Bloc IV: Catàlisi i Sostenibilitat

Entre els diferents camps que desenvolupa la QV per tal de contribuir a la Sostenibilitat, un dels més importants i amb més aportacions és el dedicat a la catàlisi.

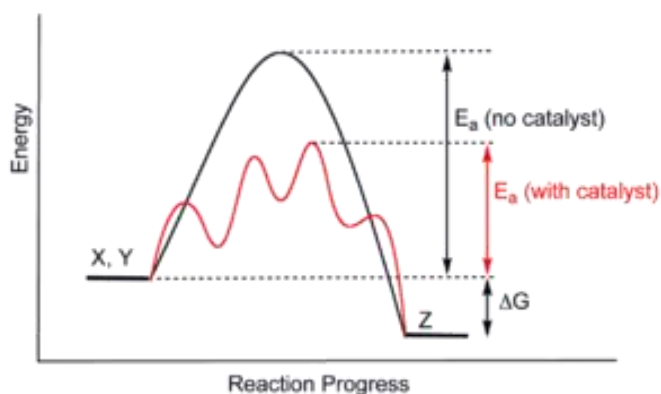
A.8. *Sabeu en que consisteix el procés de catàlisi? Per què és important?*

Comentaris A.8.

Els estudiants ja han estudiat i no tindran problemes en respondre a l'activitat, comentant que els catalitzadors són substàncies que modifiquen la velocitat d'una reacció Química intervenint en ella però sense arribar a formar part dels productes resultats de la reacció. Hem de recordar que una característica dels catalitzadors és

que es requereix en quantitats molt petites comparades amb les dels reactius que intervenen en la reacció, per això solen representar una part molt baixa del cost productiu. Convé revisar amb ells per la seua relació amb la química per a la Sostenibilitat que els catalitzadors poden classificar-se en dos grans grups tenint en compte si acceleren o retarden el procés químic: Catalitzador positiu (augmenta la velocitat d'una reacció, el més comú) i Catalitzador negatiu (o inhibidor, que retarda el procés químic).

Indústries com l'alimentaria, química, farmacèutica i petroquímica basen gran part de la seva producció en reaccions catalítiques, les quals s'han convertit en una activitat de molta importància en els seus processos. Podem recordar un exemple com el craqueig catalític, que és la etapa de la refineria més important, en aquest punt, l'addició d'un catalitzador orienta la reacció principal per evitar les reaccions secundàries indesitjables, a més, amb la seva adició, aquest procés pot realitzar-se a una menor temperatura en comparació amb el mètode que s'utilitzava en el passat



(craqueig tèrmic). Una de les grans aportacions dels catalitzadors és la seva contribució en la reducció d'emissió de gasos. Aquest fet és molt útil en el cas, per exemple, d'algunes indústries químiques que utilitzen molta electricitat i amb això generen altes emissions de gasos tòxics o que incrementen l'efecte hivernacle a

l'atmosfera. Si les indústries fan us de les reaccions químiques alternatives que generen els catalitzadors, es redueixen aquestes emissions evitant així el greu problema de la contaminació ambiental i en particular de l'increment de l'efecte hivernacle que està causant ja un canvi climàtic i a més suposaria un estalvi econòmic (Text adaptat de <http://www.cosmos.com.mx/blog/1713/la-importancia-de-los-catalizadores-en-el-sector-industrial>)

Els catalitzador funcionen proporcionant un mecanisme (alternatiu) que involucra un estat de transició diferent i una menor energia d'activació. Per tant, més col·lisions moleculars tenen l'energia necessària per a arribar a l'estat de transició.

Els catalitzadors permeten reaccions que d'una altra forma quedarien bloquejades per una barrera cinètica. Permet augmentar la velocitat de reacció o la selectivitat o permetre que la reacció es doni a menors temperatures.

En síntesi, podem dir que la importància de la catàlisi en Química Verda és deguda al fet que:

- Evita els reactius estequiomètrics: minimitzant els residus
- Afavoreix la selectivitat del procés: formació selectiva del producte desitjat
- Contribueix a la disminució del consum d'energia: processos més econòmics i menor impacte ambiental.

A.9. *Coneixeu algun exemple on el procés de catàlisi sigui fonamental per a l'avanç cap a societats més sostenibles? Expliqueu-ho.*

Comentaris A.9.

Entre altres respostes, recordant el que han estudiat i apropant-se a la literatura, els estudiants amb l'ajuda del professorat poden assenyalar:

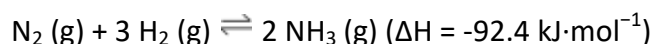
- Purificació en l'àmbit del tractament d'aigües. El carbó actiu reté substàncies residuals del procés de cloració, substàncies generadores de mals olors, i sabors en l'aigua, fermentació de matèria orgànica, microorganismes, tot això sense alterar la composició de l'aigua i sense generar residus contaminants
- Purificació dels gasos emesos per els automòbils. Un catalitzador en els tubs d'escapament ja que el motor no crema completament tots els hidrocarburs del petroli i les altes temperatures afavoreixen la formació d'òxids de nitrogen (cancerígens i tòxics).
- Catalitzadors en gasolines. Antigament existia la gasolina amb plom, però el plom era un verí per al catalitzador, per el que s'ha aconseguit una gasolina verda eliminant el plom d'ella
- També s'utilitzen biocatalitzadors en detergents, és a dir, bioenzims per a destruir les taques d'origen orgànic.

A.10 *Investigueu una reacció química industrial que utilitze catalitzador en la síntesi dels seus productes. Expliqueu el seu paper en el procés.*

Comentaris A.10.

Entre altres respostes poden assenyalar: El procés de Haber-Bosch, també anomenat síntesi de Haber–Bosch, o simplement síntesi de Haber, que com recordaran és la reacció de fixació del nitrogen amb nitrogen gas i hidrogen gas, sobre un catalitzador de ferro enriquit, per produir amoníac. El procés o síntesi de Haber és important perquè l'amoníac és difícil de produir a escala industrial i, a més, els adobs fabricats amb amoníac són necessaris per proveir un terç de la població mundial. Malgrat que el 78,1% de l'aire que respirem és nitrogen, aquest gas no és gaire reactiu, ja que les molècules de nitrogen estan unides per enllaços triples. A començaments del segle XX aquest mètode de producció de l'amoníac es va desenvolupar, aprofitant l'abundància de nitrogen a l'atmosfera. D'aquesta manera, l'amoníac es pot oxidar per aconseguir nitrats i nitrits, els quals són imprescindibles per produir adobs de nitrats i explosius.

El procés de Haber és la síntesi de l'amoníac mitjançant una forma de magnetita: òxid de ferro com a catalitzador:



Això es fa a 15–25 MPa (150–250 Bar) i entre 300 i 550°C, fent passar els gasos per quatre llits de catalitzador, i refredant en cada un dels passos per tal de mantenir una constant d'equilibri raonable. En cada pas hi ha rendiment del 15%, però els gasos que no han reaccionat tornen a recircular i, per tant, es pot aconseguir un rendiment total del 98%.

Alguns dels productes químics obtinguts a gran escala es produeixen a través de l'oxidació catalítica, sovint utilitzant oxigen. Alguns exemples són: l'àcid nítric (a partir de l'amoníac), l'àcid sulfúric (a partir de sofre a triòxid de sofre per el procés de les càmeres de plom), l'àcid tereftàlic a partir de p-xilè. Molts altres productes químics són generats per reducció a gran escala, sovint per hidrogenació.

A.11. *Investigueu en grups algunes de les diferents línies d'actuació de la Química Verda o Química per la Sostenibilitat que s'estan realitzant actualment.*

A.12. *Quin és el paper de la Química Verda en el desenvolupament de les energies renovables? Analitzeu alguns exemples d'obtenció de substàncies de síntesi o d'altres exemples vinculats al desenvolupament de la Química Verda per la seua contribució a un món més net i sostenible.*

Comentaris A.11. i A.12.

Amb aquestes activitats, es pretén abordar alguns aspectes de la Química per a la Sostenibilitat i la seua relació amb el desenvolupament d'altres camps de la ciència que estan contribuint a la Sostenibilitat, per a contribuir a comprendre la importància que té i ha de tenir la química en l'actualitat per a avançar cap a un món més sostenible. L'activitat A.11. va a permetre conèixer algunes de les línies més conegudes de la Química Verda i en concret en A.12 el seu paper en el desenvolupament d'energies netes.

Podem referir-nos per exemple a processos químics i fotoquímics en Ciències de la Vida i producció química sostenible.

- Transformació de biomassa en productes químics a través de processos sostenibles.
- Tècniques computacionals d'alta resolució, aplicades al desenvolupament de processos químics.
- Tècniques fotoquímiques i nanomaterials en Ciències de la Vida.
- Catalitzadors sòlids selectius (àcid-base i redox) per a processos químics sostenibles.

Bloc V: Paper dels centres educatius en la transició cap a la Sostenibilitat

Quan hem parlat de les mesures, ens hem referit als tres tipus que es necessiten per avançar cap un món més sostenible. Ja hem parlat del paper rellevant de la ciència i de la química en particular, en aquest apartat anem a referir-nos a les mesures educatives.

***A.13.** Des del punt de vista de les mesures necessàries i urgents per avançar cap a la Sostenibilitat, què es pot fer des de l' institut per a contribuir cap a un planeta més sostenible. Consulteu la pàgina de la OEI, Organització d'Estats Iberoamericans (<http://www.oei.es/>) i valueu exemples que podeu fer cadascú de vosaltres.*

Comentaris A.13.

Durant l'any 2012 es va celebrar la Cimera de la Terra, RIO+20, amb l'objectiu "d'assegurar un compromís polític renovat per al Desenvolupament Sostenible". Un any crucial que va oferir oportunitats privilegiades per a fer front als greus problemes socioambientals al que ens enfrontem (Vilches i Gil, 2012). Des d'aquest punt de vista, és necessària una educació que ajude a contemplar els problemes ambientals i del desenvolupament en la seva globalitat tenint en compte les repercussions a curt, mitjà i llarg termini, tant per a una col·lectivitat donada com per al conjunt de la humanitat i del planeta que ajude també a comprendre que no és sostenible un èxit que exigeixi el fracàs d'altres; i contribueixi a transformar els mals hàbits dels habitants del planeta per a aconseguir un món sostenible on tots i cadascun dels éssers vius siguin responsables i conseqüents amb les seves accions cap a la resta d'éssers vius i cap al medi ambient.

Per tot això paga la pena fer una reflexió col·lectiva al voltant de les mesures educatives que és necessari impulsar, entre d'altres, a més de les citades, és de suposar que els estudiants faran referència a:

- Ensenyar valors i ètica ambiental i per a la Sostenibilitat.

- Satisfer les necessitats del present sense comprometre la possibilitat de les futures generacions per a satisfer les seves pròpies necessitats, en relació al propi concepte de Desenvolupament Sostenible.
- Promoure l'Educació per la Sostenibilitat.

És important, així mateix, recollir les seues aportacions al voltant de què podem fer cadascú de nosaltres, veure exemples que mostren la gran quantitat de coses que podem fer i que sumades tots els que podem fer-ho té molta importància en l'avanç cap a la transició a la Sostenibilitat (veure en particular: <http://www.oei.es/historico/decada/hacer.php> i <http://www.unesco.org/new/es/unesco/themes/education-for-sustainable-development/>, <http://es.unesco.org/gap>).

Per a completar aquesta primera visió del que suposa la Química Verda, s'ha planificat una visita al Institut de Tecnologia Química, de la Universitat Politècnica de Valencia (<http://itq.upv-csic.es/>), en el que es realitzen nombroses accions i investigacions en el cap de la Química Verda o Química per a la Sostenibilitat.

A.14. *Després de visitar l'institut de Tecnologia Química, realitzeu un comentari al voltant de l'interès i les aportacions de la visita.*

Comentaris A.14.

El principal objectiu que té aquesta activitat és que els alumnes coneguin "in situ" quins treballs s'està fent des de la investigació en Química Verda en l'actualitat i quines són aquestes aportacions i els beneficis que proporcionaran en un futur pròxim. De fet, es tracta d'uns dels instituts d'investigació en temes de catàlisi i altres relacionats amb la Química per a la Sostenibilitat més importants d'Europa, amb moltes investigacions en aquest tema (<http://itq.upv-csic.es>).

Per tant al finalitzar l'activitat és important que els alumnes reflexionen sobre el que han vist i de manera que la visita pugui ajudar a aprofundir en el que han après a classe i a comprendre els avanços i la importància de la Química Verda.

Per a acabar, a tall de síntesi del que hem estudiat al voltant de la Química i les seues aportacions a la Sostenibilitat, farem la següent activitat:

A.15. *Realitzeu una cerca bibliogràfica sobre aportacions rellevants realitzades en aquest camp. Algunes pàgines que podeu consultar són:*

<http://www.rsc.org/Membership/Networking/GCN/>

i

<https://quimicasostenible.wordpress.com>

Comentaris A.15.

Un cop ja els alumnes han vist que és la Química Verda, els seus principis i com pot ajudar a la transició cap a una societat sostenible, han d'anar més enllà i han de fer una recerca bibliogràfica sobre diferents treballs i avanços que s'estan realitzant o s'han realitzat dintre de la Química Verda, per a contribuir a millorar les seues percepcions al voltant de la Química, les seues repercussions i les seues aportacions a la transició a la Sostenibilitat. Veure el que hi ha, les revistes, investigacions, publicacions i congressos sobre la Química per a la Sostenibilitat, per ajudar a comprendre l'impuls que està tenint i ha de tenir aquest nou i important camp de la Química en el futur de la humanitat.

6.4 Qüestionari per a estudiants per a l'avaluació del treball realitzat amb el programa d'activitats

A continuació es mostra el qüestionari per a l'avaluació dirigit als estudiants que han participat en el programa d'activitat per a les classes sobre Química Verda. L'objectiu d'aquest qüestionari és conèixer les seues opinions al voltant del treball fet en el qual han estat implicats, així com, al seu cas, les possibles deficiències per a tenir-ho en compte i que això pugua permetre reorientar i millorar si convé el material preparat en aquesta investigació.

AVALUACIÓ DEL TREBALL REALITZAT SOBRE EL TEMA DE LA QUÍMICA VERDA

L'avaluació que et sol·licitem té com a finalitat millorar en el possible el funcionament d'aquest mòdul dedicat a la Química Verda i la seva importància. Et preguem que indiquis amb el màxim detall possible tot allò que pugua contribuir a aquesta millora, contestant a les següents qüestions:

1. Valora de 0 a 10 el programa d'activitats dut a lloc al voltant de la Química Verda

Indica si hi ha algun aspecte que t'hagi interessat particularment i també el que t'hagi semblat que no tenia interès o penses que no s'hauria d'haver treballat en aquest curs:

2. Valora de 0 a 10 fins a quin punt el treball realitzat t'ha ajudat a comprendre el paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles

Possibles comentaris i suggeriments:

3. Valora de 0 a 10 la forma en la qual s'ha realitzat el treball en classe (metodologia, materials, treball en grup, etc...)

En quina mesura es pot millorar aquest treball la teua actitud cap a la Química i el seu paper en la societat?

4. Afegeix qualsevol altre comentari o suggeriments que vulguis fer

Gràcies per la teua col·laboració!

Quadre 6.3: Avaluació del treball realitzat sobre el tema de la Química Verda per part dels alumnes

Una vegada explicats els dissenys experimentals proposats per a posar a prova a la segona hipòtesi d'aquesta investigació, al següent capítol es presentaran i s'analitzaran els resultats obtinguts tant amb els qüestionaris com en el programa d'activitats proposats en aquest capítol.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES CAPÍTOL 6

Bovet, P., Rekacewicz, P., Sinaï, A. i Vidal, A. (2008). *Atlas Medioambiental de Le Monde Diplomatique*. París: Cybermonde.

Burdet, R. i Sudjic, D. (2008). *The Endless City*. London: Phaidon.

Casullo, P. (2016). *Introducción de conceptos de Química Verde en Educación Secundaria: ventajas y desafíos*. Tesis Doctoral. Facultad de Química Uruguay. Uruguay.

Duarte Santos, F. (2007). *Qué Futuro? Ciência, Tecnologia, Desenvolvimento e Ambiente*. Lisboa: Gradiva.

Furió, C. (2006). La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la Química. Una cuestión controvertida, *Educación Química*, 17, 222-227.

Girardet, H. (2001). *Creando ciudades sostenibles*. Valencia: Tilde.

González, M. L. i Valea, A. (2009). El compromiso de enseñar química con criterios de Sostenibilidad: la Química Verde, *Educación Química*, 20(2), 48-52.

Hayden, T. (2008). *El estado del planeta*. National Geographic España. Madrid: RBA.

Mayor Zaragoza, F. (2000). *Un mundo nuevo*. Barcelona: UNESCO/Círculo de lectores.

Punter, P., Ochando, M. i García, J. (2011). Spanish Secondary School Students' Notions on the Causes and Consequences of Climate Change, *International Journal of Science Education*, 33(3), 447-464.

Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press.

Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2007). Emergencia planetaria: necesidad de un planteamiento global, *Educación Siglo XXI*, 25, 19-50.

Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2011). Papel de la Química y su enseñanza en la construcción de un futuro sostenible, *Educación Química*, 22(2), 103-116.

Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2012). La educación para la Sostenibilidad en la universidad: el reto de la formación del profesorado, *Profesorado*, 16(2), 25-43.

Vilches, A. i Gil-Pérez, D. (2016). La transición a la Sostenibilidad como objetivo urgente para la superación de la crisis sistémica actual. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2), 395-407.

Vilches, A., Macías, O. i Gil-Pérez, D. (2014). *La transición a la Sostenibilidad. Un desafío urgente para la ciencia, la educación y la acción ciudadana. Temas clave de reflexión y acción*. Madrid: OEI. ISBN 978-84-7666-204-5.

Worldwatch Institute (1984-2017). *The State of the World*. New York: W.W. Norton.

Worldwatch Institute (2007). *State of the World 2007: Our urban Future*. New York: W.W. Norton.

Worldwatch Institute (2010). *La situación del mundo 2010. Cambio cultural. Del consumismo hacia la sostenibilidad*. Barcelona: Icaria.

Referències web

<http://es.unesco.org/gap> (Visitat 20/02/2017)

<http://itq.upv-csic.es> (Visitat 20/02/2017)

<http://www.cosmos.com.mx/blog/1713/la-importancia-de-los-catalizadores-en-el-sector-industrial> (Visitat 28/02/2017)

<http://www.oei.es/> (Visitat 1/03/2017)

<http://www.oei.es/historico/decada/hacer.php> (Visitat 28/02/2017)

<http://www.rsc.org/Membership/Networking/GCN/> (Visitat 20/02/2017)

<http://www.unesco.org/new/es/unesco/themes/education-for-sustainable-development/> (Visitat 20/02/2017)

<https://quimicasostenible.wordpress.com> (Visitat 20/02/2017)

CAPÍTOL 7

**PRESENTACIÓ I ANÀLISI DELS
RESULTATS OBTINGUTS EN LA
CONTRASTACIÓ DE LA SEGONA
HIPÒTESI**

En aquest capítol s'exposaran els resultats que s'han obtingut en l'aplicació dels dissenys experimentals explicats al capítol anterior per tal de posar a prova la segona hipòtesi d'aquest treball.

7.1 Resultats de les entrevistes realitzades a experts en Didàctica de les Ciències

Per a aquest disseny experimental s'ha elaborat una entrevista (**Quadre 6.1**) per a experts en l'àmbit de la didàctica de les ciències, alguns dels quals treballen també des del camp educatiu en temes de Educació per a la Sostenibilitat i del camp de les interaccions CTSA. Ha estat preparada amb un doble objectiu. Per una part, veure la importància que li concedeixen a la Química Verda en les seues investigacions i publicacions, i al paper que ha de jugar en les nostres societats, i quines són les seues opinions al voltant de la inclusió de la Química Verda a l'educació científica així com en quins temes seria més adient incorporar-ho. Per una altra banda, pensem que les seues opinions i la seua experiència ens poden ser de molt interès per tal d'orientar-nos en la nostra investigació i particularment en el disseny del programa d'activitats.

La Química Verda o Química per a la Sostenibilitat

En aquest treball estem investigant l'atenció que l'Ensenyament de les Ciències presta a la Química Verda.

Som conscients del rellevant paper que la química pot jugar i ja està jugant en les mesures davant de la problemàtica socioambiental, causada fonamentalment per l'activitat humana però, al mateix temps, sabem que existeixen visions (freqüents no sols entre els estudiants, sinó també en la ciutadania en general) bastant negatives cap a la Química degut a algunes de les repercussions que el seu desenvolupament ha tingut. Per això, en aquesta investigació estem analitzant la situació, investigant l'atenció que es presta a la Química Verda i molt particularment dissenyant eines d'intervenció per a contribuir a mostrar una visió més real i contextualitzada de la Química, és a dir una imatge més completa que tinga en compte el paper que la Química pot jugar i està jugant ja en la solució dels problemes que afecten al nostre planeta i als éssers vius que habitem en ell.

Els agraïm haver acceptat realitzar aquesta entrevista ja que les seves aportacions estem segures que ens serviran de molta ajuda per tal de poder orientar la investigació així com la preparació de materials per a treballar amb els estudiants la Química Verda.

1. Quina importància li concedeix a la Química Verda o Química per a la Sostenibilitat? Quin paper pot jugar i ha de jugar en la nostra societat?

En la primera fase de la investigació que estem desenvolupant, s'ha observat que l'atenció que l'Ensenyament de les Ciències dóna a la Química per a la Sostenibilitat és molt escassa.

2. Pensa que és important tractar-lo en l'Educació Secundària o en el Batxillerat? Com convindria fer-ho? En quins temes?

3. Tenint en compte la seva implicació en aquest camp de la Química, quins reptes, quines perspectives pensa que se li presenten a la Química Verda en l'actualitat?

4. Si vol afegir alguna cosa...

Moltes gràcies per haver contestat a les preguntes. Aquesta entrevista s'utilitzarà per a la Tesi Doctoral amb la finalitat entre d'altres de dissenyar i posar a prova materials per a l'ensenyament científic i la química en particular, que prestin atenció adequada a la Química Verda.

Quadre 6.1. Entrevista a experts en l'àmbit de la didàctica de les Ciències Experimentals

L'entrevista s'ha realitzat a 11 experts en l'àmbit de didàctica de les ciències, alguns d'ells amb més de 40 anys dedicats al camp de l'educació i a la didàctica de les ciències. Remarcar que aquestes entrevistes s'han realitzat de forma presencial en els casos que l'ocasió ho ha permès i per correu electrònic quan la situació geogràfica el precisava.

Les entrevistes completes es poden consultar a l'Annex VII, així com el llistat de les persones participants; ací mostrarem a continuació alguns fragments amples de les respostes donades a cadascuna de les preguntes plantejades als experts.

Ítem 1: Quina importància li concedeix a la Química Verda o Química per a la Sostenibilitat? I quin paper pot jugar i ha de jugar en la nostra societat?

Tots els experts en l'àmbit de didàctica de les ciències entrevistats li donen molta importància a la Química Verda o Química per a la Sostenibilitat. Posem a continuació alguna de les respostes en aquest sentit:

E4: *A importância do conhecimento em Química para a Sociedade é um ponto aceite pela maioria dos cidadãos e Organizações. [...]Se a educação (formal e não-formal) contemplar de forma séria a perspectiva de que a atividade em Química pode ser respeitadora da qualidade do ambiente e pode até melhorá-la, isso será muito importante [...]*

E5: *Considero Química Verde ou Química para a Sustentabilidade atualmente muito importante, ou melhor, essencial à construção de soluções para diversos problemas, incluindo alguns relacionados com atividades baseadas em conhecimentos de química. O conhecimento e aplicação dos princípios Química Verde, em diversos âmbitos, designadamente em processos industriais, investigação científica, em educação em ciências e em formação de professores nestas áreas, em particular em química, parecem-me requisitos essenciais de desenvolvimento das sociedades orientado por preocupações de sustentabilidade.*

E6: *La química verde es una de las subdisciplinas de la quinta revolución química y como tal introduce de manera fundamental la reflexión ética sobre la práctica profesional. Desde ese momento (1973-1999) la comunidad química mundial empieza a hacerse cargo de sus propios artefactos (sustancias) asunto que lamentablemente no se enseña ni se discute en las escuelas.*

E7 afirma: [...] *la importància a concedir a la Química Verda o per a la Sostenibilitat remet a quina importància concedim a fer front a la situació d'emergència planetària. La resposta no hauria de fer dubtar a ningú ben informat, perquè les conseqüències de continuar amb "business as usual" no estalviarien a ningú.*

E11: *La Química Verde puede y debe tener un papel fundamental y revolucionario en nuestra sociedad, ya que puede ayudar a hacer más sostenibles los procesos productivos, tratando de prevenir la contaminación antes de que esta se produzca.*

L'Expert 1 entrevistat vol destacar que existeix una diferència entre Química Verda i Química per a la Sostenibilitat

E1: [...] *cuando hablamos de Química Verde como aquellos principios que le permiten al investigador químico aplicar unos planteamientos digamos en términos digamos energéticos más e:: amigables con el planeta [...] química sustentable principios económicos, políticos, éticos, culturales, sociales y científicos [...] la química sustentable que debe ser mucho más amplia.*

E1: *entonces para mi es fundamental como elementos de inclusión de la dimensión ambiental en la formación del profesorado(.) Un nivel incipiente para mi sería la el comienzo con trabajar con principios de la química verde y un nivel más deseable sería principios de la química sustentable.*

L'expert **E7** primer que tot afirma que s'han de tenir clar els conceptes per tal que no ens portin a errors, és a dir, segons E7: *Malauradament estem assistint a un ús enganyós*

de paraules com “verd”, “sostenible”, “ecològic”, etc., per fer més atractius i acceptables productes i processos que, en realitat, tenen poc de verd o sostenible.

Segons **E7** aquest fet: *Ens trobem així amb grups socials que rebutgen la idea de “química verda”, considerant-la com una maniobra per fer acceptables productes i processos químics que contribueixen a danyar el medi ambient, bé a curt termini, bé a medi o a llarg termini. Defineix moltes concepcions de Química Verda que podem trobar a Internet com: [...] la recerca de noves formes de sintetitzar substàncies químiques per aconseguir una química més amigable amb la salut i l'entorn[...]Al meu entendre, però, concepcions com aquesta són bastant reduccionistes i cal anar a una concepció més ampla, entenent com Química Sostenible aquella que contribueix, junt amb altres ciències i pràctiques socials, a la transició a la Sostenibilitat, fent front a l'actual situació d'emergència planetària. [...] Això suposa que allò que podem denominar Química Sostenible ha d'integrar-se en la Ciència de la Sostenibilitat i respondre a les seues característiques:*

- *Ha de ser profundament interdisciplinar, puix es tracta d'abordar reptes complexos en els quals intervenen problemes molt diversos però estretament vinculats.*
- *S'ha comprés igualment que per fer possible la transició a la Sostenibilitat és necessari incorporar en la recerca i presa de decisions a gent que treballa fora de l'àmbit acadèmic, perquè els objectius, coneixements i intervenció de la ciutadania resulten imprescindibles per definir i dur endavant estratègies viables. Ha de ser, doncs, una ciència i una pràctica social transdisciplinar.*
- *Les seues estratègies han de ser concebudes en una perspectiva ampla, tant espacialment com temporal: espacialment, la perspectiva ha de ser “glocal” (a la vegada global i local) i temporalment s'ha de contemplar tant el curt com el mitjà i llarg termini, esforçant-se en anticipar riscos i obstacles i en aprofitar tendències positives.*

Pel que fa al paper que ha de jugar algunes de les respostes que han donat són:

E2: [...]obtenció de substàncies químiques puguin ser menys contaminants que els processos siguin energèticament més eficaços(,) la utilització també de matèries primes primeres[...]

E3: [...] aportar solucions i:: també minimitzar impactes

E4: Se a educação (formal e não-formal) contemplar de forma séria a perspectiva de que a atividade em Química pode ser respeitadora da qualidade do ambiente e pode até melhorá-la, isso será muito importante.

E5: No âmbito educativo, o conhecimento e aplicação dos princípios Química Verde não devem restringir-se ao âmbito da educação formal e de química; devem influenciar e adequadamente determinar políticas e práticas nas escolas e em instituições de educação não formal, por exemplo em cantinas, restaurantes e bares, em salas de aula, laboratórios, corredores, átrios e salas de exposições designadamente na gestão energética e de resíduos.

E7: D'altra banda, està ben estudiat que reorientar la recerca i la producció científic-tecnològica (no sols la química) a promoure la transició a la Sostenibilitat comportaria la creació de milions de llocs de treball, contribuint així a donar solució al greu problema mundial de la desocupació, les desigualtats, la fam i els conflictes que generen.

Ítem 2: Pensa que és important tractar-lo en l'Educació Secundària o en el Batxillerat?

Com convindria fer-ho? En quins temes?

Tots els experts entrevistats afirmen que sí que és important, però E1 indica que el professorat no està format per a fer-ho.

E1: Super importante(,) sin embargo si el profesor no es formado para ello el no sabe cómo hacerlo(,)[...]él lo está haciendo implícitamente porque no tiene una formación por tanto en cuanto el profesor no está formado el no va a hacer digamos una buena implementación y en esa medida es muy importante formarlos para que mejoren también en términos de esos.

Una vegada ens afirmen que pensen que seria interessant que l'Educació Secundària i el Batxillerat contemplin la Química Verda i els seus principis, se'ls pregunta com hi introduirien ells o quina seria la millor forma de fer-ho, entre les respostes donades trobem:

E2: *Si hi hauria una part en els llibres de text en els quals es fera referència als objectius de la Química Verda clar que sí.*

E3: *això jo ho veig molt transversal[...]en el centres de secundaria[...]pot estar en qualsevol tema o com una cosa apart de que vol dir Química Verda[...]quan es fa una mica visió de que fa la química que treballa que aporta o que no se que pues aquí.*

E4: *A educação em Química deve incluir este tema, como principio, desde o início da formação em química dos estudantes.*

E5: *Poderá ser interessante abordar princípios de Química Verde em perspectivas investigativas envolvendo os alunos, integrando-as em abordagens de ensino de temas curriculares específicos, apropriadamente contextualizados.*

E6: *Lo que hay que hacer es cambiar la química curricular de la ESO y del bachillerato para convertirla en una química basada en problemas, los problemas de determinada comunidad.*

E7: *Les ocasions de fer-ho aprofitant el currículum relatiu a la química són innumerables, ja siga en estudiar el comportament dels gasos, les reaccions químiques (en general i, més en particular, les redox, les àcid-base o les síntesis orgàniques), l'equilibri químic, el paper de l'energia en les transformacions, etc., etc. En realitat és bastant difícil trobar un capítol del currículum de Química, en qualsevol dels nivells educatius, que no permeta estudiar algun dels problemes lligats a la situació d'emergència planetària i a les mesures que s'hi poden adoptar*

E10: *La Química Verda es pot treballar transversalment en molts temes, quan es parla de mescles i dissolucions, canvis químics, cinètica química, termodinàmica etc....*

És imprescindible en el laboratori ser conscient dels residus que s'obtenen, de com reutilitzar-los per tal de minimitzar l'impacte medio-ambiental. Cal conèixer bé els reactius que utilitzem, d'on provenen, quin és el seu impacte ambiental etc...

E11: *Se podría incluir en asignaturas tales como Física-Química (temas de Reacciones Químicas, Energía...), Cultura Científica, Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional, Tecnología, Biología, Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente..., en aquellos temas que se presten a hablar de Sostenibilidad o de los problemas y desafíos a los que ha de hacer frente la humanidad.*

Ítem 3: Tenint en compte la seva implicació en aquest camp de la Química, quins reptes, quines perspectives pensa que se li presenten a la Química Verda en l'actualitat

Algunes de les respostes que han donat les persones entrevistades són:

E3: *Donar-se a conèixer. Quan és a dir, crec que hi ha manca d'informació manca d'informació i també manca de materials per fer amb els alumnes per fer amb els alumnes no amb els alumnes l'únic si l'únic que és passar la informació aquesta no és la manera de que ells s'ho apropiïn.*

E6: *Que se quede como una curiosidad más. Es indispensable pensar y construir curriculos diferentes, basados en los temas que le interesen a los alumnos y no los que decidan las "autoridades académicas".*

E7: *[...] fer possible la transició a la Sostenibilitat, que constitueix una profunda revolució social absolutament necessària per evitar el col·lapse i fer possible un desenvolupament humà sostenible i satisfactori.*

E8: *[...] la necessària implicació del professorat de ciències per a introduir els aspectes de la sostenibilitat en la programació dels continguts, i de l'altra banda, fer que el professor utilitzi estratègies i recursos que milloren les actituds positives dels estudiants envers la ciència i el seu aprenentatge[...]*

E9: [...] contribuir a modificar esta actitud en la població a través de la enseñanza formal y de su mayor "visibilidad" en la sociedad.

Ítem 4: Si vol afegir alguna cosa...

Finalment al quart ítem se'ls indica si volen afegir alguna cosa més i algunes de les respostes obtingudes són:

E7: Afegiré, doncs, una sola cosa: es parla de què entendre per Química per a la Sostenibilitat, de les seues característiques i del que cal i es pot fer per "enverdir" la química, la tecno-ciència en general, i totes les activitats humanes. Caldria, a més, parlar d'allò que cal NO fer, dels necessaris compromisos que els químics i químiques hem d'adquirir perquè el nostre treball contribueixi a la Sostenibilitat.

Aquests resultats donen suport a la nostra segona hipòtesi i posen de manifest, com hem dit anteriorment, el paper que ha de jugar i ja està jugant la Química per a la Sostenibilitat en les nostres societats per tal de poder fer una transició cap a un món més sostenible.

7.2 Resultats de les entrevistes realitzades a experts en l'àmbit de la Química per a la Sostenibilitat

Aquest disseny experimental consisteix en una entrevista (**Quadre 6.2**) dissenyada per a experts en l'àmbit de la Química per a la Sostenibilitat. L'objectiu és, per una part, donada la importància que li concedeixen a la Química Verda en les seues investigacions i publicacions, i al paper que ha de jugar en les nostres societats, volem conèixer quines són les seves opinions al voltant de la inclusió de la Química Verda a l'educació científica i com ha de fer-se, així com en quins temes pensen que seria més adient incorporar-ho. Per una altra banda, estem segures de que les seues opinions, com persones de reconegut prestigi, i la seua experiència, ens poden ser de gran ajuda per tal d'orientar-nos en la nostra investigació, ara i en el futur, molt particularment al voltant de com

treballar aquests temes en l'educació científica i en particular en l'ensenyament de la química.

Inicialment, teníem previst la participació de tres persones del camp de la Química per a la Sostenibilitat però, fins al moment de tancar els resultats no ha estat possible la participació de dos d'elles per problemes de temps. Per tant, mostrarem l'entrevista realitzada sols al Dr. Avelino Corma, un dels científics amb més prestigi a nivell mundial al seu camp.

Volem destacar, l'oportunitat i el privilegi que suposa poder comptar amb les respostes d'Avelí Corma, expert reconegut internacionalment, investit Doctor Honoris Causa per més d'una dotzena de Universitats, fundador i director durant molts anys de l'Institut de Tecnologia Química de la UPV (ITQ, uns dels més rellevants a nivell mundial, centre de referència en el camp de la catàlisi), un dels científics més citats del món, autor de centenars de patents i publicacions i que ha rebut nombrosos premis, entre els que podem destacar el Premi Príncep d'Astúries de Investigació Científica i Tècnica en 2014. A més volem assenyalar la seua amabilitat per a atendre-nos i la proximitat i interès que ha mostrat durant tota l'entrevista.

La Química Verda o Química per a la Sostenibilitat

En aquesta Tesi, estem investigant l'atenció que l'Ensenyament de les Ciències presta a la Química Verda.

Som conscients del rellevant paper que la química pot jugar i ja està jugant en les mesures davant de la problemàtica socioambiental, causada fonamentalment per l'activitat humana però, al mateix temps, sabem que existeixen visions (freqüents no sols entre els estudiants, sinó també en la ciutadania en general) bastant negatives cap a la Química degut a algunes de les repercussions que el seu desenvolupament ha tingut. Per això, en aquesta investigació estem analitzant la situació, investigant l'atenció que es presta a la Química Verda i molt particularment intentant dissenyar

eines d'intervenció per a contribuir a mostrar una visió més real i contextualitzada de la Química, és a dir una imatge més completa que tinga en compte el paper que la Química pot jugar i està jugant ja en la solució dels problemes que afecten al nostre planeta i als éssers vius que habitem en ell.

Primer de res volem agrair-li haver acceptat realitzar aquesta entrevista. Per a nosaltres és un autèntic privilegi poder comptar amb les seues respostes ja que la vostra experiència, coneixements i les seues aportacions estem segurs que ens serviran de molta ajuda per tal de poder orientar la investigació així com la preparació de materials per a treballar amb els estudiants la Química Verda.

- 1. Quina importància pensa vostè que se li concedeix a la Química Verda, o Química per a la Sostenibilitat, en general en la societat i particularment en l'educació?**

En la primera fase de la investigació que estem desenvolupant, s'ha observat que l'atenció que l'Ensenyament de les Ciències dóna a la Química per a la Sostenibilitat és molt escassa.

- 2. A què pensa que pot ser deguda aquesta manca d'atenció en general malgrat el seu rellevant paper?**
- 3. Pel que fa a l'Educació Secundària i el Batxillerat, com convindria fer-ho? En quins temes pensa que es podria plantejar?**

Per acabar,

- 4. Tenint en compte els seus coneixements i experiència així com la seva implicació en aquest camp de la Química, quins reptes, quines perspectives se li presenten a la Química Verda en l'actualitat i per a un proper futur?**
- 5. Si vol afegir alguna cosa...**

Moltes gràcies per haver contestat a les preguntes. Com ja hem dit, aquesta

entrevista s'utilitzarà per a la Tesi Doctoral amb la finalitat de mostrar i tenir en compte les opinions d'experts en Química per a la Sostenibilitat, amb la finalitat entre d'altres de dissenyar i posar a prova materials per a l'ensenyament científic i la química en particular, que presten atenció adequada a la Química Verda.

Quadre 6.2. Entrevista a experts en l'àmbit de la Química per a la Sostenibilitat

L'entrevista completa es pot consultar a l'Annex VIII, ací mostrarem alguns fragments amples de les respostes donades a cadascuna de les preguntes plantejades.

Ítem 1: Quina importància pensa vostè que se li concedeix a la Química Verda o Química per a la Sostenibilitat en general en la societat i particularment en l'educació?

L'expert en respon:

EQV1: *Jo crec que la Química no li'n dona molta i a la Química Verda anem a dir o Química Sostenible crec que cada vegada més. Jo crec que tots tant els que treballem en Química com els que viuen de la Química a nivell industrial com les persones se donen compte que la química serà Química Verda o no serà.*

A continuació se li ha reformulat una altra pregunta per tal de veure des del seu punt de vista si creu que la gent coneix el concepte. O fins a quin punt creu que el paper de la Química Verda en la societat es coneguda.

EQV1: *Jo crec que cada vegada més perquè la gent si que coneix el concepte de sostenibilitat, Química Verda cada vegada sona més lògicament entre gent que llegeix i gent que està informa no?*

Una vegada ens ha donat la seva opinió sobre l'atenció que se li està prestant a la Química Verda, se li ha explicat que la primera fase de la investigació que estem desenvolupant, en contraposició al que ell ens ha comentat, s'ha observat que l'atenció que l'Ensenyament de les Ciències dóna a la Química per a la Sostenibilitat és molt escassa.

Item 2: A què pensa que serà deguda aquesta manca d'atenció en general malgrat el seu rellevant paper?

EQV1: Pues e:: pues si vols que te diga la veritat jo m'he sorprès de que això sigui així perquè per una part en tot el que és recerca [...]allò que és química sempre el concepte de sostenibilitat o el concepte de Química més Verda cada vegada que ataquem un nou problema químic sempre el tenim present encara que desenvolupes una bona tecnologia la part següent immediatament es calcula el grau de sostenibilitat per a veure "la huella" de CO₂ [...] Aleshores no entenc com al xiquets no els formen des del primer moment en eixe concepte.

En aquest cas se li ha indicat que hem pogut comprovar que en la part de la indústria i la recerca a la universitat sí que hem vist que, encara que podria ser més, s'està tenint en compte tant la Química Verda com els seus principis però, en canvi, a la investigació en ciències s'ha trobat molt poca bibliografia que permetrà veure que sí estiga treballant o investigant en aquesta línia.

L'expert remarca que: *En les nostres tesis tu veuries que en moltes d'elles s'incideix directament i a més a més es nombra directament al llarg de la tesis. Des del meu punt de vista, els ensenyants el que tenen que fer és quan els ensenyen Química i els ensenyen processos químics i reaccions químiques posar al jovenets en perspectiva de quina és la química que es feia [...] fa cent anys i quina és la química que se fa hui i com hem anat millorant, eixe concepte es pot transmetre molt fàcilment sense necessitats de grans manifestacions [...] mostrant-los com ha evolucionat i quina és la direcció en la que se vol evolucionar no?*

Després d'aquesta reflexió es pregunta a l'Ítem 3: Pel que fa a l'Educació Secundària i el Batxillerat, com convindria fer-ho? En quins temes pensa que es podria plantejar?

EQV1: jo crec que se podria incloure dins d'un un curs de Química [...] una part on se mostrara els avanços que s'han fet en química com volem un món que volem que siga molt més sostenible que siga molt més adequat per a la vida i dins de lo

que és la Química com s'ha anat evolucionant en eixe sentit. O bé dins d'un curs o bé d'una manera separada on s'aprofitara per exemple història de la ciència que no se'n dona història de la ciència per a mostrar tot este tipus de coses. [...] hauria d'haver una assignatura que fora història i evolució de la ciència [...] Jo ho inclouria d'eixa manera simplement dient cap a una química sostenible com han evolucionat els processos i les reaccions químiques i les recerques i com hui conforme hui fem els productes en comparació a com se feien jo crec que podrien això perfectament posar-ho.

Ítem 4: Tenint en compte els seus coneixements i experiències i la seva implicació en aquest camp de la Química quins reptes o quines perspectives creu que se li presenten a la Química Verda o Química per a la sostenibilitat en l'actualitat i en un futur?

EQV1: En estos moments[...] estan per una part els investigadors que lògicament això depèn de la manera de veure el món cadascú, però hi ha una altra força motriu molt important que és la indústria. La indústria sí que ho te clar, sí que ho te clar que tenen que anar cap a una química més sostenible una química més verda, ja te dic en estos moments qualsevol procés que se desenvolupa immediatament tenen que mirar factor E i tenen que mirar "huella de CO₂" això és obligat[...] Per tant les indústries estan conscienciades [...] en els països més desenvolupats [...] en estos moments no caben processos que siguen realment contaminants o que tinguen un impacte ambiental negatiu això no passa els filtres en les pròpies empreses. I després en investigació ho tenim claríssim conforme te dia o anem cap a una Química més sostenible més verda o no anirem.

Per acabar la entrevista es pregunta si vol afegir alguna cosa més que considere interessant i ens indica:

EQV1: Jo crec que el concepte d'alguna manera als estudiants hi ha que passar-lo missatges també no només lo que és cadascuna de les assignatures sinó missatges a nivell més global que després tindran el seu reflex en les assignatures i un missatge més global que tenim que fer és que tenim que anar cap a sostenibilitat i

sostenibilitat no és només sostenibilitat mediambiental és també sostenibilitat econòmica i sostenibilitat social. Els tenim que passar el missatge de que no serveix de res si només volem fer sostenibilitat mediambiental però al mateix temps estem creant una separació entre gent molt rica i gent molt pobre que tot just pot viure això no té sentit si estem acumulant tots els bens en mans de poca gent o poques corporacions que tot això no té sentit [...] Doncs això enfocat d'una forma global i després baixant a la part mediambiental en lo que és química és física en lo que són materials és medicina en tot això. Jo crec que se té que donar [...] una visió lo més completa possible però al mateix temps conscienciar-los de que la sostenibilitat és més que la sostenibilitat mediambiental.

Amb aquestes respostes podem comprovar la importància que donen els experts a la Química Verda i com des de la recerca i la indústria s'està tenint en compte. Sobretot remarcar, com diu EQV1, que s'ha de donar una visió completa de la evolució que ha tingut la Química al llarg de la seva història contribuir a la màxima implicació ciutadana, així com fer comprendre la importància que la química té en la construcció d'un món més sostenible.

7.3 Resultats de la posada en pràctica del programa d'activitats on es tracta la Química per a la Sostenibilitat

El programa d'activitats dissenyat per aquesta investigació, i presentat de manera fonamentada al capítol anterior, s'ha desenvolupat per un costat, per la persona implicada en aquesta Tesi Doctoral, en una classe del curs de 1r de Batxillerat científic. El grup classe estava format per 17 alumnes que cursen tant la opció tecnològica com de la salut. A la vegada, per tal de poder veure si els resultats són convergents, el programa s'ha aplicat també en un centre concertat de la Comunitat Valenciana, en una classe de 1r de Batxillerat. El grup classe estava format per 6 alumnes que cursen la opció de ciències de la salut.

7.3.1. Anàlisi dels resultats de l'aplicació del programa d'activitats en un centre de Catalunya

El centre on s'ha realitzat aquesta investigació és un institut d'Educació Secundària del Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya. Aquest Institut va entrar en funcionament el curs 2009-2010.

Acull actualment 405 alumnes, la majoria resideixen a la localitat. Hi ha un gran ventall de nivells culturals, socials i familiars. El nivell socioeconòmic de les famílies dels alumnes és mitjà-alt.

Per al curs 2016-2017, el centre té 17 grups d'alumnes distribuïts en sis nivells. 2 cicles d'ESO i el Batxillerat.

Primer cicle: 4 grups de primer d'ESO, 4 grups de segon d'ESO

Segon cicle: 3 grups de tercer d'ESO i 3 grups de quart d'ESO.

Batxillerat: 2 grups de 1r i un grup de 2n.

A l'Annex IX es poden veure les respostes del programa d'activitats complets que han contestats els estudiants d'aquest centre.

Tal com hem comentat al capítol 6 de dissenys experimentals per a posar a prova la segona hipòtesi, anem a detenir-nos a continuació en els resultats obtinguts al desenvolupar el programa d'activitats (6.3.1). Aquest conjunt d'activitats, distribuïdes en 5 blocs, sobre la Química Verda han estat utilitzades amb estudiants de 1r de Batxillerat a l'assignatura de Química per tal de veure si després de la seua utilització s'aconsegueix que els alumnes coneguen millor el paper de la Química en la societat, per tant puguen reconèixer el que suposa la Química per a la Sostenibilitat i les seues aportacions. Segons la segona hipòtesi, esperem a més que tot això supose una millora en les seues concepcions sobre la Química així com la seua motivació i interès cap a l'aprenentatge de la Química.

Des del punt de vista metodològic, tal com avançàvem al capítol 6, recordem que, seguint una estructura de la classe en equips formats per cinc estudiants i amb una orientació constructivista del procés d'ensenyament i aprenentatge, hem anat proposant als equips les diferents activitats. Mitjançant una reflexió inicialment individual i després dins de l'equip i amb una posada en comú entre tots els equips, amb l'ajuda del professor, s'ha anat avançant en el estudi de la Química per a la Sostenibilitat. Hem de dir que com la professora implicada en aquesta tesi no donava classe aquest curs en la matèria de Química, va a fer-ho en un grup que no era seu, gràcies a l'ajuda d'un professor del departament. Això en part va ser una dificultat per a treballar el programa d'activitats, donat que no eren estudiants seus i va requerir-se un temps per a la familiarització entre ells, la metodologia utilitzada, el treball fet en equips, etc.

Els estudiants que s'han implicat en la investigació pertanyen a l'únic grup de primer de Batxillerat de ciències del centre. La intervenció s'ha realitzat al finalitzar el tema de reaccions químiques, com a un epíleg. Com ja s'ha justificat al capítol anterior, es tracta de desenvolupar activitats on es pretén treballar les contribucions al voltant de la Química Verda. S'han destinat 5 sessions d'una hora per dur a terme aquest programa d'activitats.

Sessió	Blocs
1	Bloc I: Introducció (A.1)
	Bloc II: Problemes i desafiaments que ha de fer front la ciència i en particular la Química (A.2)
2	Bloc II: Problemes i desafiaments que ha de fer front la ciència i en particular la Química (A.3)
	Bloc III: Química Verda i les seves aportacions (A.4, A.5, A.6)
3	Bloc III: Química Verda i les seves aportacions (A.7)
	Bloc IV: Catàlisi i Sostenibilitat (A.8, A.9)
4	Bloc IV: Catàlisi i Sostenibilitat (A.10)
	Bloc V: Paper dels centres educatius en la transició cap a la Sostenibilitat (A.11, A.12)
5	Bloc V: Paper dels centres educatius en la transició cap a la Sostenibilitat (A.13)

Quadre 7.1. Sessions realitzades per al programa d'activitats

Els estudiants han estat en tot moment molt implicats i motivats en el tema i en la forma de treball, que era nova per a ells, ja que no es tractava d'un curs donat habitualment per la investigadora de la Tesi.

A continuació es mostra una síntesis d'alguns dels resultats obtinguts, desglossats per blocs:

**IMPORTÀNCIA DE LA QUÍMICA VERDA
PER AVANÇAR CAP A UN MÓN MÉS SOSTENIBLE**

Bloc I: Introducció

La Química ha estat sempre al voltant de les nostres vides. Molts dels avanços que han possibilitat el nostre desenvolupament com a espècie i la millora de la nostra qualitat de vida són o estan relacionats amb processos químics que hem après per tal d'aprofitar-los.

A.1. *Com penseu que afecta la química en la vostra vida? Quines contribucions positives coneixeu? I negatives?*

En la vida quotidiana tot és química (menjar, ambient, salut, roba...), ja que moltes coses estan modificades químicament. La química pot o col·laborar a la vida o maliciar-nos.

<p><u>POSITIU:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Fàrmacs → ajuda a la salut - Objectes modificats químicament queden al aire a l'aire. - cotxes → combustió ajuda a mouer-nos 	<p><u>NEGATIU:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Drogues → mal ús de la química → menjar → Ambient → contaminació
---	---

Imatge 1: Respostes donades pel grup de treball 1 a la primera pregunta

Afecta en tots els àmbits, des del medicaments fins a la nostra respiració o digestió dels aliments. ○ Higiene, medicaments, aliments, cosmètics, ○ Qualsevol cosa - nociva per la nostra salut; aïnes contaminants, armes biològiques, productes nuclears, ..

Imatge 2: Respostes donades pel grup de treball 2 a la primera pregunta

La química està present en tots els aspectes de la vida, tant a l'interior nostre com a l'exterior, sense ella no podríem explicar els processos bàsics de la vida.

Aspectes positius

- avanços en la medicina
- contribueix en la biologia i la genètica.
- Producció de fertilitzants

Aspectes negatius

- Els residus ^{radioactius} ~~radioactius~~ són contaminants

Imatge 3: Respostes donades pel grup de treball 3 a la primera pregunta

Com es recordarà, en aquest primer bloc d'introducció el que es pretén és, en primer lloc, reflexionar sobre l'interès del tema a tractar i la seua importància.

Després d'una reflexió en els equips, podem dir en síntesi que la majoria dels grups coincidien en assenyalar que la química està present en tots els aspectes de la seva vida i admeten que si no és utilitzada de manera adequada pot tenir conseqüències dolentes.

Pel que fa als aspectes positius molts d'ells coincideixen en citar, per exemple: avanços en medicina, producció de fertilitzants, genètica, reaccions metabòliques del cos, aliments, cosmètica, higiene. Mentre que els aspectes negatius que nombren són, entre altres: substàncies nocives per a la salut, energia nuclear, armes biològiques, contaminació, drogues. Sobre tot, els alumnes incideixen en que tots aquests aspectes negatius es donen si no s'utilitza la Química de forma adequada.

Un cop tots els grups havien comentat les seves respostes, se'ls recorda breument alguns dels aspectes positius que es consideren importants des del punt de vista del tema a tractar i que no han estat citats, com per exemple àmbits en els quals treballa la química relacionades amb la potabilització de l'aigua, indústria alimentaria, aparells electrònics, fermentacions dels aliments, així com alguns dels negatius relacionats amb repercussions de la química com: desastres

ecològics, esgotaments de recursos, problemes capa d'ozó, efecte hivernacle. Tot això recordant que la química actualment està jugant un paper molt important en la solució d'aquests problemes.

A més a més se'ls remarca alguns exemples actuals de l'ús de la química: com són els fàrmacs amb alta eficàcia contra el càncer, la torre de bambú que transforma l'aigua de la rosada en aigua potable o l'activació de piles bacterianes a través de l'orina. Aquests exemples sobre tot l'últim els van cridar molt l'atenció.

Bloc II: Problemes i desafiaments que ha de fer front la ciència i en particular la Química

Una vegada s'ha reflexionat al voltant de la química i el seu paper en les nostres societats, ens hem detingut en els problemes actuals als que ha d'enfrontar-se la humanitat, i per tant el paper de la Química en les mesures que hem d'adoptar.

Com sabem, és molt important aprofitar l'educació no formal, en aquest cas la premsa, en l'ensenyament científic. Per això, per tal de ajudar-nos en la revisió dels problemes als quals s'enfronta la humanitat, hem utilitzat algunes notícies sobre problemes que afecten actualment a la humanitat i que es troben estretament relacionats.

Madrid activa el protocolo de contaminación y limita la velocidad en los accesos

A partir de las 6 horas de este domingo, la velocidad de circulación en el interior de la M-30 y en las vías de acceso a la ciudad quedará limitada a 70 kilómetros por hora.

El Confidencial, 30 d'Octubre 2016

La guerra y la persecución echan de sus casas a 24 personas por minuto

BELEN DOMINGUEZ CEBRIÁN | Madrid

La Agencia de la ONU para los refugiados asegura que en 2015 hubo casi seis millones de desplazados forzados más que en 2014

El País, Septiembre 2016

COP22

La cumbre del clima limpia Marrakech

La ciudad marroquí, sede de la COP 22, ha prohibido las bolsas de plástico para ser ejemplar

El País, Novembre 2016

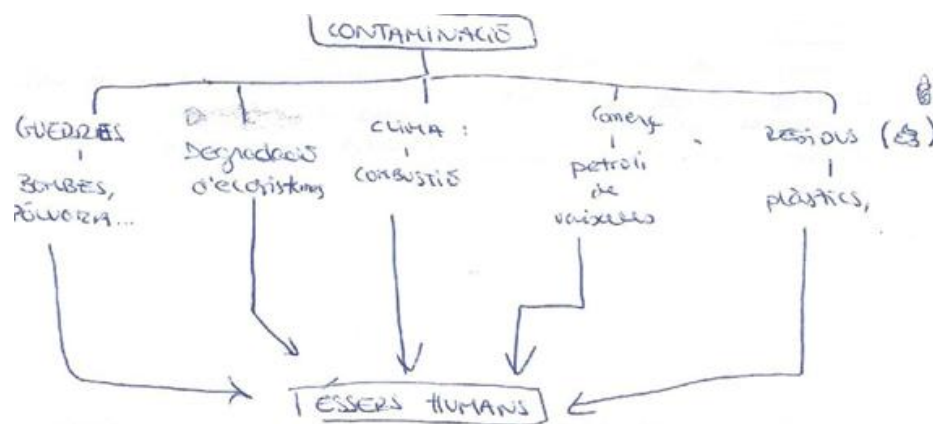
Imatge 4: Recull de notícies de premsa que tracten problemes socio-ambientals

Els alumnes afirmen conèixer aquestes notícies que van apareixent als periòdics o a la televisió, remarquen que sempre els han semblat notícies que afectaven a altres països però cada dia se n'adonen que a Espanya també es donen. Nomenen el cas de Barcelona que en el 2019 ja no es deixarà entrar a cotxes de més de 20 anys a la ciutat ni als voltants per tal de reduir la taxa d'emissions i pensen que és una bona mesura per tal de reduir la contaminació.

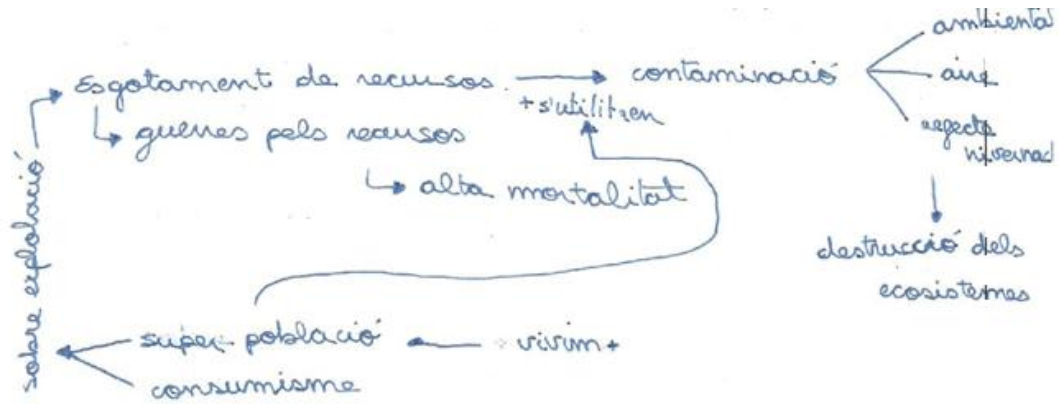
Pel que fa a la notícia referent a la Cimera del Clima de Marràqueix, comenten que aquest fet s'hauria d'haver produït ja fa temps en molts països Europeus. Assenyalen que les empreses podrien canviar les bosses de plàstic per les de cartó com ja es fan a altres països i així reduir l'ús del plàstic i promocionar altres tipus de materials biodegradables.

Una vegada comentades les notícies se'ls ha plantejat la següent activitat:

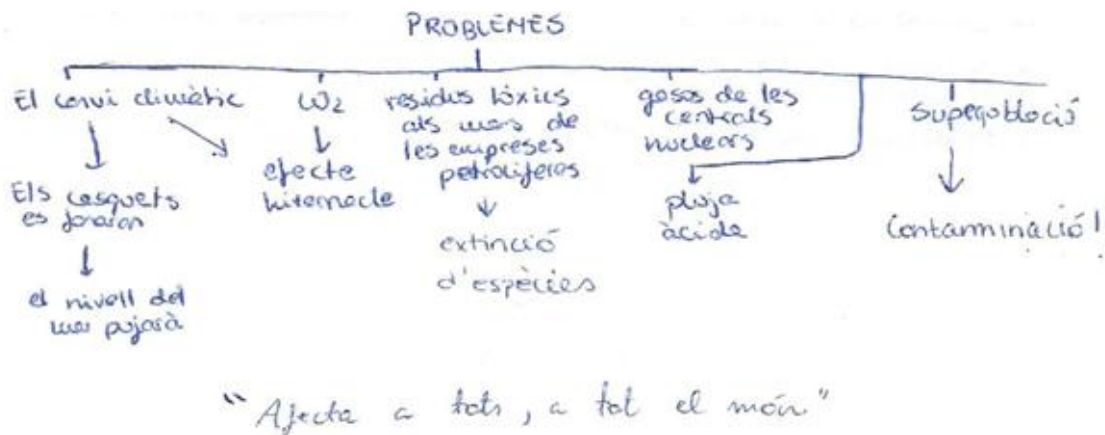
A.2 Quins són els problemes socio-ambientals als quals la humanitat ha de fer front actualment? Feu un esquema que ajude a comprendre les seues vinculacions.



Imatge 5: Respostes donades pel grup de treball 1 a la segona pregunta



Imatge 6: Respostes donades pel grup de treball 2 a la segona pregunta

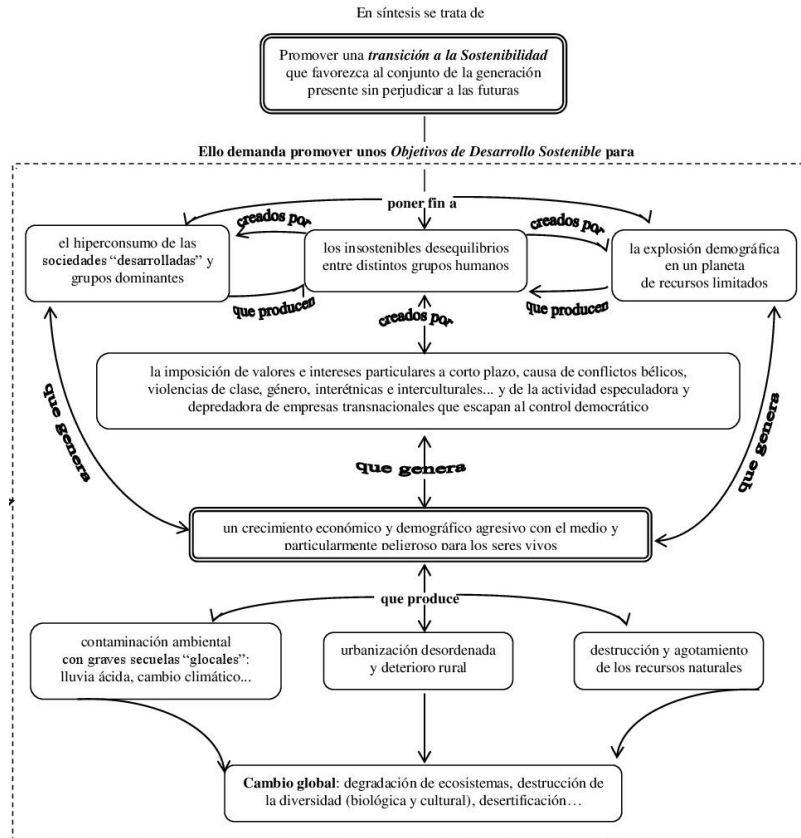


Imatge 7: Respostes donades pel grup de treball 3 a la segona pregunta

Per tal de poder comprendre el paper de la química en l'avanç cap a la Sostenibilitat, és necessari en primer lloc, adquirir una visió global de quins són els problemes als quals ens enfrontem.

Alguns dels problemes socioambientals més citats pels alumnes són: Canvi climàtic, efecte hivernacle, residus tòxics, pluja àcida, esgotament residus, destrucció dels ecosistemes. Solament un grup respon algun problema social com les guerres. Així, en convergència amb els resultats dels estudis referenciats en la investigació, la majoria dels grups han nomenat més problemes ambientals que socials. Fins que no s'ha exposat alguns dels problemes socials no han sigut conscients que ens enfrontem a una situació problemàtica socioambiental, formada per un conjunt de greus problemes, que tots es troben estretament relacionats i que es potencien mútuament. Amb la discussió final de l'activitat els alumnes han comprés que els problemes no són puntuals, que es tracta d'una problemàtica global (glocal).

Una vegada els alumnes han comentat dins dels equips i entre els equips la problemàtica, amb l'ajuda del docent, s'han utilitzat alguns esquemes de síntesis per tal de reforçar la idea essencial: que tots els problemes estan relacionats i que es potencien mútuament.



Imatge 8: Problemes socioambientals que afecten al planeta. Font d'elaboració l'equip d'investigació

En síntesis podem resumir la problemàtica socioambiental (Vilches, Macías i Gil Pérez, 2014):

- Una **urbanització accelerada i desordenada** que potencia els efectes de la contaminació (generada pel transport, calefaccions, etc.) i l'esgotament dels recursos (amb la destrucció de terrenys agrícoles, l'augment del temps de desplaçament i el conseqüent consum de recursos energètics) (Girardet, 2001; Worldwatch Institute, 2007; Burdet i Sudjic, 2008; Hayden, 2008).
- Una **contaminació** pluriforme i sense fronteres que enverina els sòls, rius i mars, amb seqüeles com la pluja àcida i la destrucció de la capa d'ozó o l'increment de l'efecte hivernacle, que apunta un perillós canvi climàtic global, que ja ha deixat de ser una hipòtesi de treball per a convertir-se en una preocupant realitat que amenaça en fer inhabitable el nostre planeta (Punter, Ochando i Garcia, 2011).

- **L'esgotament i destrucció** (deguda, en bona mesura, a la contaminació) de tot tipus de **recursos**, des dels energètics als bancs de pesca, dels boscos, les reserves d'aigua dolça... i el mateix sòl cultivable, donant lloc a una creixent desertització i pèrdua de diversitat biològica (Duarte Santos, 2007; Bovet et al., 2008).
- La **degradació** generalitzada dels **ecosistemes** (boscos, praderies, glaceres i casquets polars, aiguamolls, esculls de coral...), degut a la contaminació i increment de l'efecte hivernacle, l'explotació intensiva, els incendis, la urbanització incontrolada, etc. Una degradació que va acompanyada de l'augment de la freqüència i intensitat dels fenòmens extrems (sequeres, huracans, inundacions...), de pèrdua de biodiversitat i creixent desertització i que afecta particularment als miler d'essers vius que són víctimes d'una pobresa extrema (Worldwatch Institute, 1984-2017).
- A aquests canvis del medi físic s'afegeixen **desequilibris insostenibles** entre una cinquena part de la humanitat que consumeix sense control i milers de milions de persones que sofreixen fam i condicions de vida insuportables. Aquests desequilibris s'acompanyen de conflictes de tot tipus (Worldwatch Institute, 2010).
- **Superpoblació**: Al llarg del segle XX, la població mundial s'ha més quadruplicat i segueix augmentant en un 80 milions cada anys, per el que pot duplicar-se de nou en unes quantes dècades. Per això és necessari valorar el paper d'aquesta explosió demogràfica, junt a l'**hiperconsum** d'una quinta part de la humanitat, en l'actual situació d'emergència planetària. A tall d'exemple, s'estima que els 20 països més rics del món han consumit aquest segle més matèries primeres i recursos energètics no renovables que tota la humanitat al llarg de la seua història i prehistòria (Vilches i Gil, 2003, capítol 8).
- **Desequilibris entre diferents grups humans i conflictes associats**: L'hiperconsum insolidari i l'explosió demogràfica impedeixen satisfer les necessitats de la majoria de la població mundial, fet que es tradueix en desequilibris insostenibles (Vilches i Gil, 2007). Aquests desequilibris insostenibles es troben connectats amb altres problemes relacionats amb els conflictes i la violència. Segons Mayor Zaragoza (2000), les desigualtats extremes són també violència (Vilches i Gil, 2003, capítol 11). Una

violència que genera al mateix temps més violència com: les guerres, el terrorisme, el crim organitzat, les màfies, les pressions migratòries i l'activitat especuladora.

A.3 Quines mesures proposaríeu per a contribuir a la solució dels problemes nomenats?

Una vegada s'ha reflexionat al voltant dels problemes socioambientals se'ls ha comentat que havien de pensar quines mesures proposaven per tal de contribuir a solucionar aquestes problemàtiques. Se'ls ha insistit que han de tenir en compte que són problemes socioambientals i que no han d'oblidar, per tant, la part social també a l'hora de proposar les mesures. Tal com esperàvem, els estudiants fan referència a diferents mesures ja conegudes, entre les que podem citar a tall de resum els tres tipus relacionades i que es deuen aplicar conjuntament (Vilches i Gil, 2011; Vilches, Macías i Gil Pérez, 2014).

Les respostes donades per els alumnes són:

- Aïllatge
- Transport → caminar o transport conjunt
- Utilitzar més les energies renovables
- Més espais naturals
- Canviar els hàbits (escola verda)
- Reutilització de materials
- Vida sana (no contaminació, esport)
- Millorar infraestructures (freqüència, diners)

Imatge 9: Respostes donades pel grup de treball 1 a la tercera pregunta

Consum sostenible; crear treball, agricultura ecològica
"Disminuir població" Buscar més territori.
Buscar energies renovables i recursos ilimitats
Investigar principi de precaució.
Incorporar l'educació per la sostenibilitat.

Imatge 10: Respostes donades pel grup de treball 2 a la tercera pregunta

- Buscar alternatives renovables
- Intentar conscienciar a les persones dels efectes que produeix cada cosa
- No esgotar els recursos naturals
- Invertir en energies renovables.
- Invertir en forns solars

Imatge 11: Respostes donades pel grup de treball 3 a la tercera pregunta

Després d'un temps de reflexió les mesures que proposen els grups són el reciclatge, utilitzar el transport públic, reutilitzar els materials, consum sostenible, agricultura ecològica, buscar alternatives renovables... Com es pot observar es torna a fer més èmfasi en mesures que tenen a veure amb els problemes ambientals, tant des del punt de vista educatiu com tecnològic. Solament es cita en dos grups exemples de mesures en l'àmbit social i educatiu com conscienciar a les persones dels efectes que té un mal ús de la química i disminuir la població.

Un cop feta la discussió en general en la classe, se'ls indica que aquestes mesures que han assenyalat es troben englobades dintre de tres blocs més generals (científico-tecnològiques, economico-polítiques i educatives) i amb l'ajuda del professor es completa la reflexió amb unes diapositives que mostren també les vinculacions entre els diferents tipus de mesures, que han de contemplar-se a la vegada.

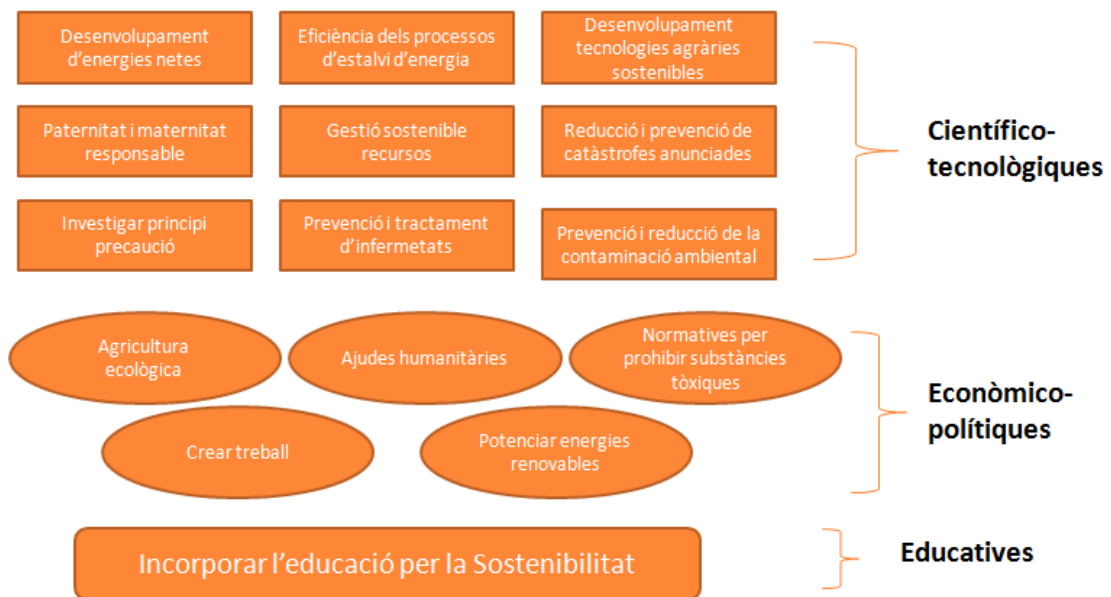


Figura 7.1: Algunes mesures per a contribuir a la solució dels problemes socioambientals que afecten a la humanitat

En síntesi podem fer referència a un conjunt de mesures que han de contemplar-se conjuntament (Vilches, Macías i Gil Pérez, 2014).

- Científico-tecnològiques:

- Desenvolupament d'energies netes (solar, geotèrmica, eòlica, fotovoltaica...) sense oblidar que l'energia més neta és aquella que no s'utilitza; la generació distributiva o descentralitzada, que evite la dependència tecnològica que comporta la construcció de les grans plantes, donant pas a la Tercera revolució Industrial (basada en l'ús de les energies renovables, en les tecnologies d'emmagatzematge amb base en el hidrogen i en xarxes elèctriques intel·ligents).
- Increment de l'eficiència dels processos per a l'estalvi d'energia (peretes de baix consum o de díodes emissors de llum (led), biocatàlisis), en un escenari "negatiu" que trenqui el creixement imparable en l'ús d'energia.
- Gestió sostenible de l'aigua i d'altres recursos.
- Desenvolupament de tecnologies agràries sostenibles (agricultures biològiques).
- Prevenció i tractament d'infermetats: molt en particular les que afecten als països en desenvolupament.
- Reducció i prevenció de catàstrofes.
- Paternitat i maternitat responsables evitant els embarassos no desitjats i el creixement de la població per damunt de la capacitat de càrrega del planeta.
- Regeneració de l'entorn, prevenció i reducció de la contaminació ambiental amb la disminució i tractament dels residus per a minimitzar el seu impacte.
- Reestructuració global del sistema productiu
- Investigant aplicant sempre el Principi de Precaució

Entre les mesures científiques, poder començar ja a ressaltar algunes relacionades amb la química, encara que serà en el proper apartat on es parlarà d'ella de manera més específica.

- Econòmico-Polítiques:

- Crear treball per a contribuir a la Sostenibilitat
- Desenvolupar normatives i acords a nivell mundial per a prohibir determinades substàncies (contaminants orgànics persistents, COP, els PAHs, dissolvents halogenats...)
- Potenciar energies renovables

- Agricultura ecològica
 - Ajudes humanitàries per evitar i sortir de la pobresa
 - Programes per a eradicar la desnutrició infantil ...
- Educatives: és imprescindible incorporar l'Educació per a la Sostenibilitat com un objectiu clau en la formació dels futurs ciutadans i ciutadanes i fer comprendre la necessitat d'accions que contribueixen a un futur sostenible i podem dir ja a un present sostenible en els diferents àmbits: consum responsable, activitat professional i acció ciutadana. És necessària la modificació de les actituds i comportaments ajudant a posar en practica tot allò que tots podem fer en els diferents àmbits.

Bloc III : Química Verda i les seves aportacions

Dins de les mesures que acabem de veure, la ciència i la química en particular han de jugar un paper important. El camp de la química que està contribuint a la transició cap a societats més sostenibles es diu Química Verda o Química per a la Sostenibilitat. Per aquest motiu es planteja als alumnes la següent pregunta:

A.4. *Conegueu el significat de Química Verda? Expliqueu-ho.*

En plantejar aquesta pregunta i després d'haver comentat les preguntes anteriors els alumnes en general suposen que la Química Verda estarà relacionada en la solució de les problemàtiques comentades anteriorment. La majoria dels alumnes afirmen no conèixer que suposa la Química Verda però, com s'esperava, responen de forma etimològica i pel context que estem treballant.

Algunes de les respostes són:

Es la química que contribueix en la sostenibilitat del medi ambient.


- Conservació de la natura
- possibilitat d'evitar els problemes socio-ambientals i prevenir

Imatge 12: Respostes donades pel grup de treball 1 a la pregunta A4

És la química que es centra amb la sostenibilitat i en l'energia neta.
Possibilitat d'evitar i esmenar els problemes socioambientals i evitar ^{problemes} ^{ambientals} futurs.

Imatge 13: Respostes donades pel grup de treball 2 a la pregunta A4

La química que busca el bé per el medi ambient utilitzant productes no contaminants



Imatge 14: Respostes donades pel grup de treball 3 a la pregunta A4

Dos dels grups senyalen que la Química Verda pot evitar i prevenir els problemes socioambientals, fet que ens fa pensar que han reflexionat tenint en compte tot el que s'havia treballat en les activitats anteriors.

Després de la discussió dels equips s'ha recordat que la Química Verda és una nova disciplina dins de la Química que té els seus orígens entre els anys 60 i 70 quan comença a créixer la necessitat i conscienciació sobre la conservació de la natura. Per altra banda, com sabem, el concepte de Desenvolupament Sostenible sorgeix a finals dels anys 80 per la comprensió dels greus problemes i repercussions que l'activitat humana està exercint sobre el planeta, conduint a una situació totalment insostenible que s'ha arribat a dir fins i tot d'autèntica emergència planetària. La importància de la Química Verda es pot comprendre quan parlem dels seus objectius, relacionats amb la possibilitat d'evitar i esmenar els problemes socio-ambientals que han sorgit i s'han anat agreujant en les últimes dècades. Per tant no es tracta solament de remeiar el que ja s'ha produït, sinó, sobre tot, d'evitar i prevenir com a primera opció.

Front a aquestes respostes se'ls ha plantejat als grups que si era aquesta la Química Verda, en què consistia per exemple la Química Ambiental. Aquest fet ens ha permès reflexionar sobre els

dos conceptes i poder explicar l'origen de la Química Verda i el seu significat. Sobre tot se'ls ha insistit que el que pretén la Química Verda és evitar i prevenir, és a dir, ressaltar el seu caràcter preventiu.

Algunes de les aportacions de la Química Verda tenen a veure amb camps com els que anem a desenvolupar en les següents qüestions:

A.5 Què penseu que significa "economia atòmica"?

Si ens centrem en les respostes donades pels equips d'alumnes els tres grups relacionen el concepte amb el rendiment d'una reacció:

És la previsió que es té, abans de fer una reacció, de producte respecte al rendiment.
 major economia atòmica → menys reacció queda en els productes no desitjats.

Imatge 15: Respostes donades pel grup de treball 1 a la pregunta A5

Estudiar com trobar el millor rendiment a partir dels recursos que tenim i no provocar molts residus.

$$E_A = \frac{\text{massa producte desitjat}}{\text{massa reacció}} \cdot 100$$

Imatge 16: Respostes donades pel grup de treball 2 a la pregunta A5

amb el menor nombre d'àtoms possibles aconseguir el màxim rendiment.

Imatge 17: Respostes donades pel grup de treball 3 a la pregunta A5

Les respostes s'acosten a la idea principal ja que totes fan referència a: estalvi d'àtoms, major rendiment, previsió. És d'esperar que els alumnes desconeguen aquesta idea ja que encara que

hem reflexionat en l'activitat anterior al voltant del seu significat, ha estat de manera general i amb aquesta i altres activitats volem aprofundir i arribar a un major coneixement de les característiques i del paper de la Química Verda. Per tal de contribuir en la reflexió i que els alumnes ho poguessin relacionar millor amb les seues coneixements s'ha partit de la idea que tant en la investigació com en la indústria química i en l'ensenyament de la química, és comú parlar del rendiment de les reaccions químiques. Així, hem recordat que normalment, el rendiment és menor del cent per cent com a conseqüència de diverses raons: reaccions secundàries, reaccions incompletes, impuresa dels reactius... No obstant això, hi ha un factor que no es sol tenir en compte i és l'obtenció d'altres productes que no són els que desitjàvem però, que també formen part de la reacció. La relació entre la quantitat de producte desitjat i la quantitat de reactius s'expressa amb el concepte d'economia atòmica. Quan major siga aquest valor, menys quantitat de reactiu quedarà en els productes no desitjats, ja que aquests productes no desitjats poden ser residus que després hem de veure com eliminar o neutralitzar, encara que en el millor dels casos poden ser innocus però, estaríem gastant matèria primera en produir producte innecessari, en alguns casos difícil de separar per tal de buscar-li una utilitat. Per tant, quan es parla d'economia atòmica (E.A), el valor que expressem és un percentatge en massa:

$$E. A = \frac{\text{massa producte desitjat}}{\text{massa reactiu}} \cdot 100$$

S'ha comentat que un dels primers èxits de la Química Verda aplicant aquest principi va ser la reducció de la quantitat de residus generats en l'obtenció industrial d'una substància molt coneguda per a ells: el ibuprofeno. Aquest analgèsic d'ampli ús es va produir entre 1960 i 1991 en un procés de sis etapes, generant-se residus en cadascuna d'elles, de tal forma que l'economia atòmica del procés era d'un 40%. En 1991 la BHC Company va desenvolupar un procés de tres etapes aplegant a una economia atòmica del 77% (González i Valea, 2009).

L'activitat següent té molt a veure en el tema que estem treballant i paga la pena detenir-se en la seua importància.

A.6 Coneixeu el Principi de Precaució?

En l'activitat 3, s'han comentat quines són les mesures que s'han d'adoptar per tal de contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat i s'ha parlat entre elles del principi de precaució per tant els alumnes ja prèviament havien sentit parlar d'ell en l'anterior sessió. Les respostes que han tingut els equips dels alumnes són:

Consisteix en evitar o prevenir els impactes mediambientals, catàstrofes naturals, destruccions humanes...

Imatge 18: Respostes donades pel grup de treball 1 a la pregunta A6

Primers passos per prevenir desastres ambientals, humans, energètics, industrials...
Mai al final del procés.

Imatge 19: Respostes donades pel grup de treball 2 a la pregunta A6

Consisteix en evitar algo abans de que passi,
Consisteix en prevenir, com per exemple, l'esgotament de recursos naturals. Les indústries poden evitar contaminar si abans pensen en els efectes que provoquen si busquen solucions a partir de la química verda.

Imatge 20: Respostes donades pel grup de treball 3 a la pregunta A6

Com podem veure, fruit de les reflexions que han hagut al voltant de les activitats anteriors, els alumnes comencen ja a relacionar tots els problemes, mesures i conceptes que hem anat comentant al llarg de les anteriors sessions. Tots tres equips remarquen que consisteix en evitar o prevenir conseqüències negatives per al medi ambient i per als éssers humans. Finalment insistim que aquest principi, en el cas que estem parlant de la Química per a la Sostenibilitat, té en compte prevenir o evitar l'aplicació precipitada d'una tecnologia que es desconeixen les seves repercussions, ja que de vegades les conseqüències negatives no es podrien solucionar. És un principi que ha de tenir-se en compte en qualsevol desenvolupament científic tecnològic per tal

d'evitar aplicacions dels avanços, sense tenir en compte les seues conseqüències negatives, i que ha estat signat per molts països.

A.7. Les dos preguntes anteriors es relacionen amb dos dels dotze principis de la Química Verda definits en 1998 per Anastas i Warner en el seu llibre *Green Chemistry: Theory and Practice*. Què penseu que haurien de tenir en compte aquests principis per a contribuir a la Sostenibilitat del nostre planeta?

En la introducció d'aquesta pregunta se'ls indica que les dues preguntes anteriors estan relacionats amb dos dels 12 principis que té en compte la Química Verda per tal de contribuir a la Sostenibilitat del nostre planeta. Els alumnes han estat comentant en grups i les respostes que han fet són:

- prevenió
- Economia atòmica.
- Evitar danys medioambientals.
- Intentar utilitzar el mínim nombre de combustions possibles en la nostra vida quotidiana.
- utilitzar favorablement als humans la química.
- prevenió de la producció de residus.

Imatge 21: Respostes donades pel grup de treball 1 a la pregunta A7

1. Controlar l'ús de productes
2. Tres R
3. Respectar el medi
4. Sostenibilitat
5. Millora del rendiment del producte
6. Evitar i reduir la contaminació
7. Utilitzar energies renovables
8. Pensar en un futur, deixant els mateixos recursos
9. Evitar l'hiperconsum
10. conuenciar a la població
11. Potenciar la reciclatge
12. Reduir els accidents químics

Imatge 22: Respostes donades pel grup de treball 2 a la pregunta A7

- No esgastar energia
- que no continguin substàncies cont.
- Que estigui a l'abast de tota la població
- No perjudicar al medi ambient.
- .

Imatge 23: Respostes donades pel grup de treball 3 a la pregunta A7

Davant aquesta pregunta els alumnes tornen a comentar entre ells solucions als problemes socioambientals parlats en la sessió anterior. Però si ens centrem en les respostes que han donat dos dels grups afegeixen els principis comentats en les preguntes anteriors i a més a més afegeixen altres com: evitar danys mediambientals, respectar el medi, reduir accidents, no malbaratar energia, utilització d'energies renovables, evitar utilitzar substàncies contaminants sempre que sigui possible i utilitzar sempre la química de forma positiva. Tots aquest punts es podrien considerar que s'aproximen a alguns dels principis que Anastas i Warner van definir i així es va comentar als estudiants per reconèixer la importància de la seua aportació.

Per una altra banda volem assenyalar que és molt significatiu que apareixen respostes que fan referència a mesures que es poden adoptar per tal de fer front a alguns problemes socio-ambientals però no es troben inclosos en els principis de la Química Verda com ara: Tres R, evitar l'hiperconsum o conscienciar a la població. Es tracta, per tant, d'una aportació interessant, que convé ressaltar, ja que és un recolzament a la idea de que ens enfrontem a un conjunt de problemes relacionats, que hem de tractar des de diferents àmbits i en el que la química té un paper a jugar però no sols la química.

Una vegada s'han comentat les respostes de tots els grups, s'ha presentat una diapositiva on apareixen de forma resumida els principis definits per Anastas i Warner i a més de partir i prendre en consideració les seues aportacions en la bona direcció, s'han comentat un a un posant exemples del que signifiquen ja que volem que compreguin sobre tot el que suposa cadascú d'ells, les relacions amb altres àmbits del coneixement, la seua potencialitat en la contribució de la Química a la Sostenibilitat, etc.

Principis de la Química Verda	
1. Prevenir la formació de residus	7. Utilitzar matèries primeres renovables
2. Maximitzar l'economia atòmica	8. Eliminar etapes sintètiques innecessàries
3. Síntesi amb substàncies de toxicitat reduïda	9. Potenciar la catàlisi
4. Disseny de productes i processos segurs	10. Productes de productes biodegradables
5. Evitar l'ús de substàncies auxiliars	11. Desenvolupar metodologies analítiques per a monitoritzar en temps real
6. Maximitzar l'eficiència energètica	12. Minimitzar el potencial d'accidents químics

Quadre 7.2: Principis de la Química Verda (Anastas i Warner, 1998)

Bloc IV: Catàlisi i Sostenibilitat

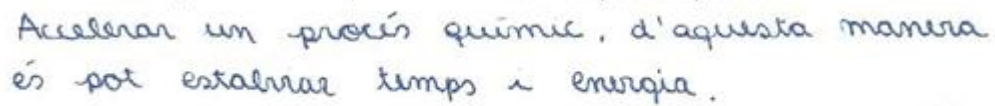
En aquest bloc s'ha pretès treballar amb el tema de catàlisi ja que és un dels camps més importants i amb més aportacions dintre de la Química Verda.

A.8. Sabeu en que consisteix el procés de catàlisi? Per què és important?

En aquesta pregunta s'ha de comentar que els alumnes no havien donat fins a aquest moment el tema de catàlisi, així que prèviament el professor ha explicat breument algunes coses al voltant i, per tant, les respostes que han fet estan una mica influenciades per l'explicació inicial que s'ha realitzat. En qualsevol cas, com coneixien de curs anteriors el que suposa, com té lloc i com pot evolucionar una reacció química, en part la reflexió ha permet fer una revisió de coses conegudes, encara que no recordaren el nom. De fet és probable que alguns hagen sentit parlar dels enzims en altres matèries, com la biologia, que fan el mateix paper.

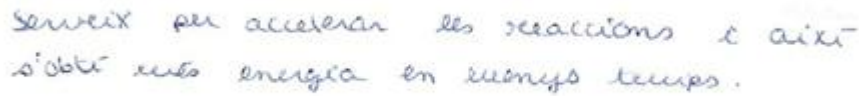
consisteix en accelerar les reaccions. → (accelerar, reduir, inhibir).
 perquè així podem obtenir més resultats en menys temps,
 i per tant aconseguir no utilitzar sessions innecessàries.

Imatge 24: Respostes donades pel grup de treball 1 a la pregunta A8



Accelerar un procés químic, d'aquesta manera és pot estalviar temps i energia.

Imatge 25: Respostes donades pel grup de treball 2 a la pregunta A8



Serveix per accelerar les reaccions i així s'obté més energia en menys temps.

Imatge 26: Respostes donades pel grup de treball 3 a la pregunta A8

Com es pot observar els alumnes responen que el procés de catàlisi s'utilitza per tal d'accelerar o retardar reaccions. En el cas d'accelerar aquestes reaccions podran estalviar temps i energia. Sobretot remarquen que estalvien temps.

Un cop s'han comentat les respostes després de la reflexió inicial, s'ha aprofundit en el que suposa el procés de catàlisi cosa que permet introduir la següent activitat, ja que podran comprendre que no solament els catalitzadors s'utilitzen per a accelerar o retardar reaccions sinó que tenen altres aplicacions com evitar substàncies intermèdies, acurtar el procés, amb la qual cosa es pot disminuir la matèria i l'energia que intervé, eliminar sabors, olors, retenir substàncies tòxiques, etc. Indústries com l'alimentària, química, farmacèutica i petroquímica basen gran part de la seva producció en reaccions catalítiques, les quals s'han convertit en una activitat de molta importància en els seus processos. S'ha recordat un exemple com el craqueig catalític, que és la etapa de la refinaria més important, en aquest punt, l'addició d'un catalitzador orienta la reacció principal per evitar les reaccions secundàries indesitjables, a més, amb la seva adició, aquest procés pot realitzar-se a una menor temperatura en comparació amb el mètode que s'utilitzava en el passat (craqueig tèrmic). Així mateix que una de les grans aportacions dels catalitzadors és la seva contribució en la reducció d'emissió de gasos. Aquest fet és molt útil en el cas, per exemple, d'algunes indústries químiques que utilitzen molta electricitat i amb això generen altes emissions de gasos tòxics o que incrementen l'efecte hivernacle a l'atmosfera. Així els estudiants han comprés que si les indústries fan ús de les reaccions químiques alternatives que generen els catalitzadors, es redueixen aquestes emissions contribuint així a evitar el greu problema de la

contaminació ambiental i en particular de l'increment de l'efecte hivernacle que està causant ja un canvi climàtic, suposant al mateix temps un estalvi econòmic.

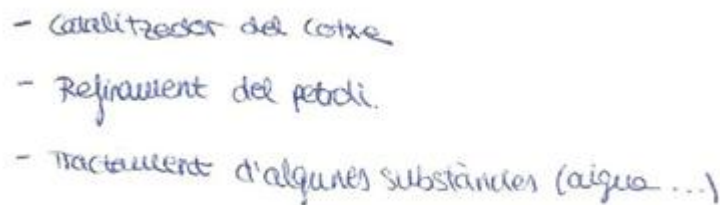
En síntesi, s'ha comentat amb els estudiants que la importància de la catàlisi en Química Verda és deguda al fet que:

- Evita els reactius estequiòmètrics: minimitzant els residus
- Afavoreix la selectivitat del procés: formació selectiva del producte desitjat
- Contribueix a la disminució del consum d'energia: processos més econòmics i menor impacte ambiental.

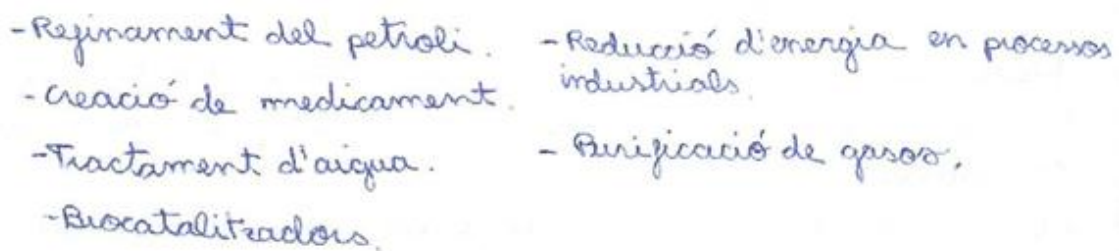
El que es pretén aconseguir és que a partir d'aquesta reflexió els alumnes siguin capaços de respondre la següent pregunta.

A.9. Coneixeu algun exemple on el procés de catàlisi sigui fonamental per a l'avanç cap a societats més sostenibles? Expliqueu-ho.

En proposar aquesta pregunta tots els grups afirmen no conèixer cap exemple, però s'intenta reorientar-los amb aspectes que s'han comentat a la pregunta anterior. Després d'una reflexió, les respostes que s'han obtingut són:

- 
- Catalitzador del cotxe
 - Refinament del petroli
 - Tractament d'algunes substàncies (aigua...)

Imatge 27: Respostes donades pel grup de treball 1 a la pregunta A9

- 
- Refinament del petroli.
 - Reducció d'energia en processos industrials.
 - Creació de medicament.
 - Purificació de gasos.
 - Tractament d'aigua.
 - Biocatalitzadors.

Imatge 28: Respostes donades pel grup de treball 2 a la pregunta A9

Pel que fa als grups de treball 1 i 2, indiquen que coneixen processos com el refinament del petroli, catalitzador dels tubs d'escapament dels cotxes, tractament d'aigües, biocatalitzadors (detergents), reducció d'energia en processos industrials i creació de medicaments. El grup 3 no coneixia cap procés.

Entre altres respostes, recordant el que han estudiat i apropant-se a la literatura, els estudiants amb l'ajuda del professorat han assenyalat:

- Purificació en l'àmbit del tractament d'aigües. El carbó actiu reté substàncies residuals del procés de cloració, substàncies generadores de mals olors, i sabors en l'aigua, fermentació de matèria orgànica, microorganismes, tot això sense alterar la composició de l'aigua i sense generar residus contaminants.
- Purificació dels gasos emesos per els automòbils. Un catalitzador en els tubs d'escapament ja que el motor no crema completament tots els hidrocarburs del petroli i les altes temperatures afavoreixen la formació d'òxids de nitrogen (cancerígens i tòxics).
- Catalitzadors en gasolines. Antigament existia la gasolina amb plom, però el plom era un verí per al catalitzador, per el que s'ha aconseguit una gasolina eliminant el plom d'ella.
- També s'utilitzen biocatalitzadors en detergents, és a dir, bioenzims per a destruir les taques d'origen orgànic.

A.10 *Investigueu una reacció química industrial que utilitze catalitzador en la síntesi dels seus productes. Expliqueu el seu paper en el procés.*

En aquesta activitat s'ha realitzat una petita investigació pels equips, i contant amb l'ajuda del professor, del procés de Haber-Bosch, també anomenat síntesi de Haber-Bosch, o simplement síntesi de Haber, que és la reacció de fixació del nitrogen amb nitrogen gas i hidrogen gas, sobre un catalitzador de ferro enriquit, per produir amoníac. Aquest procés se'ls ha remarcat que és important perquè l'amoníac és difícil de produir a escala industrial i, a més, els adobs fabricats amb amoníac són necessaris per proveir un terç de la població mundial. Malgrat que el 78,1% de l'aire que respirem és nitrogen, aquest gas no és gaire reactiu, ja que les molècules de nitrogen estan unides per enllaços triples. El paper del catalitzador en aquest procés és que com la reacció és molt lenta, al afegir el catalitzador s'aconsegueix que l'equilibri es desplace

cap a la producció de productes augmentant el rendiment de la reacció. A començaments del segle XX aquest mètode de producció de l'amoníac es va desenvolupar, aprofitant l'abundància de nitrogen a l'atmosfera. D'aquesta manera, l'amoníac es pot oxidar per aconseguir nitrats i nitrits, els quals són imprescindibles per produir adobs de nitrats i explosius.

Per ajudar en la reflexió, s'ha utilitzat un petit documental al voltant del procés de lliure accés en internet.

Un altre exemple comentat en classe de l'ús de catalitzadors en la síntesi a nivell industrial el trobaríem en la síntesi de l'àcid sulfúric. L'àcid sulfúric és un compost extremadament corrosiu, que s'utilitza per a l'obtenció de fertilitzants, síntesi d'altres àcids, sulfats i a la indústria petroquímica. Per tal d'obtenir-se a nivell industrial s'utilitza el procés de contacte amb un catalitzador per tal de convertir el diòxid de sofre en triòxid de sofre que després hidratant-lo aconseguirem l'àcid sulfúric.

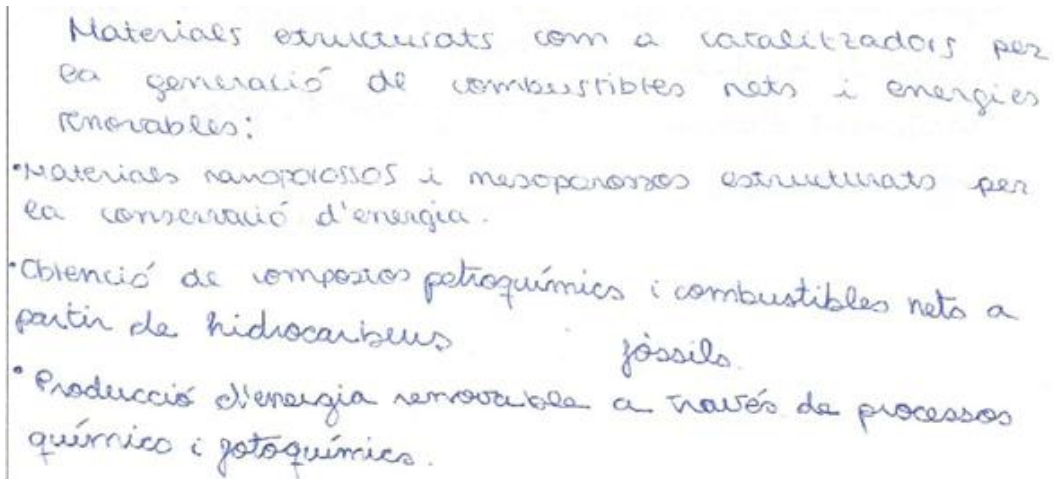
A.11. *Investigueu en grups algunes de les diferents línies d'actuació de la Química Verda o Química per la Sostenibilitat que s'estan realitzant actualment.*

A.12. *Quin és el paper de la Química Verda en el desenvolupament de les energies renovables? Analitzeu alguns exemples d'obtenció de substàncies de síntesi o d'altres exemples vinculats al desenvolupament de la Química Verda per la seua contribució a un món més net i sostenible.*

Després de la reflexió, algunes de les respostes dels alumnes han estat:

- PROCESSOS QUÍMICS I FOTOQUÍMICS EN CIÈNCIES DE LA VIDA, i
PRODUCCIÓ QUÍMICA SOSTENIBLE.
Transformació de biomassa en productes químics a través de
processos sostenibles.
Tècniques computacionals i d'alta resolució aplicades a processos
químics, el seu desenvolupament.
Tècniques fotoquímiques i renovables en ciències de la vida.
(catalitzadors sòlids selectius (redox - àcid base) per a processos
químics sostenibles.

Imatge 29: Respostes donades pel grup de treball 1 a la pregunta A11 i A12



Imatge 30: Respostes donades pel grup de treball 2 a la pregunta A11 i A12

- Processos químics i fotoquímics en ciències de la vida i producció química sostenible
- Transformació de biomassa en productes químics a través de processos sostenibles.
- Tècniques fotoquímiques i nanomaterials en ciències de la vida
- Catalitzadors sòlids selectius, àcid base i redox.

Imatge 31: Respostes donades pel grup de treball 3 a la pregunta A11 i A12

Aquestes dues preguntes s'han treballat conjuntament. Per un costat, per una qüestió de temps que com hem assenyalat no disposàvem de molt però, també sobretot perquè es troben relacionades.

Els alumnes per grups amb l'ajuda del professor per tal d'utilitzar fons adients, han buscat a Internet diferents línies d'actuació de la Química Verda i entre les respostes han assenyalat: transformació de biomassa en productes químics d'utilitat, tècniques fotoquímiques i nanomaterials, catalitzadors sòlids, catalitzadors per la generació de combustibles nets i energies renovables, obtenció de compostos petroquímics i combustibles nets a partir d'hidrocarburs.

Entre les línies d'actuació que han seleccionat els alumnes trobem també algunes que fan referència al desenvolupament d'energies renovables; per això, s'ha aprofitat per fer-los reflexionar al voltant de quin és el paper que té la Química Verda en aquest camp. Per un altre costat, és important a la vegada que pensaren si en aquest i en altres casos seria suficient amb la química per avançar en el desenvolupament d'aquestes energies o seria necessari les aportacions i el treball comú i convergent amb altres rames com la enginyeria, la física, etc.

En aquest punt els alumnes nomenen que el desenvolupament d'energies renovables anirien relacionats amb els principis de la Química Verda i comenten que sí que existeix la relació entre la Química Verda i els camps abans citats per tal de fer possible aquesta contribució.

Bloc V: Paper dels centres educatius en la transició cap a la Sostenibilitat

En aquest bloc es pretén (un cop ja s'han parlat dels problemes socio-ambientals, de la necessitat de mesures (científico-tecnològiques, econòmico-polítiques i educatives), i molt particularment de la Química Verda que ens ocupa) centrar-se en les mesures educatives que es poden realitzar des del centre per tal de contribuir, a partir de l'estudi de la Química Verda, a la seua implicació en les accions que s'han d'adoptar.

A.13. *Des del punt de vista de les mesures necessàries i urgents per avançar cap a la Sostenibilitat, què es pot fer des de l' institut per a contribuir cap a un planeta més sostenible? Consulteu la pàgina de l'OEI, Organització d'Estats Iberoamericans (<http://www.oei.es/>) per a l'Educació, la Ciència i la Cultura i valueu exemples que podeu fer cadascú de vosaltres.*

- Reciclar
- Anar en bicicleta, transport públic o caminant a l'Institut.
- Fomentar l'educació per la sostenibilitat.
- Vici'n Bell per a tots i no paper de plata, per exemple

Imatge 32: Respostes donades pel grup de treball 1 a la pregunta A13

1. Seguir l'instagram d'escola verda, per saber que passos seguir.

Imatge 33: Respostes donades pel grup de treball 2 a la pregunta A13

- Conscienciar als alumnes de l'importància de la química verda.
- No malgastar material del laboratori.

Imatge 34: Respostes donades pel grup de treball 3 a la pregunta A13

Els equips d'estudiants, entre altres coses, assenyalen: reciclar, anar en transport públic, bicicleta o caminant al centre, conscienciar als alumnes, no malgastar material al laboratori, etc. A més d'aquestes mesures, després de la reflexió, els alumnes han comentat que segueixen l'Instagram de l'Escola Verda per tal de veure quines mesures es proposen des del centre per tal de contribuir a un planeta més sostenible, però creuen que s'hauria de tractar també des de les diferents assignatures per tal de tenir més informació al respecte.

A.14. *Després de visitar l'Institut de Tecnologia Química, realitzeu un comentari al voltant de l'interès i les aportacions de la visita.*

A.15. *Realitzeu una cerca bibliogràfica sobre aportacions rellevants realitzades en aquest camp. Algunes pàgines que podeu consultar són*
<http://www.rsc.org/Membership/Networking/GCN/>
<https://quimicasostenible.wordpress.com>

Degut a l'escàs temps disponible, a més del fet que ens trobàvem en un centre a Catalunya, no ha estat possible realitzar aquestes dues darreres activitats i en particular la visita a l'ITQ. De totes maneres, es té previst en un futur repetir aquest programa d'activitats, una vegada avaluat i revisat, i intentar fer la visita o al menys entrar en la web d'aquest prestigiós Institut per a veure i analitzar quines aportacions s'estan fent des d'aquest camp. Estem segurs que això seria una estupenda activitat per a motivar-los i contribuir a millorar els seus coneixements de la química i el seu paper en la construcció d'un present i un futur sostenibles.

Per a aprofundir en l'aplicació d'aquesta eina i els seus resultats, tenint en compte l'escàs número d'estudiants que trien el Batxillerat científic, a més del treball realitzat per la investigadora implicada en aquesta Tesis Doctoral, el programa d'activitats ha estat posat en marxa en un altre centre, en aquest cas de la Comunitat Valenciana, que passem a comentar seguidament.

7.3.2. Anàlisi dels resultats de l'aplicació del programa d'activitats en un centre de la Comunitat Valenciana

El centre on s'ha dut a terme el programa d'activitats és un centre concertat de la Generalitat Valenciana. Aquest centre va entrar en funcionament l'any 1983.

Es tracta d'un centre que imparteix les etapes educatives des d'Educació Infantil fins a Batxillerat. Per al curs 2016-2017, el centre té 17 grups d'alumnes distribuïts en cinc nivells. 2 cicles d'infantil, 1 de primària, 2 cicles d'ESO i el Batxillerat.

A l'Annex X es poden veure les respostes del programa d'activitats complets que han contestats els estudiants d'aquest centre.

Des del punt de vista metodològic, tal com avançàvem al capítol 6, s'han format dos equips de tres persones i s'ha treballat amb una orientació constructivista, semblant a la utilitzada al cas del grup experimental anterior, del procés d'ensenyament i aprenentatge.

Els estudiants que s'han implicat en la investigació pertanyen a l'únic grup de primer de Batxillerat de ciències del centre. La intervenció s'ha realitzat al finalitzar el tema de reaccions químiques, com a un epíleg. Com ja s'ha justificat al capítol anterior, i s'ha fet a l'altre centre, es tracta de desenvolupar activitats on es pretén treballar les contribucions al voltant de la Química Verda. S'han destinat 4 sessions d'una hora per dur a terme aquest programa d'activitats.

Sessió	Blocs
1	Bloc I: Introducció (A.1)
	Bloc II: Problemes i desafiaments que ha de fer front la ciència i en particular la Química (A.2, A.3)
2	Bloc III: la Química Verda i les seves aportacions (A.4, A.5, A.6)
3	Bloc IV: catàlisi i Sostenibilitat (A.8, A.9, A.10)
4	Bloc V: Paper dels centres educatius en la transició cap a la Sostenibilitat (A.11, A.12, A.13)
	Bloc V: Paper dels centres educatius en la transició cap a la Sostenibilitat (A.13, A.15)

Quadre 7.3. Sessions realitzades per al programa d'activitats

A continuació es mostra una síntesis d'alguns dels resultats obtinguts, desglossats per blocs:

IMPORTÀNCIA DE LA QUÍMICA VERDA
PER AVANÇAR CAP A UN MÓN MÉS SOSTENIBLE

Bloc I: Introducció

A.1. *Com penseu que afecta la química en la vostra vida? Quines contribucions positives coneixeu? I negatives?*

Pensamos que nos da la vida por así decirlo, ya que la utilizamos en la mayoría de nuestros procesos orgánicos. A parte, muchas de las cosas que utilizamos a lo largo de nuestra vida tienen relación con la química, por ejemplo; productos de limpieza, medicamentos, pinturas, etc. *

P. 4 Hau desenvolupat fonts de energia que no se coneixien, la medicina hace muchos milagros, y gracias a la bioquímica hemos aprendido como funciona nuestro cuerpo. Alimentación, @

N. 4 Armas de destrucción masiva, armas químicas, contaminación, drogas, etc. Enfermedades (cáncer de pulmón,

Imatge 35: Respostes donades pel grup de treball 1 a la primera pregunta

- Si no estuviera la química, nosotros no existiríamos, estamos formados por compuestos químicos.
- En medicina, en la alimentación, para productos de belleza y cosmética.
- En cuanto a la parte negativa, la creación de bombas nucleares, las drogas, exceso de químicos en la alimentación (puede perjudicar las propiedades esenciales del alimento)

Imatge 36: Respostes donades pel grup de treball 2 a la primera pregunta

Després d'una reflexió en els equips, podem dir que els dos grups assenyalen que la química està en tots els aspectes de la seva vida i que gràcies a ella tots els processos que es donen al nostre interior es poden donar.

Pel que fa als aspectes positius els dos coincideixen en citar, per exemple: avanços en fonts d'energia, en medicina, alimentació i cosmètica. Mentre que els aspectes negatius que nombren són armes de destrucció, armes químiques, contaminació i drogues.

Un cop tots els grups havien comentat les seves respostes, el professor encarregat de passar el programa d'activitat els comenta altres aspectes tant positius com negatius els recorda

breument alguns dels aspectes positius que es consideren importants des del punt de vista del tema a tractar i que no han estat citats, com per exemple àmbits en els quals treballa la química relacionades amb la potabilització de l'aigua, indústria alimentària, fonts d'energia, fermentacions dels aliments, productes de neteja així com alguns dels negatius relacionats amb repercussions de la química com: desastres ecològics, esgotaments de recursos, problemes capa d'ozó, efecte hivernacle. Tot això recordant que la química actualment està jugant un paper molt important en la solució d'aquests problemes.

Bloc II: Problemes i desafiaments que ha de fer front la ciència i en particular la Química

Una vegada han reflexionat al voltant de la química i el seu paper en les nostres societats, el professor encarregat de passar el programa d'activitat s'ha detingut en els problemes actuals als que ha d'enfrontar-se la humanitat, i per tant el paper de la Química en les mesures que hem d'adoptar.

Com sabem, és molt important aprofitar l'educació no formal, en aquest cas la premsa, en l'ensenyament científic. Per això, per tal de ajudar-nos en la revisió dels problemes als quals s'enfronta la humanitat, de la mateixa manera que amb l'altre grup, hem utilitzat algunes notícies sobre problemes que afecten actualment a la humanitat i que es troben estretament relacionats.

Madrid activa el protocolo de contaminación y limita la velocidad en los accesos

A partir de las 6 horas de este domingo, la velocidad de circulación en el interior de la M-30 y en las vías de acceso a la ciudad quedará limitada a 70 kilómetros por hora

El Confidencial, 30 d'Octubre 2016

La guerra y la persecución echan de sus casas a 24 personas por minuto

BELEN DOMINGUEZ CEBRIAN | Madrid
La Agencia de la ONU para los refugiados asegura que en 2015 hubo casi seis millones de desplazados forzados más que en 2014

El País, Septiembre 2016

COP22

La cumbre del clima limpia Marrakech

La ciudad marroquí, sede de la COP 22, ha prohibido las bolsas de plástico para ser ejemplar

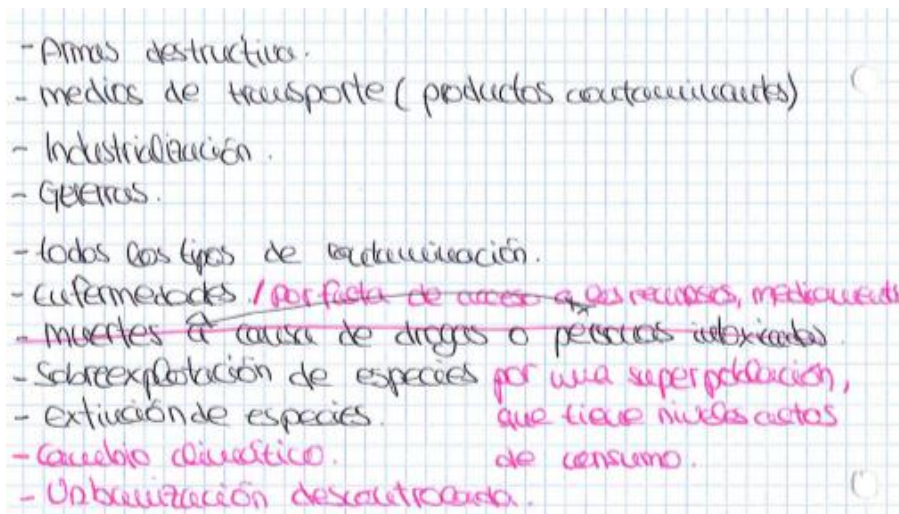
El País, Noviembre 2016

Imatge 37: Recull de notícies de premsa que tracten problemes socio-ambientals

Els alumnes afirmen conèixer les notícies i comenten que els sorprèn com la guerra pot fer fora a tanta gent diàriament. Creuen que els països haurien de prendre mesures en aquestos fets per tal de poder ajudar a totes aquestes persones.

Una vegada comentades les notícies se'ls ha plantejat la següent activitat:

A.2 Quins són els problemes socio-ambientals als quals la humanitat ha de fer front actualment? Feu un esquema que ajude a comprendre les seues vinculacions.



Imatge 38: Respostes donades pel grup de treball 1 a la segon pregunta

- Creación de armas destructivas.
- Medios de transporte con energía no renovable
- La indiferencia del gobierno respecto al cambio climático.
- Nuestra indiferencia frente a la decadencia de las condiciones climáticas del planeta.
- Sobreexplotación de especies y recursos naturales.
- ~~Sob~~ Superpoblación y consumo elevado.
- La urbanización descontrolada.

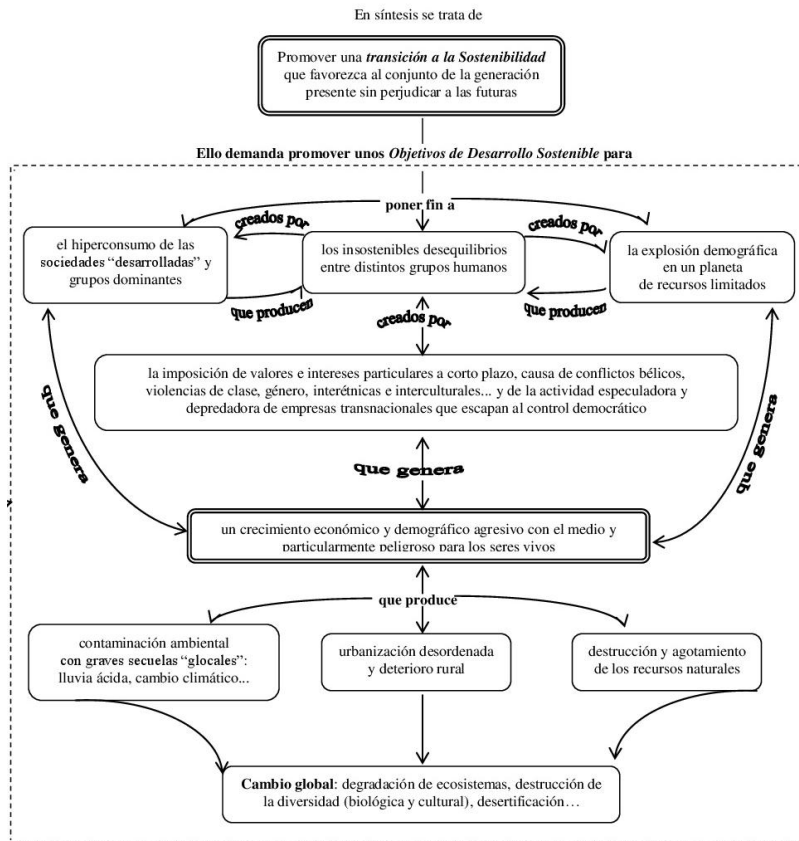
Imatge 39: Respostes donades pel grup de treball 2 a la segona pregunta

Per tal de poder comprendre el paper de la química en l'avanç cap a la Sostenibilitat, és necessari en primer lloc, adquirir una visió global de quins són els problemes als quals ens enfrontem.

Alguns dels problemes socio-ambientals més citats per els alumnes són: Contaminació, industrialització, guerres, armes de destrucció, infermetats, sobreexplotació espècies.

El que es pot observar en les respostes és que han anat afegint els problemes com a coses puntuals i no relacionades entre elles. Amb la discussió final de l'activitat els alumnes han comprés que els problemes no són puntuals, que es tracta d'una problemàtica global (glocal).

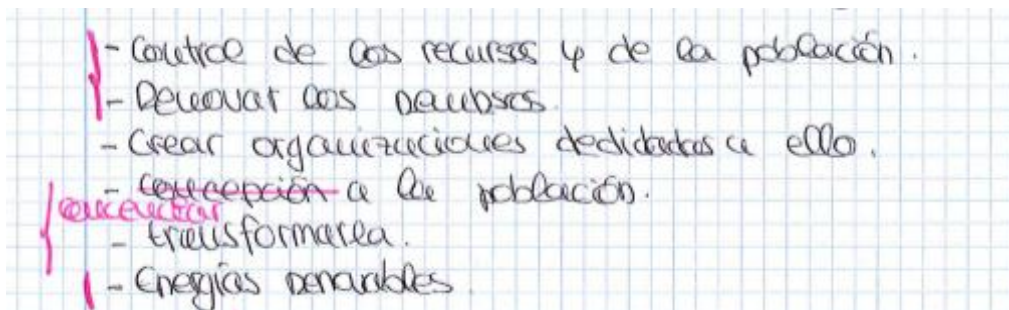
Una vegada els alumnes han comentat dins dels equips i entre els equips la problemàtica, amb l'ajuda del docent, s'han utilitzat alguns esquemes de síntesis de la mateixa manera que amb l'altre grup per tal de reforçar la idea essencial: que tots els problemes estan relacionats i que es potencien mútuament.



Imatge 40: Problemes socio-ambientals que afecten al planeta. Font d'elaboració l'equip d'investigació

A.3 Quines mesures proposaríeu per a contribuir a la solució dels problemes nomenats?

Una vegada els alumnes i el professor han reflexionat al voltant dels problemes socio-ambientals i la idea essencial: que tots els problemes estan relacionats i que es potencien mútuament, en el següent ítem se'ls pregunta sobre les mesures que proposarien per tal de solucionar els problemes anteriorment mencionats.



Imatge 41: Respostes donades pel grup de treball 1 a la tercera pregunta

- Pedir a l'ONU y Poner más Interés para la mejora del planeta.
- Reducir el uso de productos contaminantes.
- Controlar la población.
- Evitar conflictos bélicos.
- Facilitar el acceso a medicamentos.
- Concienciar al gobierno de lo importante que es mantener el cuidado del planeta.

Imatge 42: Respostes donades pel grup de treball 2 a la tercera pregunta

Les respostes donades fan referència al control dels recursos i de la sobrepoblació, crear institucions per tal de proposar mesures, conscienciar a la població, ús d'energies renovables, facilitar l'accés a medicaments, evitar guerres, conscienciar als governs.

En aquest cas els dos grups han tingut en compte tant mesures per als problemes ambientals i socials.

Un cop feta la discussió en general en la classe, de la mateixa manera que amb l'altre grup se'ls indica que aquestes mesures que han assenyalat es troben englobades dintre de tres blocs més generals (científico-tecnològiques, econòmico-polítiques i educatives) i amb l'ajuda del professor es completa la reflexió amb unes diapositives que mostren també les vinculacions entre els diferents tipus de mesures, que han de contemplar-se a la vegada.

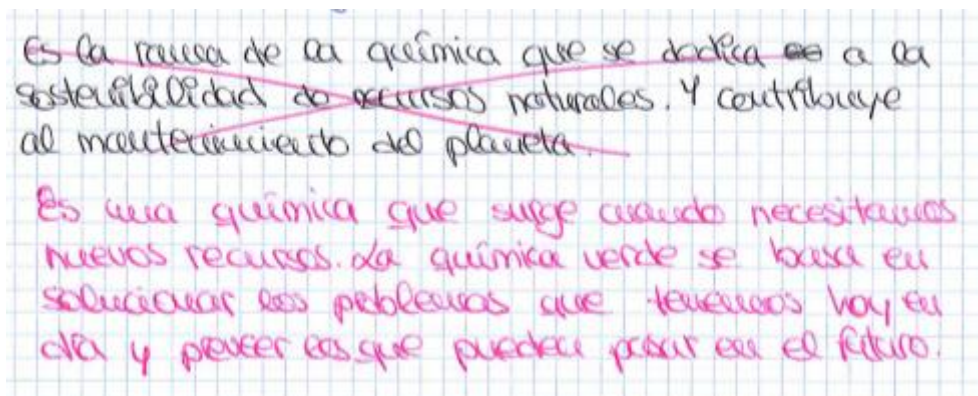


Figura 7. 1: Algunes mesures per a contribuir a la solució dels problemes socio-ambientals que afecten a la humanitat

Bloc III : Química Verda i les seves aportacions

Dins de les mesures que acabem de veure, la ciència i la química en particular han de jugar un paper important. El camp de la química que està contribuint a la transició cap a societats més sostenibles es diu Química Verda o Química per a la Sostenibilitat. Per aquest motiu es planteja als alumnes la següent pregunta:

A.4. Conegueu el significat de Química Verda? Expliqueu-ho.



Imatge 43: Respostes donades pel grup de treball 1 a la pregunta A4

· Utiliza técnicas menos nocivas o dañinas para contribuir a la mejora del medio ambiente, del mundo.

Surge en los años 60 o 60 aproximadamente y no solo está relacionada con solucionar los problemas de ahora, sino también evitarlos en un futuro.

* No es lo mismo que la química ambiental, ya que solo trata de solucionar los problemas actuales del medio ambiente y no prevenirlos.

EVITAR Y PREVENIR

Imatge 44: Respostes donades pel grup de treball 2 a la pregunta A4

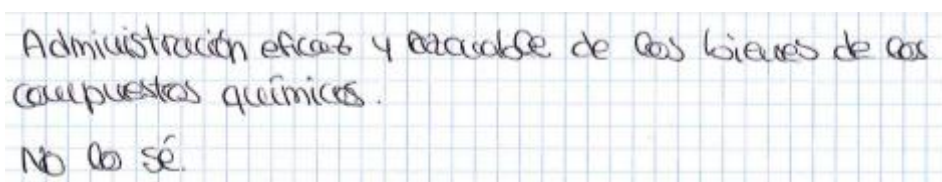
Com es pot observar a les respostes donades per els dos grups, cap d'ells coneix el que és el concepte i el defineixen de forma etimològica, tot i que podríem considerar que la resposta donada al segon grup pot trobar-se dintre de la línia de treball de la Química Verda.

Després de la discussió dels equips, s'ha recordat de la mateixa manera que amb l'altre grup que la Química Verda és una nova disciplina dins de la Química que té els seus orígens entre els anys 60 i 70 quan comença a créixer la necessitat i conscienciació sobre la conservació de la natura. Per altra banda, com sabem, el concepte de Desenvolupament Sostenible sorgeix a finals dels anys 80 per la comprensió dels greus problemes i repercussions que l'activitat humana està exercint sobre el planeta, conduint a una situació totalment insostenible que s'ha arribat a dir fins i tot d'autèntica emergència planetària. La importància de la Química Verda es pot comprendre quan parlem dels seus objectius, relacionats amb la possibilitat d'evitar i esmenar els problemes socio-ambientals que han sorgit i s'han anat agreujant en les últimes

dècades. Per tant no es tracta solament de remeiar el que ja s'ha produït, sinó, sobre tot, d'evitar i prevenir com a primera opció.

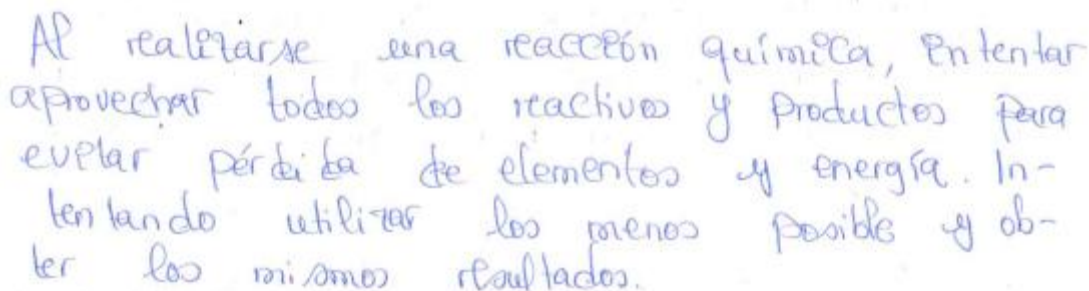
Algunes de les aportacions de la Química Verda tenen a veure amb camps com els que anem a desenvolupar en les següents qüestions:

A.5 Què penseu que significa "economia atòmica"?



Administración eficaz y accesible de los bienes de los compuestos químicos.
No lo sé.

Imatge 45: Respostes donades pel grup de treball 1 a la pregunta A5



Al realizarse una reacción química, intentar aprovechar todos los reactivos y productos para evitar pérdida de elementos y energía. Intentando utilizar los menos posible y obtener los mismos resultados.

Imatge 46: Respostes donades pel grup de treball 2 a la pregunta A5

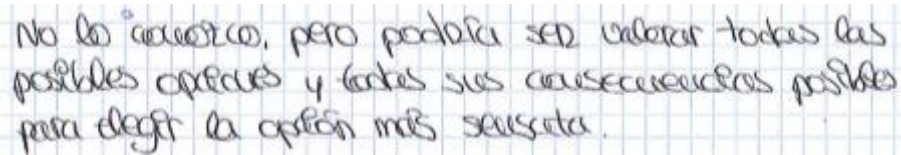
Els dos grups relacionen el concepte amb l'eficàcia d'un procés. És d'esperar que els alumnes desconeguen aquesta idea ja que encara que han reflexionat en l'activitat anterior al voltant del seu significat, ha estat de manera general i amb aquesta i altres activitats volem aprofundir i arribar a un major coneixement de les característiques i del paper de la Química Verda. Per tal de contribuir en la reflexió i que els alumnes poguessin relacionar millor amb les seues coneixements s'ha partit de la idea que tant en la investigació com en la indústria química i en l'ensenyament de la química, és comú parlar del rendiment de les reaccions químiques. Així, hem recordat que normalment, el rendiment és menor del cent per cent com a conseqüència de diverses raons: reaccions secundàries, reaccions incompletes, impuresa dels reactius... No obstant això, hi ha un factor que no es sol tenir en compte i és l'obtenció d'altres productes que no són els que

desitjàvem però, que també formen part de la reacció. La relació entre la quantitat de producte desitjat i la quantitat de reactius s'expressa amb el concepte d'economia atòmica. Per tant, quan es parla d'economia atòmica (E.A), el valor que expressem és un percentatge en massa:

$$E.A = \frac{\text{massa producte desitjat}}{\text{massa reactiu}} \cdot 100$$

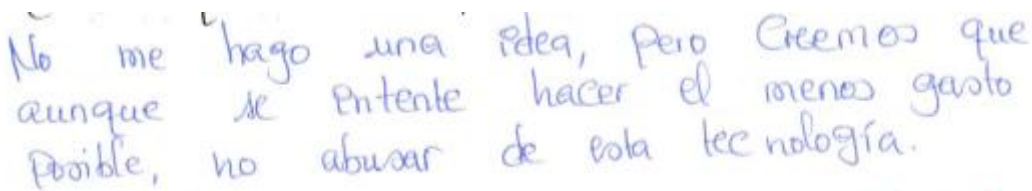
L'activitat següent té molt a veure en el tema que estem treballant i paga la pena detenir-se en la seua importància.

A.6 Coneixeu el Principi de Precaució?



No lo conozco, pero podría ser utilizar todas las posibles opciones y todas sus consecuencias posibles para elegir la opción más segura.

Imatge 47: Respostes donades pel grup de treball 1 a la pregunta A6



No me hago una idea, pero creemos que aunque se pretende hacer el menor gasto posible, no abusar de esta tecnología.

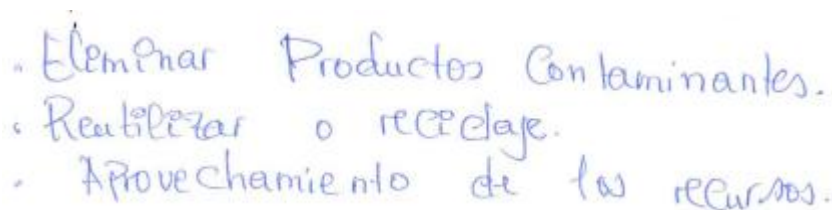
Imatge 48: Respostes donades pel grup de treball 2 a la pregunta A6

Els grups afirmen no conèixer el principi i, com es pot veure, el segon grup relaciona la seva resposta amb la pregunta anterior.

Un cop s'han comentat les respostes a classe el professor insisteix que aquest principi, en el cas que estem parlant de la Química per a la Sostenibilitat, té en compte prevenir o evitar l'aplicació precipitada d'una tecnologia que es desconeixen les seves repercussions, ja que de vegades les conseqüències negatives no es podrien solucionar. És un principi que ha de tenir-se en conte en qualsevol desenvolupament científic tecnològic per tal d'evitar aplicacions dels avanços, sense tenir en conte les seues conseqüències negatives, i que ha estat signat per molts països.

A.7. *Les dos preguntes anteriors es relacionen amb dos dels dotze principis de la Química Verda definits en 1998 per Anastas i Warner en el seu llibre Green Chemistry: Theory and Practice. Què penseu que haurien de tenir en compte aquests principis per a contribuir a la Sostenibilitat del nostre planeta?*

En la introducció d'aquesta pregunta se'ls indica que les dues preguntes anteriors estan relacionats amb dos dels 12 principis que té en compte la Química Verda per tal de contribuir a la Sostenibilitat del nostre planeta.

- 
- Eliminar Productos Contaminantes.
 - Reutilizar o reciclar.
 - Aprovechamiento de los recursos.

Imatge 49: Respostes donades pel grup de treball 2 a la pregunta A7

Pel que fa al primer grup no realitza cap aportació. I el segon indica que aquests principis haurien de ser: eliminar productes contaminants, reutilitzar o reciclar i aprofitament dels recursos.

Volem assenyalar que és molt significatiu que apareixen respostes, al igual que a l'altre grup, que fan referència a mesures que es poden adoptar per tal de fer front a alguns problemes socio-ambientals però no es troben inclosos en els principis de la Química Verda com ara: reutilitzar o reciclar. Es tracta, per tant, d'una aportació interessant, que convé ressaltar, ja que és un recolzament a la idea de que ens enfrontem a un conjunt de problemes relacionats, que hem de tractar des de diferents àmbits i en el que la química té un paper a jugar però no sols la química.

Una vegada s'han comentat les respostes de tots els grups, s'ha presentat una diapositiva de la mateixa manera que amb l'altre grup on apareixen de forma resumida els principis definits per Anastas i Warner.

Principis de la Química Verda	
1. Prevenir la formació de residus	7. Utilitzar matèries primeres renovables
2. Maximitzar l'economia atòmica	8. Eliminar etapes sintètiques innecessàries
3. Síntesi amb substàncies de toxicitat reduïda	9. Potenciar la catàlisi
4. Dissenys de productes i processos segurs	10. Productes de productes biodegradables
5. Evitar l'ús de substàncies auxiliars	11. Desenvolupar metodologies analítiques per a monitoritzar en temps real
6. Maximitzar l'eficiència energètica	12. Minimitzar el potencial d'accidents químics

Quadre 7.2: Principis de la Química Verda (Anastas i Warner, 1998)

Bloc IV: Catàlisi i Sostenibilitat

En aquest bloc s'ha pretès treballar amb el tema de catàlisi ja que és un dels camps més importants i amb més aportacions dintre de la Química Verda.

A.8. Sabeu en que consisteix el procés de catàlisi? Per què és important?

~~No~~ ~~convertir~~ Acelera les reaccions químiques y també les frena.
 Porque por ejemplo ayuda a ajustar el tiempo que tarda la reacción química al tiempo de serbo.

Imatge 50: Respostes donades pel grup de treball 1 a la pregunta A8

Un catalizador sirve para acelerar las reacciones químicas y en relación con la química Verde, sirve para ~~obten~~ eliminar productos químicos nocivos

Un catalizador también frena reacciones químicas.

Es importante ya que en una reacción química, se puede para el proceso de obtención de un producto cuando ya lo tienes y evitar obtener los no deseados.

Obtener el producto que se quiere en el tiempo deseado.

Serviría en:
la industria farmacéutica.

Imatge 51: Respostes donades pel grup de treball 2 a la pregunta A8

Com es pot observar els alumnes responen que el procés de catàlisi s'utilitza per tal d'accelerar o retardar reaccions. En el cas d'accelerar aquestes reaccions podran estalviar temps i energia. Sobretot remarquen que estalvien temps. I al segon grup, a més a més, afegixen que alguns catalitzadors s'utilitzen per a eliminar productes químics nocius i redueix la quantitat de productes no desitjats en el procés.

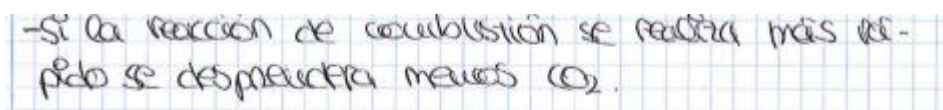
Un cop s'han comentat les respostes després de la reflexió inicial de la mateixa manera que amb l'altre, el professor ha aprofundit en el que suposa el procés de catàlisi cosa que permet introduir la següent activitat, ja que podran comprendre que no solament els catalitzadors s'utilitzen per a accelerar o retardar reaccions sinó que tenen altres aplicacions com evitar substàncies intermèdies, acurtar el procés, amb la qual cosa es pot disminuir la matèria i l'energia que intervé, eliminar sabors, olors, retenir substàncies tòxiques, etc.

En síntesi, s'ha comentat amb els estudiants que la importància de la catàlisi en Química Verda és deguda al fet que:

- Evita els reactius estequiòmètrics: minimitzant els residus.
- Afavoreix la selectivitat del procés: formació selectiva del producte desitjat.
- Contribueix a la disminució del consum d'energia: processos més econòmics i menor impacte ambiental.

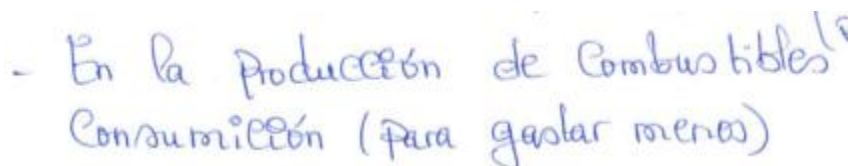
El que es pretén aconseguir és que a partir d'aquesta reflexió els alumnes siguin capaços de respondre la següent activitat.

A.9. *Coneixeu algun exemple on el procés de catàlisi sigui fonamental per a l'avanç cap a societats més sostenibles? Expliqueu-ho.*



-Si la reaccion de combustión se realiza más rápido se desprenderá menos CO₂.

Imatge 52: Respostes donades pel grup de treball 1 a la pregunta A9



- En la producción de combustibles y consumo (para gastar menos)

Imatge 53: Respostes donades pel grup de treball 2 a la pregunta A9

Pel que fa a les respostes donades, un dels grups fa referència a la reacció de combustió.

Entre altres respostes, recordant el que han estudiat i apropant-se a la literatura, els estudiants amb l'ajuda del professorat de la mateixa manera que amb l'altre han assenyalat:

- Purificació en l'àmbit del tractament d'aigües
- Purificació dels gasos emesos pels automòbils.
- Catalitzadors en gasolines.
- També s'utilitzen biocatalitzadors en detergents..

A.10 Investigueu una reacció química industrial que utilitze catalitzador en la síntesi dels seus productes. Expliqueu el seu paper en el procés.

Descubriren que Haber de química al descobrir la reacció del amoníac, fouen Haber y Bos. En la 3ª Guerra mundial que lo utilizaron
$$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$$
 para fabricar explosivos. Añadiendo un poco de hierro hacia la reacción se alcanzaba el equilibrio con mayor rapidez.

Imatge 54: Respostes donades pel grup de treball 1 a la pregunta A10

Un altre exemple comentat en classe de la mateixa manera que amb l'altre grup és l'ús de catalitzadors en la síntesi a nivell industrial com el trobaríem en la síntesi de l'àcid sulfúric.

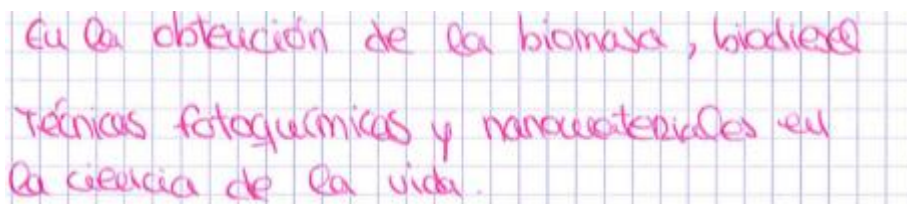
A.11. Investigueu en grups algunes de les diferents línies d'actuació de la Química Verda o Química per la Sostenibilitat que s'estan realitzant actualment.

taxol (40 Passos) → tejo europeo (1 Paso) (obtención) molec. Paclitaxel. ✓
 (Para tratar Cáncer)
 Líquidos iónicos Para fabricar catalizadores

Imatge 55: Respostes donades pel grup de treball 1 a la pregunta A11

Entre les respostes donades pel grup 2 indiquen un tractament per al càncer que abans els passos per a sintetitzar-los eren 40 i han aconseguit reduir-lo a un sol. Una altra de les línies d'actuació que indiquen són líquids iònics per a fabricar catalitzadors.

A.12. *Quin és el paper de la Química Verda en el desenvolupament de les energies renovables? Analitzeu alguns exemples d'obtenció de substàncies de síntesi o d'altres exemples vinculats al desenvolupament de la Química Verda per la seua contribució a un món més net i sostenible.*



En la obtención de la biomasa, biodiesel técnicas fotoquímicas y nanomateriales en la ciencia de la vida.

Imatge 56: Respostes donades pel grup de treball 1 a la pregunta A12

- Obtención de la biomasa.
- Obtención del biodiesel.
- Aplicar la informática a la química
- Técnicas fotoquímica y nanomateriales.

Imatge 57: Respostes donades pel grup de treball 2 a la pregunta A12

Els alumnes per grups, amb l'ajuda del professor per tal d'utilitzar fons adients, han buscat a Internet diferents línies d'actuació de la Química Verda i entre les respostes han assenyalat: transformació de biomassa en productes químics d'utilitat, tècniques fotoquímiques i nanomaterials, catalitzadors sòlids, catalitzadors per la generació de combustibles nets i energies renovables, obtenció de compostos petroquímics i combustibles nets a partir d'hidrocarburs.

Entre les línies d'actuació que han seleccionat els alumnes trobem també algunes que fan referència al desenvolupament d'energies renovables; per això, s'ha aprofitat per fer-los reflexionar al voltant de quin és el paper que té la Química Verda en aquest camp. Per un altre costat, és important a la vegada que pensaren si en aquest i en altres casos seria suficient amb la química per avançar en el desenvolupament d'aquestes energies o seria necessari les aportacions i el treball comú i convergent amb altres rames com la enginyeria, la física, etc.

Bloc V: Paper dels centres educatius en la transició cap a la Sostenibilitat

En aquest bloc es pretén (un cop ja s’han parlat dels problemes socio-ambientals, de la necessitat de mesures -científico-tecnològiques, economico-polítiques i educatives- i molt particularment de la Química verda que ens ocupa) centrar-se en les mesures educatives que es poden realitzar des del centre per tal de contribuir, a partir de l’estudi de la Química Verda, a la seua implicació en les accions que s’han d’adoptar.

A.13. *Des del punt de vista de les mesures necessàries i urgents per avançar cap a la Sostenibilitat, què es pot fer des de l’ institut per a contribuir cap a un planeta més sostenible? Consulteu la pàgina de l’ OEI, Organització d’Estats Iberoamericans (<http://www.oei.es/>) per a l’Educació, la Ciència i la Cultura i evalueu exemples que podeu fer cadascú de vosaltres.*

Cerrar el grifo de agua al lavarte los
dientes, apagar las luces cuando haya
luz solar, ~~ee~~ reciclar, ~~apagar el telefono~~
~~al terminar de ducharse (uso responsable)~~,
usar el transporte público ~~o~~ en bici,
al hacer la compra usar bolsas grandes
y no de esos de plástico, no tirar los ^{→ Reutilizar}
_{los billetes}
de compra. _{de compra.}

restos de alimentos al suelo sólo a la
basura. Reutilizar envases, no usar produc-
tos de limpieza que contengan el agua.
No tirar el aceite usado al fregadero y
usarlo para fabricar biodiesel. Recuprar
productos biodegradables.

Imatge 58: Respostes donades pel grup de treball 1 a la pregunta A13

- Apagar las luces (Cuando no se estén usando)
 - Reciclar
 - No utilizar fertilizantes en exceso
 - utilizar transportes públicos
 - Evitar en gran medida utilizar elementos plásticos (bolsas de plástico, botellas...)
 - utilizar energías renovables
-

- respetar ecosistemas.
- Recoger agua de lluvia
- reutilizar papel.

Imatge 59: Respostes donades pel grup de treball 2 a la pregunta A13

Entre les respostes donades pels alumnes trobem: tancar l'aixeta quan no fem servir l'aigua, apagar els llums, utilitzar el transport públic, fer servir bosses reutilitzables, reciclar, no llançar l'oli a la pila, no utilitzar fertilitzants en excés, utilitzar energies renovables, respectar els ecosistemes, recollir aigua de pluja.

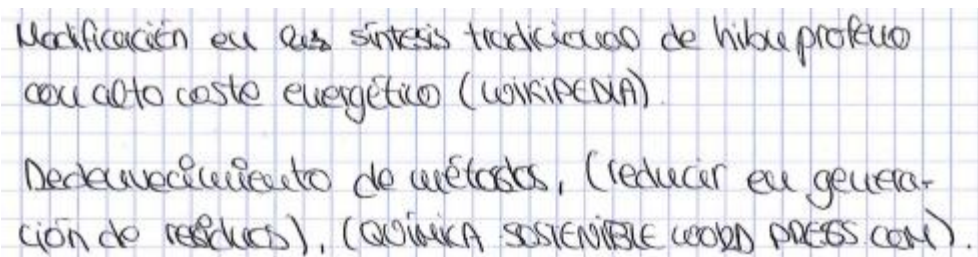
A.14. *Després de visitar l'institut de Tecnologia Química, realitzeu un comentari al voltant de l'interès i les aportacions de la visita.*

Degut a l'escàs temps disponible i el moment en que s'ha fet el programa d'activitats, aquesta visita no s'ha pogut realitzar. De totes maneres, es té previst en un futur repetir aquest programa d'activitats, una vegada avaluat i revisat, i intentar fer la visita o al menys entrar en la web, amb la direcció i comentaris del professor, d'aquest prestigiós Institut per a veure i analitzar quines aportacions s'estan fent des d'aquest camp. Estem segurs que això seria una bona activitat per a motivar-los i contribuir a millorar els seus coneixements de la química i el seu paper en la construcció d'un present i un futur sostenibles.

A.15. Realitzeu una cerca bibliogràfica sobre aportacions rellevants realitzades en aquest camp. Algunes pàgines que podeu consultar són:

<http://www.rsc.org/Membership/Networking/GCN/>

<https://quimicasostenible.wordpress.com>



Modificació en les síntesis tradicionals de hidrocarburs amb alto coste energético (WIKIPEDIA).
Reducció de costos, (reducció en generació de residus), (QUÍMICA SOSTENIBLE WORDPRESS.COM).

Imatge 60: Respostes donades pel grup de treball 1 a la pregunta A15

- Dispositivos móviles
- Síntesis orgánicas, Para alternativa a los haluros.
- Elegir un equipo microondas
- Utilizar microalgas

En la primera página encontramos la tesis doctoral de Ana M^o Peiró Mañot, donde explica (Capítulo 2) los procesos de catálisis y fotocatalisis heterogénea. Con líneas actuales de su investigación.

En la segunda página se plantean posibles problemas y soluciones relacionados por la consumo de los haluros de alquilo.

Imatge 61: Respostes donades pel grup de treball 2 a la pregunta A15

Un cop ja els alumnes amb l'ajuda del professor han vist què és la Química Verda, els seus principis i com pot ajudar a la transició cap a una societat sostenible, han d'anar més enllà i han de fer una recerca bibliogràfica sobre diferents treballs i avanços que s'estan realitzant o s'han realitzat dintre de la Química Verda, per a contribuir a millorar les seues percepcions al voltant de la Química, les seues repercussions i aportacions a la

transició a la Sostenibilitat. Veure el que hi ha, les revistes, investigacions, publicacions i congressos sobre la Química per a la Sostenibilitat, pot ajudar a comprendre l'impuls que està tenint i ha de tenir aquest nou i important camp de la Química en el futur de la humanitat.

A continuació es mostra a tall de resum les convergències trobades en la realització d'aquest programa d'activitats als dos cursos de 1r de Batxillerat.

7.3.3. Síntesis de l'anàlisi de resultats de l'aplicació del programa d'activitats al voltant de la Química per a la Sostenibilitat

Després d'haver analitzat les respostes del programa d'activitats preparat per als alumnes de 1r de Batxillerat tant a un centre a Catalunya com a la Comunitat Valenciana, podem dir que uns primers resultats convergeixen en les hipòtesis que fonamenten aquest treball.

Per un costat, hem vist que els estudiants implicats en l'estudi en general no coneixen el que suposa la Química Verda, coincidint amb els resultats de la primera part d'aquesta investigació. Però, a més a més, hem posat de manifest que és possible dissenyar i posar a prova, amb resultats prometedors, materials senzills per a tractar en algun tema del Batxillerat (i també seria possible adaptant-los per a l'ESO) el paper de la Química, de la Química per a la Sostenibilitat en la solució dels problemes socioambientals. Aquests primers resultats, obtinguts utilitzant una mateixa metodologia, mostren a la vegada que és possible d'aquesta manera contribuir a conscienciar als alumnes de la problemàtica a la qual s'enfronta actualment la societat i les mesures que s'han d'adoptar per tal de contribuir cap a un món més sostenible.

Per tant, després d'haver portat a lloc aquest programa d'activitats per dos docents i en dos centres diferents, penso que, en general, els resultats en els dos casos són semblants ja que els alumnes que s'han implicat coneixen millor què suposa la Química Verda, quines temàtiques aborda, i com pot contribuir a la transició cap a un món més

sostenible i sobretot què poden fer ells per tal de prevenir que aquests problemes continuen desenvolupant-se o fins i tot accentuant-se.

7.4 Resultats del qüestionari d'avaluació del treball realitzat per els alumnes

Com es recordarà, el següent disseny experimental, per a posar a prova la segona hipòtesi, consisteix en un qüestionari d'avaluació del treball fet amb els estudiants al voltant de la Química per a la Sostenibilitat. A l'Annex XI es poden trobar conjuntament les valoracions realitzades per els alumnes.

Aquests primers resultats mostren que és possible introduir la Química per a la Sostenibilitat a l'Educació en Ciències amb resultats satisfactoris i, al mateix temps, podem traure conclusions per a millorar i reorientar tant els materials com la participació i implicació dels estudiants. Com podem veure a continuació als seus suggeriments, podria afegir-se alguna petita activitat experimental, així com completar el programa d'activitats per la part d'eixida del centre, la visita a un Institut d'investigació que complementaria els resultats.

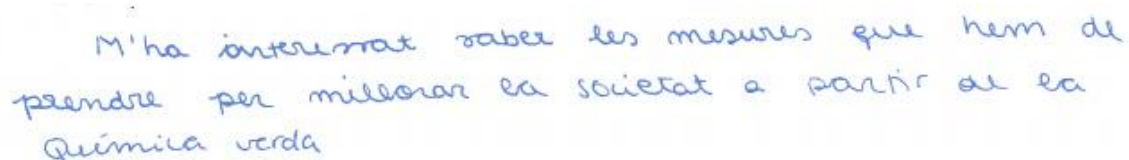
Pel que fa als resultats obtinguts en les valoracions realitzades pels alumnes:

1. A la primera qüestió on se'ls demana que valoren el programa d'activitats realitzant al voltant de la Química Verda:

Ítem 1: Valoració programa d'activitats		
Qualificació	N ^{re} d'estudiants (Catalunya N=17)	N ^{re} d'estudiants (C. Valenciana N=6)
10	4	-
9	11	3
8	2	1
7	-	1
6	-	1
Mitjana	9,1	8

Quadre 7.3: Valoracions programa d'activitats realitzat

Els alumnes valoren en general molt positivament el programa d'activitats realitzat. Se'ls ha demanat que valorin del 0 a 10 i la nota mitjana obtinguda és un 9,1 (Catalunya) i 8 (Comunitat Valenciana). A més a més que indiquen quin aspecte els ha interessat particularment o alguna cosa que pensaven que no tenia interès i es podia fer d'una altra forma i algunes respostes han sigut:

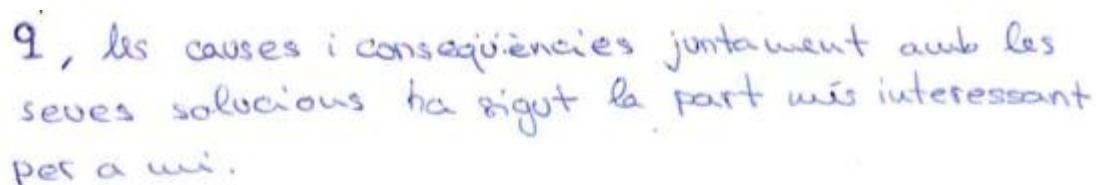


M'ha interessat saber les mesures que hem de prendre per millorar la societat a partir de la Química verda.

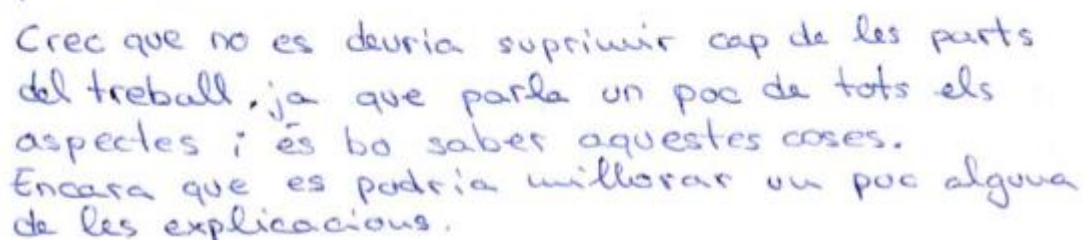


M'han interessat les aplicacions de la Química Verda.

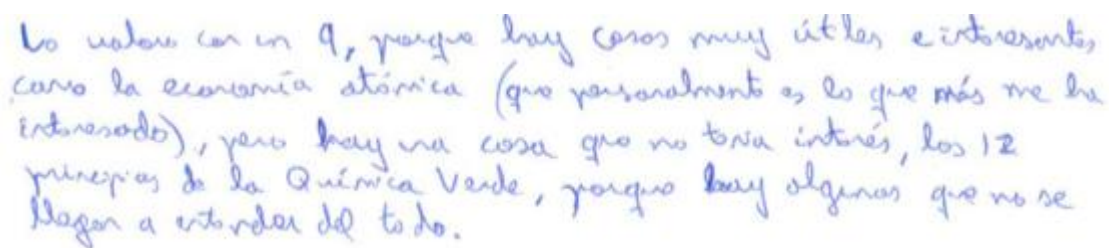
Imatge 62: Aspectes que remarquen els alumnes del programa d'activitats (Catalunya)



9, les causes i conseqüències juntament amb les seves solucions ha sigut la part més interessant per a mi.



Crec que no es devia suprimir cap de les parts del treball, ja que parla un poc de tots els aspectes i és bo saber aquestes coses. Encara que es podria millorar un poc alguna de les explicacions.



Lo valore con un 9, porque hay cosas muy útiles e interesantes, como la economía atómica (que personalmente es lo que más me ha interesado), pero hay una cosa que no tenía interés, los 12 principios de la Química Verde, porque hay algunas que no se llegan a entender del todo.

Imatge 63: Aspectes que remarquen els alumnes del programa d'activitats (C. Valenciana)

2. A la segona qüestió se'ls indicava que valoraren fins a quin punt el treball realitzat a classe els ha ajudat a comprendre el paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles (Quadre 4).

Ítem 2: Comprensió del paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles		
Qualificació	N ^{re} d'estudiants (Catalunya N=17)	N ^{re} d'estudiants (C. Valenciana N=6)
10	4	2
9	7	1
8	3	2
7	3	1
Mitjana	8,7	8,6

Quadre 7.4: Valoració estudiants ítem 2

Entre els comentaris suggerits trobem:

He descobert la Q.V, entre altres coses.

Imatge 64: Comentari que suggereix un alumne al segon ítem (Catalunya)

10, perquè me ha ajudado a comprender que hay que hacer todo lo posible para seguir avanzando y evaluando como sociedad para reduciendo lo posible el daño al planeta.

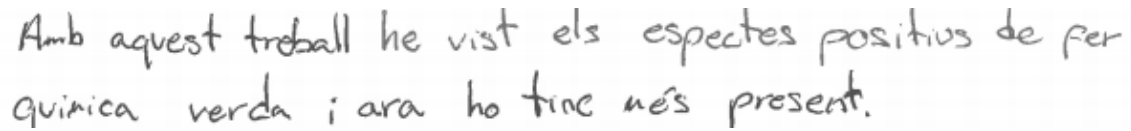
Imatge 65: Comentari que suggereix un alumne al segon ítem (C. Valenciana)

3. A la tercera qüestió se'ls demanava una valoració del treball realitzat a classe (metodologia, materials, treball en grups...)

Ítem 3: Valoració forma com s'ha realitzat el programa d'activitats		
Qualificació	N ^{re} d'estudiants (Catalunya N=17)	N ^{re} d'estudiants (C. Valenciana N=6)
10	2	1
9	9	3
8	3	-
7	2	-
4	-	1
NC	1	1
Mitjana	8,7	8,2

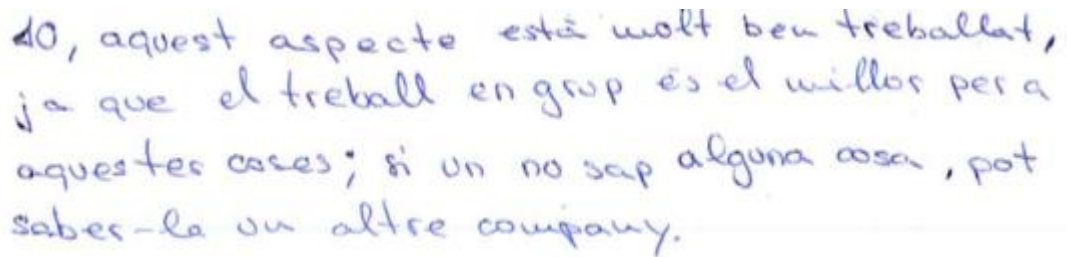
Quadre 7.5: Valoració forma de treballar durant les sessions

En general els alumnes han valorat positivament la forma de treball durant les sessions de classe. A més a més indiquen:



Amb aquest treball he vist els aspectes positius de fer química verda i ara ho tinc més present.

Imatge 66: Comentari significatiu d'un alumne sobre la forma de treball durant les sessions (Catalunya)



Això, aquest aspecte està molt ben treballat, ja que el treball en grup és el millor per a aquestes coses; si un no sap alguna cosa, pot saber-la un altre company.

Imatge 67: Comentari significatiu d'un alumne sobre la forma de treball durant les sessions (C. Valenciana)

D'altra banda pel que fa als aspectes a millorar indiquen:



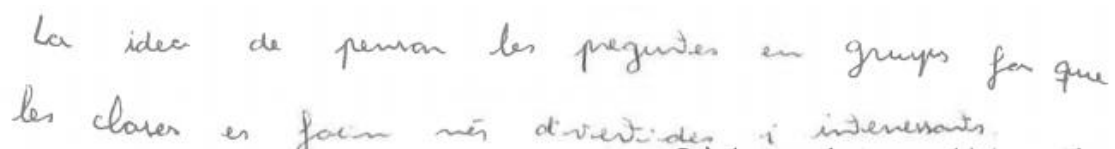
Fer activitats pràctiques



Potser fer activitats més dinàmiques

Imatge 68: Comentari significatiu d' alumnes sobre aspectes a millorar al programa d'activitats

4. Finalment als alumnes se'ls indicava si volien fer algun comentari o suggeriment i un alumne ha comentat:



La idea de pensar les preguntes en grups fa que les classes es facin més divertides i interessants.

Imatge 69: Comentari significatiu d' un alumne sobre al programa d'activitats (Catalunya)



Es un tema interesante con muchos caminos posibles para guiar la explicación.

Imatge 70: Comentari significatiu d' un alumne sobre al programa d'activitats (C. Valenciana)

Per tant podem concloure, com s'ha mostrar anteriorment, que els alumnes participants en el treball valoren positivament el contingut del programa d'activitats, així com la forma d'impartir-lo. Tenint en conte les dificultats ja mencionades, entre d'altres, de no tractar-se, en el cas del primer, d'un grup amb el qual s'haguera treballat abans, aquest resultats inicials són molts satisfactoris. Pensem en definitiva que, tal com suposàvem, resulta realment senzill dissenyar i posar en pràctica eines com les utilitzades per tal de contribuir a una millor comprensió de la Química i el seu paper per tal d'avançar cap a societats més sostenibles, a la vegada que els estudiants implicats augmenten el seu interès cap a l'estudi de la ciència i de la química en particular, millorant el seu aprenentatge.

A continuació, es mostren dos exemples de qüestionaris significatius de les 23 valoracions obtingudes després la impartició del programa d'activitats sobre Química Verda. A l'Annex XI es poden consultar la resta dels qüestionaris.

AVALUACIÓ DEL TREBALL REALITZAT SOBRE EL TEMA DE LA QUÍMICA VERDA

L'avaluació que et sol·licitem té com a finalitat millorar en el possible el funcionament d'aquest mòdul dedicat a la Química Verda i la seva importància. Et preguem que indiques amb el màxim detall possible tot allò que puga contribuir a aquesta millora, contestant a les següents qüestions:

1. Valora de 0 a 10 el programa d'activitats dut a lloc al voltant de la Química Verda 9

Indica si hi ha algun aspecte que t'hagi interessat particularment i també el que t'hagi semblat que no tenia interès o penses que no s'hauria d'haver treballat en aquest curs: En sembla molt interessant la química verda i les seves aplicacions en la societat

2. Valora de 0 a 10 fins a quin punt el treball realitzat t'ha ajudat a comprendre el paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles 10

Possibles comentaris i suggeriments:

3. Valora de 0 a 10 la forma en la qual s'ha realitzat el treball en classe (metodologia, materials, treball en grup, etc...) 9

En quina mesura es pot millorar aquest treball la teva actitud cap a la Química i el seu paper en la societat?

4. Afegeix qualsevol altre comentari o suggeriments que vulguis fer

Gràcies per la teva col·laboració!

Imatge 71: Exemple significatiu de qüestionari de valoració realitzat per els alumnes (Catalunya)

AVALUACIÓ DEL TREBALL REALITZAT SOBRE EL TEMA DE LA QUÍMICA VERDA

L'avaluació que et sol·licitem té com a finalitat millorar en el possible el funcionament d'aquest mòdul dedicat a la Química Verda i la seva importància. Et preguem que indiques amb el màxim detall possible tot allò que puga contribuir a aquesta millora, contestant a les següents qüestions:

1. Valora de 0 a 10 el programa d'activitats dut a lloc al voltant de la Química Verda 9

Indica si hi ha algun aspecte que t'hagi interessat particularment i també el que t'hagi semblat que no tenia interès o penses que no s'hauria d'haver treballat en aquest curs: En sembla molt interessant la química verda i les seves aplicacions en la societat

2. Valora de 0 a 10 fins a quin punt el treball realitzat t'ha ajudat a comprendre el paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles 10

Possibles comentaris i suggeriments:

3. Valora de 0 a 10 la forma en la qual s'ha realitzat el treball en classe (metodologia, materials, treball en grup, etc...) 9

En quina mesura es pot millorar aquest treball la teva actitud cap a la Química i el seu paper en la societat?

4. Afegeix qualsevol altre comentari o suggeriments que vulguis fer

Gràcies per la teva col·laboració!

Imatge 72: Exemple significatiu de qüestionari de valoració realitzat per els alumnes (Catalunya)

AVALUACIÓ DEL TREBALL REALITZAT SOBRE EL TEMA DE LA QUÍMICA VERDA

L'avaluació que et sol·licitem té com a finalitat millorar en el possible el funcionament d'aquest mòdul dedicat a la Química Verda i la seva importància. Et preguem que indiquis amb el màxim detall possible tot allò que pugui contribuir a aquesta millora, contestant a les següents qüestions:

1. Valora de 0 a 10 el programa d'activitats dut a lloc al voltant de la Química Verda

Indica si hi ha algun aspecte que t'hagi interessat particularment i també el que t'hagi semblat que no tenia interès o penses que no s'hauria d'haver treballat en aquest curs:

8 Me ha parecido muy bien, es una cosa buena para la sociedad y el progreso sostenible y una solución a la sociedad desahogada con tantos problemas

Un concepte que m'ha llamot la atenció, és el concepte de economia atòmica

2. Valora de 0 a 10 fins a quin punt el treball realitzat t'ha ajudat a comprendre el paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles

Possibles comentaris i suggeriments:

10, pues ciertamente antes de esta presentación no tenía ninguna idea de la química verde ni de la economía atómica ni ninguno de los conceptos que este tema trata

En mi opinión lo explica muy bien

3. Valora de 0 a 10 la forma en la qual s'ha realitzat el treball en classe (metodologia, materials, treball en grup, etc...)

En quina mesura es pot millorar aquest treball la teva actitud cap a la Química i el seu paper en la societat?

Q Me ha gustado el hecho de que el trabajo se hiciera por grupos o con ayuda de internet y el apoyo visual

En mi opinion este trabajo tiene pocas cosas que mejorar, a mi me ha hecho reflexionar sobre el aporte a esta sociedad de la Química Verde y me ha puesto a Favor del desarrollo de esta

4. Afegeix qualsevol altre comentari o suggeriments que vulguis fer

Gràcies per la teva col·laboració!

Imatge 73: Exemple significatiu de qüestionari de valoració realitzat per els alumnes (C. Valenciana)

Després de mostrar en aquest capítol els resultats obtinguts amb els diferents dissenys experimentals proposats per a posar a prova la segona hipòtesi de treball, i una vegada analitzats els resultats, procedirem en el següent capítol a considerar les primeres conclusions que es poden deduir d'aquest treball d'investigació, així com les perspectives.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES CAPÍTOL 7

- Anastas, P. i Warner, J. (1998). *Green Chemistry: Theory and Practice*. New York: Oxford University Press.
- Bovet, P., Rekacewicz, P., Sinaï, A. i Vidal, A. (2008). *Atlas Medioambiental de Le Monde Diplomatique*. París: Cybermonde.
- Burdet, R. i Sudjic, D. (2008). *The Endless City*. London: Phaidon.
- Duarte Santos, F. (2007). *Qué Futuro? Ciência, Tecnologia, Desenvolvimento e Ambiente*. Lisboa: Gradiva.
- Girardet, H. (2001). *Creando ciudades sostenibles*. Valencia: Tilde.
- González, M. L. i Valea, A. (2009). El compromiso de enseñar química con criterios de sostenibilidad: la Química Verde, *Educación Química*, 20(2), 48-52.
- Hayden, T. (2008). *El estado del planeta*. National Geographic España. Madrid: RBA.
- Mayor Zaragoza, F. (2000). *Un mundo nuevo*. Barcelona: UNESCO/Círculo de lectores.
- Punter, P., Ochando, M. i Garcia, J. (2011). Spanish Secondary School Students' Notions on the Causes and Consequences of Climate Change, *International Journal of Science Education*, 33(3), 447-464.
- Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press.
- Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2007). Emergencia planetaria: necesidad de un planteamiento global, *Educatio Siglo XXI*, núm 25, 19-50.
- Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2011). Papel de la Química y su enseñanza en la construcción de un futuro sostenible, *Educación Química*, 22(2), 103-116.
- Vilches, A., Macías, O. i Gil-Pérez, D. (2014). La transición a la Sostenibilidad. Un desafío urgente para la ciencia, la educación y la acción ciudadana. Temas clave de reflexión y acción. Madrid: OEI. ISBN 978-84-7666-204-5.
- Worldwatch institute (2007). *State of the World 2007: Our urban Future*. New York: W.W. Norton.
- Worldwatch Institute (2010). *La situación del mundo 2010. Cambio cultural. Del consumismo hacia la sostenibilidad*. Barcelona: Icaria.
- Worldwatch Institute (1984-2017). *The State of the World*. New York: W.W. Norton.

Referències web

<http://www.oei.es/> (Visitat 3/05/17)

<http://www.rsc.org/Membership/Networking/GCN/> (Visitat 3/05/17)

<https://quimicasostenible.wordpress.com> (Visitat 3/05/17)

CONCLUSIONS I PERSPECTIVES

La gravetat dels problemes que afecten actualment a la humanitat, estretament relacionats entre ells, fa que la situació del món siga motiu de preocupació des de múltiples àmbits. Com ja hem assenyalat, aquesta investigació pretén ser una resposta a la crida que des de fa anys van dirigir experts i organismes internacionals als educadors de qualsevol matèria i nivell, per a que l'educació preste una especial atenció a la preparació d'una ciutadania conscient de la situació d'emergència planetària que estem vivint i capacitada per a participar en la presa de decisions i l'adopció de mesures correctores.

Aquesta crida a la implicació dels educadors en la formació ciutadana per a fer possible un present i un futur sostenibles –que va culminar en la institució de la Dècada de l'Educació per un Futur Sostenible (2005-2014)– no ha tingut fins avui en dia la resposta generalitzada que es precisa, i aquest fet ha plantejat la necessitat, entre d'altres, d'investigacions que ajuden a comprendre com és la situació a aquest respecte i al voltant de com avançar cap a l'objectiu proposat. En novembre de 2014, any en que va finalitzar la Dècada, va tindre lloc en Aichi (Nagoya, Japó) la Conferència Mundial sobre l'Educació per al Desenvolupament Sostenible, amb la finalitat de fer un balanç d'allò que s'havia aconseguit en la Dècada i aprovar un Programa d'Acció Mundial (GAP) per a donar continuïtat als objectius de la Dècada i l'Educació per al Desenvolupament Sostenible.

Com hem assenyalat, un any després i fruit d'una intensa col·laboració a nivell mundial d'un gran nombre de persones, institucions, etc., en setembre de 2015, van

aprovar-se per l'Assemblea General de Nacions Unides els *Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS)* com a guia de l'Agenda de Desenvolupament 2030. Uns Objectius que tracten de donar resposta al conjunt de greus problemes estretament vinculats als que ens enfrontem i en els que l'educació, com Objectiu 4, ha de jugar un important paper en la consecució de tota la resta dels ODS. En particular, per tal de contribuir als objectius, és necessari el compromís de la Química amb la protecció del planeta i els seus recursos naturals de forma continuada. La construcció de societats més justes i inclusives requereix d'un Desenvolupament Sostenible basat entre d'altres en l'eficiència i l'ús responsable dels recursos.

Estudis precedents han mostrat una escassa atenció, en general, a la situació d'emergència planetària, tant per part de l'educació formal com de la no reglada, així com la possibilitat d'aconseguir accions eficaces en ambdós camps. Aquest fet ens ha motivat a estendre la investigació al camp de la Química i més en concret al paper de la Química Verda per tal de contribuir a la construcció d'un futur sostenible i, des del camp de l'educació, a la formació de ciutadans i ciutadanes responsables, preparats per a la participació en la presa de decisions sobre els problemes i les mesures que afecten a la humanitat.

Per això ens hem centrat en analitzar el paper que la Química Verda està jugant i pot jugar en l'educació ciutadana. Hem dedicat el **capítol 1** d'aquesta tesi doctoral a precisar la problemàtica objecte de la investigació –centrada en analitzar l'atenció que l'educació en general i la investigació didàctica presten al paper de la Química verda- i a justificar el seu interès i la rellevància per a la formació ciutadana per a la construcció d'un futur sostenible.

Al **capítol 2**, s'ha exposat justificadament la importància que ha adquirit i el paper que està jugant, i pot jugar en el futur, la Química per a la Sostenibilitat o Química Verda. Per això s'ha parlat del orígens i evolució de la Química Verda, del sorgiment del concepte de Sostenibilitat, els principis que sustenten a la Química Verda, les seues aportacions, desenvolupament, repercussions i importància al llarg de les darreres

anys, així com les perspectives futures. Per últim, hem abordat les vinculacions entre aquest camp de la química i l'Educació en Ciències.

Al **capítol 3**, hem anunciat i fonamentat les hipòtesis que han focalitzat la nostra investigació, tenint en compte, tant les investigacions realitzades sobre la problemàtica a la que s'enfronta avui en dia la humanitat com a les aportacions que s'han fet de camps relatius a la didàctica de les ciències com la importància de l'alfabetització científica, les relacions CTSA, visions de la química en la societat, l'atenció a la Sostenibilitat en l'ensenyament científic, etc.

La primera hipòtesis, recordem, s'ha enunciat de la següent forma:

“Malgrat la seua importància per a contribuir a resoldre els problemes socio-ambientals als quals ha de fer front la humanitat, l'educació científica no està prestant l'atenció adequada a les aportacions de la Química Verda”

Aquesta hipòtesi està centrada l'atenció de l'educació científica esta prestant al paper de la Química Verda dintre de l'Educació per a un Desenvolupament Sostenible. La seua posada a prova pretén proporcionar informació precisa al respecte, amb objecte no sols de conèixer com és la situació sinó també d'orientar adequadament les accions que permeten contribuir a resoldre les mancances trobades, al seu cas, i d'aquesta manera verificar la segona hipòtesi, segons la qual:

“L'atenció en l'educació a la Química Verda i el seu paper en la solució dels problemes socio-ambientals, mitjançant l'elaboració i posada a prova de materials i estratègies adequades, pot contribuir a implicar als estudiants en la construcció d'un present i futur sostenibles, augmentant el seu interès cap a la química i millorant el seu aprenentatge”

Volem remarcar que aquesta segona hipòtesi expressa un propòsit d'intervenció, és a dir, de disseny i posada a prova d'accions encaminades a aconseguir aquesta contribució de la Química Verda en l'educació a la formació ciutadana per a la construcció d'un futur sostenible, que constitueix l'objectiu fonamental de la investigació realitzada. Una hipòtesi basada en aportacions de la investigació en didàctica de les ciències, tant des del camp de les interaccions CTSA i de l'Educació per a la Sostenibilitat com, en particular, del avanços i propostes de l'ensenyament científic i la pròpia química per a la Sostenibilitat.

Amb la finalitat de posar a prova la primera hipòtesis, hem concebut uns dissenys experimentals que presentem al **capítol 4**, on es detallen els criteris considerats per a portar a lloc els anàlisis en aquesta primera fase de la investigació. Amb els dissenys múltiples proposats, de manera convergent, estudiarem l'atenció prestada pels llibres de text i material didàctics, per la investigació en didàctica de les ciències, pels professors i per l'alumnat a la Química Verda, i més en concret al paper que juga en la construcció d'un futur sostenible.

El disseny utilitzat per a l'anàlisi de llibres de text, en particular, consisteix bàsicament en realitzar un estudi minuciós de diversos llibres de text a través d'un qüestionari i prendre en consideració qualsevol referència a la Química Verda.

Els criteris d'avaluació utilitzats s'han adoptat tenint en compte cada capítol (N=273) dels llibres analitzats com a unitat, ja que el nostre objectiu no ha sigut realitzar una anàlisi individualitzat de diferents llibres de text, sinó una anàlisi qualitatiu del tractament que es fa del paper de la Química i en concret de la Química Verda en els llibres de text.

S'han comptabilitzat com a activitat qualsevol proposta de treball dirigida als alumnes independentment del lloc en què es trobe. Per una altra banda, s'ha comptabilitzat qualsevol referència a la Química Verda per superficial que siga, amb la finalitat de posar-nos en la situació més desfavorable per a la nostra hipòtesi.

També s'han analitzat 17 revistes de didàctica de les ciències i educatives de caràcter general. El conjunt de revistes seleccionat està format per algunes de les més utilitzades en investigació i innovació en didàctica de les ciències en Espanya. Així mateix s'han analitzat revistes d'àmbit internacional centrades en la investigació en el camp de l'educació en Ciències i tres específiques de l'ensenyament de la Química. Per últim s'ha analitzat una revista de Química Industrial que conté una secció dedicada a l'educació amb la finalitat de veure fins a quin punt es presta atenció a la Química Verda.

S'han revisat un total de 12253 articles publicats entre 2005-2017 coincidint amb la Dècada de l'Educació per un Futur Sostenible i ja des de 2014 amb l'inici del Programa d'Acció Global de les revistes escollides; s'han analitzat cada revista per número i volums apareguts cada any (aquestes dades poden variar segons l'accessibilitat i l'any d'inici de publicació de la revista).

S'han dissenyat també qüestionaris per aplicar a 89 docents en formació. Aquest mateix qüestionari (fins a la pregunta 3) va ser passat a 12 estudiants del Màster en Investigació en Didàctiques Específiques en l'especialitat de Ciències Experimentals, la major part professorat en actiu, i s'han fet entrevistes a 9 professors en actiu amb la finalitat de veure si coneixen el concepte de Química Verda i el que suposa, així com el seu paper a l'educació.

A més a més s'ha dissenyat un qüestionari que s'ha passat a 38 estudiants de batxillerat per tal de veure els coneixements que tenen sobre Química Verda i la seua importància. Finalment, per tal de completar l'estudi d'aquesta atenció de l'Educació científica cap a la Química Verda, hem volgut apropar-nos a l'àmbit de la investigació en què es centren les tesis doctorals en aquest camp i per a veure l'atenció a la Química Verda, s'han revisat totes les presentades a la Universitat de València entre els anys 2005-2017 que estan dipositades en RODERIC (N=3509) així com les aportacions a alguns dels congressos dels darrers anys del camp de Didàctica de les Ciències.

En el **capítol 5** es recullen amb detall els resultats d'aquestes anàlisis que ens permeten enunciar unes de les primeres conclusions provisionals, fruit d'aquesta fase de la investigació, respecte a la primera hipòtesi referida a l'atenció de l'educació científica a la Química per a la Sostenibilitat o Química Verda:

- ❖ Pel que fa a l'anàlisi dels llibres de text:
 - Sols en 6 dels 273 capítols analitzats apareix alguna referència al concepte de Química Verda.
 - En 4 dels 6 capítols on apareix la Química Verda no es plantegen solucions des de l'àmbit de la Química als problemes socio-ambientals.
 - En 4 dels 6 capítols on apareix el concepte no es proposa la Química Verda com un camp que pot contribuir a les mesures per a resoldre els problemes socioambientals ni es mencionen quines són les causes i els efectes dels problemes als quals ha de fer front la humanitat actualment.

- ❖ Respecte a l'atenció prestada per les revistes de didàctica de les ciències i educatives a la Química Verda:
 - Sols un 0,18 % dels 3357 articles revisats en set de les revistes d'innovació i investigació en didàctica que es troben entre les més importants i utilitzades en Espanya fan referència al concepte de Química Verda
 - Sols un 0,04% dels 5345 articles revisats en sis de les revistes internacionals d'entre les més rellevants en l'àmbit d'investigació en didàctica fan referència al concepte de Química Verda.
 - Pel que fa als resultats de revistes especialitzades en l'ensenyament de la Química s'han analitzat tres, una catalana i dos d'àmbit internacional. Pel que fa a la revista catalana *Educació Química* dels 159 articles revisats s'han trobat 6 articles que fan referència a la Química Verda, el que implica un 3,8% dels articles revisats; pel que fa a la revista mexicana *Educación Química* d'entre un total de 641 articles revisats s'han trobat 25 articles que fan referència a la Química Verda el que implica un 3,9%; finalment pel que fa a la revista *Journal of Chemical Education* d'entre un total de 2572 articles revisats s'han trobat 29 articles que fan referència a la Química Verda. Com a resum dels 3372

articles analitzats en aquestes revistes, s'ha trobat un 1,8% dels articles que fan referència i tracten amb cert deteniment el concepte de Química Verda en l'educació científica.

- Fets que posen de manifest que l'atenció a la Química per a la Sostenibilitat és en general insuficient en les revistes d'innovació i investigació en didàctica de les ciències, encara que al cas de les revistes especialitzades d'educació química analitzades, com era d'esperar, aquest nou camp de la Química és tingut més en compte.
 - Pel que fa a la Revista Química e Indústria, dels 179 articles analitzats s'han trobat un 1,67% dels articles que fan referència al concepte de Química Verda en el període estudiat, per tant, també una atenció insuficient.
- ❖ En el cas de l'atenció prestada pel professorat a la Química Verda i els seus coneixements al voltant de la Química per a la Sostenibilitat:
- Pel que fa al professorat en formació, dels 89 participants estudiants del Màster en professorat, sols un 15,7% tenia algun coneixement al voltant de la Química Verda i en general de manera superficial. Amb una anàlisi rigorosa podríem dir que cap dels implicats coneixen el que és i suposa la Química per a la Sostenibilitat. Sols un 13, 5 % anomena alguna contribució d'aquest camp de la Química. Però, és molt important destacar que, fruit de la reflexió del qüestionari, un 85,4% dels participants pensen que és molt important el seu tractament en el currículum de Química.
 - Resultats semblants s'han trobat pel que fa als 12 assistents als Màster en Investigació en Didàctiques Específiques, de l'especialitat de Ciències Experimentals, de la UV. Ningú sap molt bé en què consisteix aquest camp de la Química i la majoria no és capaç de mencionar cap aportació.
 - Pel que fa a les entrevistes, els 9 professors en actiu participants, alguns amb molts anys d'experiència en el camp de l'ensenyament de la Física y la Química, convergentment amb els resultats dels dissenys anteriors, no coneixen de manera adequada què és la Química Verda, que es tracta d'un camp específic dins de la Química, ni els principis en què es basa ni les seues

aportacions. La majoria desconeixen aquest camp i si afirmen conèixer-lo l'expliquen de forma etimològica.

- ❖ En el cas del qüestionari aplicat a 38 estudiants de Batxillerat de centres diferents de la Comunitat Valenciana i de Catalunya al voltant de la Química i el seu paper en la societat, així com de la Química Verda, les respostes de manera convergent amb els altres dissenys mostren un escàs coneixement d'aquest camp i les seues aportacions.
- ❖ Per veure fins a quin punt les Tesis Doctorals presten atenció al paper de la Química en les mesures per a fer front als problemes:
 - Si ens centrem, pel tema que estem estudiant, en les tesis presentades a la Facultat de Química i la de Magisteri (en el camp de la Didàctica de les Ciències Experimentals) de UV, hem analitzat les trobades en **RODERIC** (Repositori d'Objectes Digitals per a l'Ensenyament la Recerca i la Cultura, repositori institucional de la Universitat de València). Aquesta eina es concep com una finestreta única per a l'accés i la difusió de la producció digital de la Universitat, que respon al compromís de la Universitat amb el moviment d'accés obert al coneixement adquirit amb la seua adhesió a la Declaració de Berlín (30 Setembre de 2008).
 - D'un total de 3509 revisades a RODERIC, un 2,6% són les tesis que s'han llegit a la facultat de Química en aquest període i un 0,4% a la Facultat de Magisteri, dins del Programa de Doctorat de Didàctiques Específiques, en l'especialitat de Ciències Experimentals.
 - De les 91 tesis presentades en la Facultat de Química trobades en RODERIC en el període 2005-2017, sols un 5% fan referència o estan centrades en la Química per a la Sostenibilitat.
 - Pel que fa a les Tesis llegides a la Facultat de Magisteri, més en concret al departament de Didàctiques de les Ciències Experimentals i Socials, de les 14 Tesis que es troben al repositori publicades entre gener de 2005 i juliol de 2017 no s'ha trobat cap que tracte específicament el concepte de Química Verda. És important afegir que algunes de les tesis presentades en aquest

departament estan dins del camp de l'educació per a la Sostenibilitat, fent èmfasi en el paper de les ciències (i la química en particular) i de l'ensenyament científic en la construcció d'un futur Sostenible, on la química té un paper important que jugar. En aquest sentit, hem trobat tesis doctorals en aquesta facultat en torn al paper de l'educació no formal dins de l'ensenyament científic per a contribuir així mateix a la Sostenibilitat.

- ❖ Pel que fa als resultats obtinguts de l'anàlisi de Congressos del camp de la Didàctica de les Ciències:
 - S'han analitzat diferents comunicacions que han estat accessibles entre les presentades en el període entre 2005 i 2017 en alguns dels congressos organitzats en torn a l'ensenyament científic, destacats per la seua importància dins del camp de la didàctica de les ciències i els temes relacionats amb la investigació que ens ocupa, com els congressos de la Revista Enseñanza de las Ciencias, APICE, ESERA i els seminaris CTS.
 - L'anàlisi realitzat als congressos de l'*Asociación Española de Profesores e Investigadores de Didáctica de las Ciencias Experimentales (APICE)* mostra que de les 605 comunicacions orals revisades, en els celebrats en els anys 2006, 2008, 2011, 2012, 2014 i 2016, no s'ha trobat cap comunicació que tracte o faça referència a la Química Verda o Química per a la Sostenibilitat en general. En el mateix sentit, en els diferents congressos d'*Enseñanza de las Ciencias*, dels 2634 comunicacions revisades en els anys 2005, 2009, 2013 i 2017 solament en 7 comunicacions apareixen referències al concepte de Química Verda, el que representa un 0,26% del total dels documents revisats. En el cas dels congressos organitzats per *European Science Education Research Association (ESERA)* dels 2072 articles revisats en els anys 2009, 2011, 2013 i 2015 solament en 4 contribucions es fa referència a la Química Verda, el que representa un 0,19% del total de les publicades en aquests congressos. Finalment, s'han analitzat les comunicacions orals presentades en els Seminaris Ibèrics/Iberoamericans CTS en l'Educació en Ciències, i de les 344 revisades els anys 2006, 2008, 2012, 2014 i 2016 solament 3 fan referència a

la Química Verda, el que representa un 0,87% del total de les comunicacions revisades.

- Podem concloure que en general són molt poques les comunicacions orals presentades en els diferents congressos de Didàctica de les Ciències, que hem pogut revisar, on es parla de la Química Verda.

En definitiva, com hem vist, aquests primers resultats, de la posada a prova d'un conjunt de dissenys convergents, donen suport a les nostres conjetures inicials, al voltant de que l'atenció prestada per l'educació científica i la investigació didàctica a les aportacions de la Química Verda és, en general, insuficient.

Però, com ja hem explicat anteriorment, l'objectiu d'aquesta investigació no és únicament centrar-se en l'anàlisi de la situació actual, assenyalant les possibles deficiències i limitacions, sinó que es pretén, fonamentalment, a partir de les anàlisis realitzats, tractar de contribuir a que la Química Verda i les seues aportacions siguen una ferramenta realment eficaç per a formar a ciutadans i ciutadanes conscients de la situació d'emergència planetària que ens afecta i capaços de tomar decisions fonamentades dirigides a avançar cap a un Desenvolupament Sostenible. Aquest objectiu fonamental es troba contemplat en la segona hipòtesi enunciada, que fa referència a que és possible preparar materials que contempen el paper que la Química Verda està jugant i hauria de jugar per a contribuir a resoldre problemes socio-ambientals, ajudant als estudiants a millorar l'aprenentatge i les seues actituds e interès cap a la Química.

Per això, com ja s'ha dit anteriorment, s'ha continuat i ampliat la investigació en una segona part per tal de posar a prova la segona hipòtesi.

Al **capítol 6**, s'han exposat els dissenys experimentals i els criteris utilitzats per tal de posar a prova la segona hipòtesi de treball, és a dir amb quins instruments mostrarem que a través de la inclusió de la Química Verda a l'Educació Secundària es contribueix a augmentar l'interès, l'aprenentatge de la Química i la implicació de l'alumnat en la construcció d'un futur Sostenible .

Els instruments que s'han fet servir per tal de posar a prova la segona hipòtesi són:

- Entrevistes a experts en l'àmbit de la Química per a la Sostenibilitat, tant pel que fa a la investigació d'aquesta àrea de coneixements com en el camp de la didàctica de les ciències.
- Preparació, avaluació i posada en marxa d'un programa d'activitats (per a estudiants i per a docents) que tracte la Química Verda.
- Qüestionari d'avaluació per als estudiants que han participat en aquest programa d'activitats, per tal de conèixer la seua valoració en el treball realitzat

Els resultats obtinguts al posar a prova els diferents dissenys proposats es mostren amb detall al **capítol 7**.

- ❖ Pel que fa a les entrevistes realitzades a experts, per una part, volíem veure la importància que li concedeixen a la Química Verda en les seues investigacions i al paper que ha de jugar en les nostres societats, i quines són les seues opinions al voltant de la inclusió de la Química Verda a l'educació científica així com en quins temes seria més adient incorporar-ho. Per una altra banda, esperàvem que les seues opinions i la seua experiència ens podien ser de molt interès per tal d'orientar-nos en la pròpia investigació.
- En el camp de la Didàctica de les Ciències, alguns dels quals treballen també des del camp educatiu en temes de Educació per a la Sostenibilitat i del camp de les interaccions CTSA:
 - Tots els professors i professores entrevistats li concedeixen molta importància a la Química Verda o Química per la Sostenibilitat i pensen que és important tractar-lo en l'Educació Secundària (N=11) donant propostes de com i on fer-ho dins del currículum i que s'ha d'incloure vinculat a temes d'interès pels estudiants. Assenyalen que caldria, a més, parlar d'allò que cal NO fer, dels necessaris compromisos que els químics i

químiques hem d'adquirir perquè el nostre treball contribueixi a la Sostenibilitat.

- Els docents implicats manifesten que un dels reptes que ha d'afrontar la Química Verda és donar-se a conèixer així com aconseguir la necessària implicació del professorat de ciències per a introduir els aspectes de la Sostenibilitat en la programació dels continguts.
- Pel que fa a l'entrevista realitzada al Dr. Avelí Corma, un del més reconeguts i citats científics a nivell mundial, expert en l'àmbit de la Química i en particular referència en el camp de la catàlisi i de la Química per a la Sostenibilitat, que ha rebut nombrosos i prestigiosos premis a nivell nacional i internacional:
- Entre altres moltes coses, indica que la societat en general no li concedeix molta importància a la Química Verda. I afegeix: *“Jo crec que tots, tant els que treballem en Química com els que viuen de la Química a nivell industrial com les persones, se donen compte que la química serà Química Verda o no serà”*.
 - Indica que aquesta manca d'atenció li sorprèn molt ja que des de la Universitat i en Química en general pensa que sí que s'està tenint en compte.
 - La millor forma d'introduir-lo seria mostrant l'evolució de la història de la ciència i fent veure els avanços que està tenint la química per tal de poder contribuir a la creació d'un món més sostenible.
 - Al referir-se als reptes de la Química per a la Sostenibilitat, assenyala que la indústria ha d'anar cap a una química més sostenible una Química més Verda i que en aquests moments qualsevol procés que se desenvolupa ha de veure obligatòriament el factor Energia i la petjada de CO₂. I afegeix que als estudiants hi ha que passar-los missatges no només lo que és cadascuna de les assignatures sinó a nivell més global que després tindran el seu reflex en les assignatures; i un missatge més global és que hem d'anar cap a la Sostenibilitat, no només mediambiental sinó també Sostenibilitat Econòmica i Sostenibilitat Social. Els docents hem de donar una visió lo més completa i holística possible de la problemàtica.

Amb aquestes respostes podem comprovar la importància que donen els experts a la Química Verda i com des de la recerca i la indústria encara que falta molt per fer, s'està tenint en compte.

- ❖ Pel que fa a l'elaboració i posada en pràctica del programa d'activitats que contemple la Química Verda
 - El disseny del programa d'activitats, explicat de manera fonamentada i detallada també des del punt de vista metodològic en el capítol 6, s'ha utilitzat amb una mostra de 23 estudiants, de dos centres diferents; un de Catalunya i l'altre de la Comunitat Valenciana. Aquest conjunt d'activitats, distribuïdes en 5 blocs, sobre la Química Verda han estat utilitzades amb estudiants de 1r de Batxillerat a l'assignatura de Química per veure si després de la seua realització s'aconsegueix que els alumnes coneguen millor el paper de la Química en la societat, per tant puguen reconèixer el que suposa la Química per a la Sostenibilitat i les seues aportacions. La seua posada en marxa ens ha permès confirmar que:
 - En general els estudiants no coneixen en què consisteix la Química Verda, però, sí que els motiva, interessa i els crida l'atenció aquesta temàtica.
 - Hem pogut posar de manifest que és possible dissenyar i posar a prova, amb resultats prometedors, materials senzills per a tractar en algun tema del Batxillerat. Amb la utilització del programa d'activitats, els estudiants han reflexionat al voltant del paper de la química en les nostres societats, en les seues vides, així com les seues repercussions. En aquest sentit, han pogut debatre i comprendre millor les diferents problemes que afecten a la humanitat, les seues causes i molt en particular les mesures que és necessari adoptar i el paper de la química en aquestes, dins del marc dels principis de la Química Verda i el principi de precaució. D'aquesta manera hem vist que és possible contribuir a conscienciar als alumnes de la problemàtica a la qual s'enfronta actualment la societat i les mesures que s'han d'adoptar per tal de contribuir cap a un món més sostenible.

- ❖ Pel que fa al qüestionari d'avaluació del treball fet amb els estudiants al voltant de la Química per a la Sostenibilitat:
 - Els alumnes valoren el programa d'activitats de forma molt positiva (tant respecte al tema, als aspectes metodològiques i en general a la forma de treball: 9,1 de mitjana els estudiants catalans i 8 els valencians). Assenyalen amb una mitjana de 8,6 en ambdues mostres que ha ajudat a comprendre el paper de la química Verda en les mesures que s'han d'adoptar per avançar cap a la Sostenibilitat.

Per tot el que hem assenyalat, com a conclusió d'aquesta segona part de la investigació realitzada, podem dir que els resultats obtinguts són convergents amb la hipòtesi plantejada i que el fet de treballar amb un programa d'activitats per a abordar i fomentar l'estudi de la Química Verda amb estudiants de batxillerat resulta molt fructífer i profitós per a millorar l'aprenentatge i les actituds dels estudiants cap a la Química i la seva contribució cap a la construcció d'un món més sostenible.

Com a conclusió general a aquesta investigació podem assenyalat que els resultats que s'han obtingut són convergents amb les dos hipòtesis que s'han plantejat a l'inici. Tot i que els resultats obtinguts en la segona part són molt positius, pensem que encara queda molt de treball per fer per tal d'aconseguir que els estudiants i, per consegüent, la ciutadania, arriben a tenir percepcions més adequades al voltant dels problemes socioambientals a que ens enfrontem i al paper de la Química i de la Química per a la Sostenibilitat, en les mesures necessàries que s'han d'adoptar.

Per tant, aquest treball obri tota una sèrie de perspectives per a una contribució eficaç de l'educació científica però sobre tot que serveixi d'instrument per a propiciar una ciutadania activa cap a la Química Verda i el Desenvolupament Sostenible. Per aquest fet, es proposen tasques a fer en un futur proper com:

- Ampliar el nombre de revistes analitzades, així com el de llibres de text, de les mostres d'estudiants i professors implicats, per tal de completar l'anàlisi de la primera part del treball i actualitzar les dades obtinguts fins al moment, tenint

en compte els grans reptes als que ens enfrontem cada dia, entre d'altres avançar en la consecució dels ODS, on el paper de la química és rellevant en molts d'ells.

- Analitzar els cursos oferts a estudiants de la titulació de Química, analitzant les guies docents, per veure com tracten les diferents matèries les aportacions de la Química Verda.
- Fer entrevistes al professorat universitari de Química per conèixer les seues concepcions al voltant de la Química per a la Sostenibilitat.
- Avaluar el programa d'activitats per experts i professorat implicat en el camp de l'educació per a la Sostenibilitat i reorientar-ho al seu cas tenint en compte les seues aportacions.
- Revisar el programa d'activitats pels membres de l'equip incidint en els aspectes en els que no se han obtingut resultats suficientment satisfactoris.
- Aplicar aquest programa d'activitats revisat en altres centres amb diferents característiques i professorat i amb el temps necessari per a una millor comprensió i reflexió dels estudiants.
- Utilitzar aquest programa d'activitats amb professorat del Màster en professor/a de Secundària per a la seua implicació futura.
- Realitzar aquest programa d'activitats amb estudiants que tinguen docents formats sobre la Química Verda i Desenvolupament Sostenible.
- Adaptar el programa d'activitats per a que puga ser utilitzat a mode de taller en distintes etapes educatives, inclosa la formació per a docents i així poder incorporar les seues aportacions i tenir en compte la seua valoració.
- Analitzar les propostes al voltant de la Química Verda en l'educació superior: màster en Química Sostenible, cursos de postgrau, cursos de formació del professorat, etc.
- Estudiar les xarxes de Química Sostenible per a poder tenir en conte les seues aportacions en el programa d'activitats.
- Realitzar la visita al Institut de Tecnologia Química de la UPV per tal de motivar i millorar els coneixements de la Química i el seu paper en la construcció d'un present i un futur sostenibles

- Profunditzar en el paper que la Química Verda pot exercir en la millora de les percepcions de l'alumnat i del professorat al voltant de la situació del món i la implicació d'aquesta per incorporar de manera eficaç l'estudi de la problemàtica a l'ensenyament.

ANNEXES

Els Annexes que acompanyen a aquesta memòria, numerats a continuació, ocupen 337 pàgines.

Hem cregut convenient no imprimir-les i proporcionar-les únicament en el CD que recull el contingut complet d'aquesta memòria, tant per obvies raons d'estalvi energètic i material com per a facilitat de cerca que proporciona.

A continuació apareix el contingut dels annexes:

	Pàg.
Annex I. Llibres analitzats.....	343
Annex II. Anàlisi complet dels llibres de text.....	353
Annex III. Qüestionaris realitzats a professorat en formació.....	395
Annex IV. Qüestionaris realitzats a estudiants del Màster en Investigació en Didàctiques Específiques (Ciències Experimentals).....	487
Annex V. Entrevistes a professorat en actiu.....	501
Annex VI. Qüestionaris realitzats a estudiants de Batxillerat.....	517

Annex VII. Entrevistes a experts en didàctica de les ciències.....	561
Annex VIII. Entrevista a experts en Química Verda.....	593
Annex IX. Programa d'activitats complet dut a terme en un centre de la Generalitat de Catalunya.....	601
Annex X. Programa d'activitats complet dut a terme en un centre de la Comunitat Valenciana.....	627
Annex XI. Valoracions programa d'activitats alumnes.....	649

Annex I

LLIBRES ANALITZATS

ANNEX I: REFERÈNCIES COMPLETES DELS LLIBRES ANALITZATS

En aquest annex es troben les referències completes dels llibres analitzats al capítol 5 (**Quadre 4.1**). Com es pot comprovar apareixen nomenats com A1,A2,A3... els llibres analitzats de 3r d'ESO, B1, B2, B3...els llibres analitzats de 4t d'ESO, C1,C2,C3... els llibres analitzats de 1r de batxillerat, D1,D2,D3... els llibres analitzats de 2n de batxillerat i finalment E1, E2, E3 els llibres analitzats de Ciències per al món contemporani de 1r de batxillerat.

DADES LLIBRE DE TEXT 1: A1

Títol original: Física i Química

Editorial: SM

Curs: 3r ESO

Any: 2010

DADES LLIBRE DE TEXT 2: A2

Títol original: Ciencias de la naturaleza. Física y Química

Editorial: Edebé

Curs: 3r ESO

Any: 2007

DADES LLIBRE DE TEXT 3: A3

Títol Original: Física y Química

Editorial: Mc Graw Hill

Curs: 3r ESO

Any: 2007

DADES LLIBRE TEXT 4: A4

Títol original: Física y Química

Editorial: Ecir

Curs: 3r ESO

Any: 2007

DADES LLIBRE DE TEXT 5: A5

Títol original: ERGIO. Física y Química

Editorial: Vicens Vives

Curs: 3r ESO

Any: 2007

DADES LLIBRE DE TEXT 6: A6

Títol original: Física y Química

Editorial: Santillana

Curs: 3r ESO

Any: 2007

DADES LLIBRE DE TEXT 7: A7

Títol original: Física i Química

Editorial: Oxford Educació

Curs: 3r ESO

Any: 2007

DADES LLIBRE DE TEXT 8: A8

Títol original: Física i Química

Editorial: Santillana (Sèrie investiga)

Curs: 3r ESO

Any: 2015

DADES LLIBRE DE TEXT 9: B1

Títol Original: Física y Química

Editorial: SM

Curs: 4t ESO

Any: 2012

DADES LLIBRE DE TEXT 10: B2

Títol original: Física y Química

Editorial: Santillana

Curs: 4t ESO

Any: 2009

DADES LLIBRE DE TEXT 11: B3

Títol original: Física y Química

Editorial: Everest

Curs: 4t ESO

Any: 2008

DADES LLIBRE DE TEXT 12: B4

Títol original: Física y Química

Editorial: Oxford Educació

Curs: 4t ESO

Any: 2008

DADES LLIBRE DE TEXT 13: B5

Títol original: Física i Química

Editorial: Casals

Curs: 4t ESO

Any: 2012

DADES LLIBRE DE TEXT 14: B6

Títol original: Positró: Física i Química

Editorial: Vicens Vives

Curs: 4t ESO

Any: 2008

DADES LLIBRE DE TEXT 15: B7

Títol original: Ciències de la naturalesa: Física i Química

Editorial: Edebé

Curs: 4t ESO

Any: 2008

DADES LLIBRE DE TEXT 16: C1

Títol original: Física y Química

Editorial: Oxford Educació

Curs: 1r Batxillerat

Any: 2008

DADES LLIBRE DE TEXT 17: C2

Títol original: Física y Química

Editorial: Everest

Curs: 1r Batxillerat

Any: 2008

DADES LLIBRE DE TEXT 18: C3

Títol Original: Física y Química

Editorial: Edebé

Curs: 1r de Batxillerat

Any: 2008

DADES LLIBRE DE TEXT 19: C4

Títol Original: Física i Química

Editorial: Cassals

Curs: 1r Batxillerat

Any: 2008

DADES LLIBRE DE TEXT 20: C5

Títol original: Física y Química

Editorial: Mc Graw Hill

Curs: 1r Batxillerat

Any: 2008

DADES LLIBRE DE TEXT 21: C6

Títol original: Física i Química

Editorial: Casals

Curs: 1r Batxillerat

Any: 2011

DADES LLIBRE DE TEXT 22: C7

Títol original: Química

Editorial: Mc Graw Hill

Curs: 1r Batxillerat

Any: 2012

DADES LLIBRE DE TEXT 23: C8

Títol original: Química

Editorial: Edebé

Curs: 1r Batxillerat

Any: 2008

DADES LLIBRE DE TEXT 24: C9

Títol original: Química

Editorial: Mc Graw Hill (Mediterrànea Cat)

Curs: 1r Batxillerat

Any: 2008

DADES LLIBRE DE TEXT 25: C10

Títol original: Química I

Editorial: Santillana

Curs: 1r Batxillerat

Any: 2008

DADES LLIBRE DE TEXT 26: D1

Títol Original: Química

Editorial: Oxford Educació

Curs: 2n Batxillerat

Any: 2009

DADES LLIBRE DE TEXT 27: D2

Títol original: Química 2

Editorial: Casals

Curs: 2n Batxillerat

Any: 2008

DADES LLIBRE DE TEXT 28: D3

Títol original: Química 2

Editorial: Casals

Curs: 2n Batxillerat

Any: 2010

DADES LLIBRE DE TEXT 29: E1

Títol original: Ciències per al món contemporani

Editorial: Vicens Vives

Curs: 1r Batxillerat

Any: 2009

DADES LLIBRE DE TEXT 30: E2

Títol original: Ciències per al món contemporani

Editorial: Barca Nova

Curs: 1r batxillerat

Any: 2008

DADES LLIBRE DE TEXT 31: E3

Títol original: Ciencias para el mundo contemporaneo

Editorial: Pearson

Curs: 1r batxillerat

Any: 2008

DADES LLIBRE DE TEXT 32: E4

Títol original: Ciències per al món contemporani

Editorial: Castellnou

Curs: 1r batxillerat

Any: 2008

Annex II

ANÀLISI COMPLET DELS LLIBRES DE TEXT

ANNEX II: ANÀLISI COMPLET DELS LLIBRES DE TEXT

A continuació es presenta l'anàlisi de tots els llibres de text. Tal i com s'ha dit al capítol 5, l'anàlisi el farem anotant qualsevol referència que aparega en el llibre de text als diferents aspectes de la Química Verda. L'estudi es realitzarà tenint en compte cada capítol dels llibres analitzats com a unitat, ja que el nostre objectiu no és realitzar un anàlisi individualitzat de diferents llibres de text, sinó un anàlisi qualitatiu del tractament que es fa del paper de la Química i en concret de la Química Verda als llibres de text. Cal remarcar que s'ha tingut en compte qualsevol referència a la Química Verda per superficial que siga, amb la finalitat de posar-nos en la situació més desfavorable per a la nostra hipòtesi.

Llibre de text A1

Nº DE TEMES: 9 + 2 Annexos	Nº DE PÀGINES: 205
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta?	
3. Apareixen referències a la Química Verda en: 3.1 Activitat per als estudiants 3.2 Apartat del tema dedicat a la Química Verda 3.3 Comentari 3.4 Peu de foto 3.5 Al final del tema, fora del tema (activitat complementaria) 3.6 Altres	
4. Planteja solucions des de l'àmbit de la química en general als problemes socio-ambientals?	
5. Proposa la QV com a mesura concreta?	
6. Planteja quines són les causes i els efectes dels problemes?	
7. En concret afavoreix la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un Desenvolupament Sostenible?	
Comentaris: Malgrat de no aparèixer el concepte de Química Verda implícitament s'han observat diverses oportunitats desaprofitades on si que s'haguera pogut incloure en algun apartat dels següents temes ja que si que s'han tractat explícitament alguns dels principis que formen part de la QV, sense relacionar-ho: <ul style="list-style-type: none">- Tema 6: Reaccions químiques- Tema 7: Química, societat i medi ambient- Annexe 2: L'energía	

Llibre de text A2

Nº DE TEMES: 8 + 2 Annexos	Nº DE PÀGINES: 192
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta?	
3. Apareixen referències a la Química Verda en: <ul style="list-style-type: none"> 3.1 Activitat per als estudiants 3.2 Apartat del tema dedicat a la Química Verda 3.3 Comentari 3.4 Peu de foto 3.5 Al final del tema, fora del tema (activitat complementaria) 3.6 Altres 	
4 Planteja solucions des de l'àmbit de la química en general als problemes socio-ambientals?	
5 Proposa la QV com a mesura concreta?	
6 Planteja quines són les causes i els efectes dels problemes?	
7 En concret afavoreix la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un Desenvolupament Sostenible?	
<p>Comentaris: Malgrat no aparèixer el concepte de Química Verda implícitament s'han observat diverses oportunitats desaprofitades on si que s'haguera pogut incloure en algun apartat dels següents temes ja que si que s'han tractat explícitament alguns dels principis que formen part de la QV, sense relacionar-ho:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tema 8: Reaccions químiques (en aquest tema es tracta la química en el nostre entorn, però en ningun moment apareix el concepte de Química Verda) 	

Llibre de text A3

Nº DE TEMES: 9 + 1 Annexe	Nº DE PÀGINES: 208
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta?	
3. Apareixen referències a la Química Verda en:	
<p>3.1 Activitat per als estudiants</p> <p>3.2 Apartat del tema dedicat a la Química Verda</p> <p>3.3 Comentari</p> <p>3.4 Peu de foto</p> <p>3.5 Al final del tema, fora del tema (activitat complementaria)</p> <p>3.6 Altres</p>	
4 Planteja solucions des de l'àmbit de la química en general als problemes socio-ambientals?	
5 Proposa la QV com a mesura concreta?	
6 Planteja quines són les causes i els efectes dels problemes?	
7 En concret afavoreix la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un Desenvolupament Sostenible?	
<p>Comentaris: Malgrat de no aparèixer el concepte de Química Verda implícitament s'han observat diverses oportunitats desaprofitades on si que s'haguera pogut incloure en algun apartat dels següents temes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tema 6: Reaccions químiques (en aquest apartat s'haguera pogut tractat ja que hi ha un apartat que es parla de química i medi ambient) - Tema 7: Energia 	

Llibre de text A4

Nº DE TEMES: 6 + 2 Annexes	Nº DE PÀGINES: 149
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta?	
3. Apareixen referències a la Química Verda en: <ul style="list-style-type: none"> 3.1 Activitat per als estudiants 3.2 Apartat del tema dedicat a la Química Verda 3.3 Comentari 3.4 Peu de foto 3.5 Al final del tema, fora del tema (activitat complementaria) 3.6 Altres 	
4. Planteja solucions des de l'àmbit de la química en general als problemes socio-ambientals?	
5. Proposa la QV com a mesura concreta?	
6. Planteja quines són les causes i els efectes dels problemes?	
7. En concret afavoreix la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un Desenvolupament Sostenible?	
<p>Comentaris: Malgrat no aparèixer el concepte de Química Verda implícitament s'han observat diverses oportunitats desaprofitades on si que s'haguera pogut incloure en algun apartat dels següents temes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tema 5: Reaccions Químiques - Tema 6: La massa i la energia en les reaccions químiques 	

Llibre de text A5

Nº DE TEMES: 9 + 2 Annexos	Nº DE PÀGINES: 195
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta?	
3. Apareixen referències a la Química Verda en: <ul style="list-style-type: none"> 3.1 Activitat per als estudiants 3.2 Apartat del tema dedicat a la Química Verda 3.3 Comentari 3.4 Peu de foto 3.5 Al final del tema, fora del tema (activitat complementaria) 3.6 Altres 	
4 Planteja solucions des de l'àmbit de la química en general als problemes socio-ambientals?	
5 Proposa la QV com a mesura concreta?	
6 Planteja quines són les causes i els efectes dels problemes?	
7 En concret afavoreix la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un Desenvolupament Sostenible?	
Comentaris: Malgrat de no aparèixer el concepte de Química Verda implícitament s'han observat diverses oportunitats desaprofitades on si que s'haguera pogut incloure en algun apartat dels següents temes: <ul style="list-style-type: none"> - Tema 6: Química, Tecnologia i societat 	

Llibre de text A6

Nº DE TEMES: 8 + 5 Annexes	Nº DE PÀGINES: 200
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta?	
3. Apareixen referències a la Química Verda en: 3.1 Activitat per als estudiants 3.2 Apartat del tema dedicat a la Química Verda 3.3 Comentari 3.4 Peu de foto 3.5 Al final del tema, fora del tema (activitat complementaria) 3.6 Altres	
4 Planteja solucions des de l'àmbit de la química en general als problemes socio-ambientals?	
5 Proposa la QV com a mesura concreta?	
6 Planteja quines són les causes i els efectes dels problemes?	
7 En concret afavoreix la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un Desenvolupament Sostenible?	
<p>Comentaris: Malgrat de no aparèixer el concepte de Química Verda implícitament s'han observat diverses oportunitats desaprofitades on si que s'haguera pogut incloure en algun apartat dels següents temes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tema 4: La matèria: propietats elèctriques i l'àtom (tractament de residus nuclears) - Tema 7: La Química en acció (en aquest tema apareix un apartat que fa referència a la Química i el medi ambient, la Química i el progrés i haguera sigut una bona oportunitat per tal d'introduir el concepte de la QV) 	

Llibre de text A7

Nº DE TEMES: 8 + 2 Annexes	Nº DE PÀGINES: 192
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta?	
3. Apareixen referències a la Química Verda en: <ul style="list-style-type: none"> 3.1 Activitat per als estudiants 3.2 Apartat del tema dedicat a la Química Verda 3.3 Comentari 3.4 Peu de foto 3.5 Al final del tema, fora del tema (activitat complementaria) 3.6 Altres 	
4 Planteja solucions des de l'àmbit de la química en general als problemes socio-ambientals?	
5 Proposa la QV com a mesura concreta?	
6 Planteja quines són les causes i els efectes dels problemes?	
7 En concret afavoreix la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un Desenvolupament Sostenible?	
<p>Comentaris: Malgrat de no aparèixer el concepte de Química Verda implícitament s'han observat diverses oportunitats desaprofitades on si que s'haguera pogut incloure en algun apartat dels següents temes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tema 7: Canvis químics i les seues repercussions 	

Llibre de text A8

Nº DE TEMES: 8 + 3 Annexes	Nº DE PÀGINES: 221
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta	
3. Quina proporció del tema li dedica	
4. Proposa la QV com a mesura per a resoldre problemes socioambientals?	
5. Planteja solucions des de l'àmbit de la química?	
6. Planteja quines son les causes i els efectes del problema?	
7. Contribueix a la conscienciació dels problemes mediambientals	
8. Afavoreix a la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un desenvolupament Sostenible?	
<p><u>Comentaris:</u> Malgrat de no aparèixer el concepte de Química Verda implícitament s'han observat diverses oportunitats desaprofitades on si que s'haguera pogut incloure en algun apartat dels següents temes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tema 5: La reacció química. Té un apartat on es parla de: <ul style="list-style-type: none"> Química i medi ambient, solament es tracten els problemes que pot ocasionar la química al medi ambient però en cap moment s'aporten solucions ni es parla de la QV Química i progrés: es nombren els nous materials però en cap moment es nombra la QV 	

Llibre de text B1

Nº DE TEMES: 12 + 2 Annexes	Nº DE PÀGINES: 285
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta?	
3. Apareixen referències a la Química Verda en: <ul style="list-style-type: none"> 3.1 Activitat per als estudiants 3.2 Apartat del tema dedicat a la Química Verda 3.3 Comentari 3.4 Peu de foto 3.5 Al final del tema, fora del tema (activitat complementaria) 3.6 Altres 	
4 Planteja solucions des de l'àmbit de la química en general als problemes socio-ambientals?	
5 Proposa la QV com a mesura concreta?	
6 Planteja quines són les causes i els efectes dels problemes?	
7 En concret afavoreix la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un Desenvolupament Sostenible?	
<p>Comentaris: Malgrat no aparèixer el concepte de Química Verda explícitament s'han observat diverses oportunitats desaprofitades on si que s'haguera pogut incloure. Com per exemple:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T5: Fonts d'energia i Sostenibilitat - T11: Energia i velocitat de les reaccions químiques - T12: Els compostos del carboni 	

Llibre de text B2

Nº DE TEMES: 10 + 2 Annexes	Nº DE PÀGINES: 279
Qüestions:	
<p>1. Temes en els que apareix la Química Verda</p> <p>T9: La reacció química (Remarquem que en aquest cas no apareix el concepte de Química Verda, sinó de Química Sostenible)</p>	
<p>2. Quins aspectes de la Química Verda tracta?</p> <p>T9: Problemes medi ambientals, contaminació p. 235</p>	
<p>3. Apareixen referències a la Química Verda en:</p> <p>3.1 Activitat per als estudiants: T9: 5 activitats</p> <p>3.2 Apartat del tema dedicat a la Química Verda</p> <p>3.3 Comentari</p> <p>3.4 Peu de foto</p> <p>3.5 Al final del tema: T9 apartat Química "Sostenible"</p> <p>3.6 Altres</p>	
<p>4. Planteja solucions des de l'àmbit de la química en general als problemes socio-ambientals?</p> <p>T9: No</p>	
<p>5. Proposa la QV com a mesura concreta?</p> <p>T9: No</p>	
<p>6. Planteja quines son les causes y els efectes del problema?</p>	

T9: No
En concret afavoreix la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un Desenvolupament Sostenible?
T9:Si
7. Afavoreix a la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un desenvolupament Sostenible?
T9:Si
<p><u>Comentaris:</u> A pesar de no aparèixer el concepte de Química Verda explícitament s'han observat diverses oportunitats desaprofitades on si que s'haguera pogut incloure. Com per exemple:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T5: Treball i energia - T9: La reacció química <p>Al tema 10 "La química i el carboni", al apartat "5.3 la contaminació sense fronteres" no apareix el terme de QV, però si que es fa referència a que algunes reaccions químiques són les responsables de molts problemes medi ambientals (p. 251), apareix també implícitament en l'apartat "Accions per a un desenvolupament sostenible" (p. 525)</p>

Química «sostenible»

Los problemas medioambientales son de los más importantes para la humanidad por sus repercusiones en la vida de nuestro planeta, y todos ocurren en presencia de vapor de agua. Con el [espectroscopio de electrones] decidimos comprobar si en las gotas líquidas que flotan en la atmósfera hay enriquecimiento de iones negativos (cloro, bromo, yodo, etcétera) en su superficie.

Las reacciones químicas que ocurren en estas gotitas son complicadas, y entre sus resultados están la producción de lluvia ácida y la destrucción de la capa de ozono de la Tierra, a partir de fluorocarbonos contaminantes utilizados en fluidos de refrigeración de neveras y en aerosoles que se han ido acumulando en la atmósfera.

Extraído de la entrevista a MIQUEL SALMERÓN, físico de materiales, realizada por J. C. Ambrojo, publicada en *El País*, 20 de abril de 2005



■ Un equipo de investigadores de la Universidad de Santiago de Compostela ha desarrollado un sistema para utilizar trozos de neumáticos residuales como combustible.

La iniciativa [...] permite ahorrar por cada neumático entre 10 y 12 kilos de carbón o bien 7,5 litros de petróleo. [...] Este nuevo combustible es, además, más barato que los tradicionales.



Artículo extraído de www.elmundo.es, 2 de marzo de 2006

WWW

- LAS REACCIONES QUÍMICAS
http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/35_las_reacciones_quimicas/curso/index.html
Es un curso completo sobre reacciones químicas, con referencias a la estructura de la materia, cálculos estequiométricos, indicios que muestran que se está produciendo un cambio químico, reacciones que suceden a menudo a nuestro alrededor, etc.
- LAS REACCIONES QUÍMICAS
<http://reacciones.colegiosandiego.com>
Más información sobre las reacciones químicas. Incluye un laboratorio virtual y una sala de juegos donde puedes poner a prueba los conceptos que acabas de estudiar en esta unidad.

ACTIVIDADES

1. ●● En el primer texto se señala que *las reacciones químicas que ocurren en estas gotitas son complicadas*. **Aporta algún comentario en referencia a esa afirmación.**
2. ●● También en el mismo extracto se habla de *contaminantes utilizados en fluidos de refrigeración de neveras y en aerosoles que se han ido acumulando en la atmósfera*. **Aventura alguna solución para resolver ese problema.**
3. ●● ¿Por qué razón crees que los científicos siguen investigando sobre nuevos combustibles?
4. ●● **Aporta alguna reflexión crítica** referente al segundo texto en cuanto a las ventajas e inconvenientes que podrían derivarse de la investigación que se reseña.
5. ●● En ambos textos se habla de diferentes reacciones químicas. **Intenta identificarlas** según lo que has aprendido en esta unidad.

Llibre de text B3

Nº DE TEMES: 11+ 3 Annexes	Nº DE PÀGINES: 231
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda T9: Les reaccions químiques	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta? T9: Introducció concepte i principis bàsics pg 173	
3. Apareixen referències a la Química Verda en: 3.1 Activitat per als estudiants 3.2 Apartat del tema dedicat a la Química Verda 3.3 Comentari 3.4 Peu de foto 3.5 Al final del tema, fora del tema (activitat complementaria): T9 3.6 Altres	
4. Planteja solucions des de l'àmbit de la química en general als problemes socio-ambientals? T9: no	
5. Proposa la QV com a mesura concreta? T9: No	
6. Planteja quines son les causes i els efectes dels problemes? T9: No	
7. En concret afavoreix la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un Desenvolupament Sostenible? T9: Si	
Comentaris: A pesar de no aparèixer el concepte de Química Verda implícitament s'han observat diverses oportunitats desaprofitades on si que s'haguera pogut incloure en algun apartat dels següents temes: - T9: les reaccions químiques - T10: La química del carboni	

- T11: La ciència i el futur sostenible

LA CIENCIA DEL SIGLO XXI

La Química Verde

Durante siglos, la Química ha sido responsable de la mejora experimentada por la calidad de vida de la Humanidad, permitiendo avances cruciales en campos como la Higiene, la Medicina y la Farmacia, la fabricación de nuevos materiales, la protección de las cosechas, el aumento de la cantidad y la calidad de los alimentos; en definitiva, una serie de logros sin los que sería imposible la vida tal como la conocemos.

Pero no todo ha sido un cuento de hadas: la industria química también es la principal responsable de los procesos contaminantes, tanto por el volumen de la contaminación que genera como por la gravedad de sus efectos. Las industrias químicas han dañado el medio ambiente y provocado contaminación, con efectos tanto locales (accidentes y contaminación cerca de las industrias) como globales (afectando a todo el planeta). Basta recordar la lluvia ácida o la destrucción de la capa de ozono, causada por los compuestos clorados producidos por el ser humano.

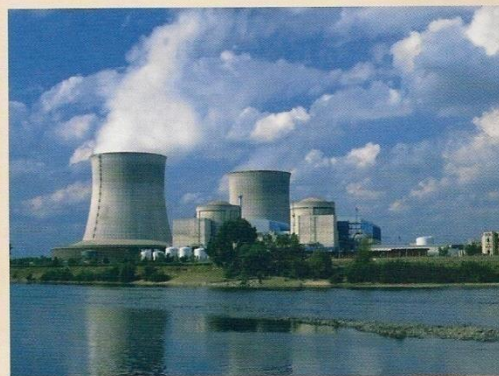
El conocimiento y la concienciación de la gravedad de estos problemas han hecho aparecer una nueva rama de la Química, o más bien una nueva orientación de la Química: la «Química Verde».

Se llama **Química Verde** o **Química beneficiosa** para el medioambiente aquella que se ocupa del diseño de productos o procesos químicos que reducen o eliminan el uso y producción de sustancias peligrosas.

La Química verde debe ser más segura que los procesos convencionales, de menor coste y compatible con un desarrollo sostenible. Sus principios fundamentales pueden resumirse en una serie de puntos:

- Es preferible evitar la producción de un residuo, que tratar de eliminarlo una vez se haya formado.
- Los productos químicos deberán ser diseñados de manera que mantengan su eficacia a la vez que reduzcan su toxicidad.
- Las materias primas utilizadas serán preferiblemente renovables.
- Siempre que sea posible, los métodos de síntesis deberán diseñarse para utilizar y generar sustancias que tengan poca o ninguna toxicidad, tanto para los humanos como para el medio ambiente.
- Los métodos de síntesis deberán diseñarse evitando la aparición de subproductos, para así reducir la contaminación y el gasto de materia prima.
- Se evitará, en lo posible, el uso de sustancias auxiliares (disolventes, reactivos de separación, etc.) y, en el caso de que se utilicen, se procurará que sean lo más inocuas posible, tratando de usar agua como disolvente en vez de emplear disolventes orgánicos, mucho más tóxicos.
- Se reducirá el gasto de energía, intentando, siempre que sea posible, que los procesos se verifiquen a temperatura y presión ambiental.
- Se emplearán catalizadores que puedan ser reutilizados.
- Los productos químicos se diseñarán de tal manera que al finalizar su función no persistan en el medio ambiente, sino que se transformen en productos de degradación inocuos.
- Las metodologías analíticas serán desarrolladas para permitir una monitorización y control en tiempo real del proceso.
- Se reducirá todo lo posible el riesgo de accidentes químicos.
- Se deberá aplicar el principio de prevención; es decir, no realizar una actividad hasta que haya seguridad de que no es peligrosa para las personas o el medio.

La mejor forma de garantizar que «nuestro mundo sea más verde», es que los químicos del futuro estén concienciados y formados; así, la Química seguirá siendo una de las bases del progreso y bienestar de la sociedad. ■



Llibre de text B4

Nº DE TEMES: 11 + 2 Annexes	Nº DE PÀGINES: 288
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta?	
3. Apareixen referències a la Química Verda en: <ul style="list-style-type: none"> 3.1 Activitat per als estudiants 3.2 Apartat del tema dedicat a la Química Verda 3.3 Comentari 3.4 Peu de foto 3.5 Al final del tema, fora del tema (activitat complementaria) 3.6 Altres 	
4 Planteja solucions des de l'àmbit de la química en general als problemes socio-ambientals?	
5 Proposa la QV com a mesura concreta?	
6 Planteja quines són les causes i els efectes dels problemes?	
7 En concret afavoreix la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un Desenvolupament Sostenible?	
<p>Comentaris: Malgrat no aparèixer el concepte de Química Verda implícitament s'han observat diverses oportunitats desaprofitades on si que s'haguera pogut incloure en algun apartat dels següents temes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T10: La química del carbono - T11: Las reacciones químicas, hi ha un apartat no es parla de ciència tecnologia i futur sostenible, però en cap moment es fa referència a la química verda 	

Llibre de text B5

Nº DE TEMES: 9 (6F+3Q)	Nº DE PÀGINES: 176
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda?	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta? 2.1 Activitat per als estudiants 2.2 Apartat del tema dedicat a la Química Verda 2.3 Comentari 2.4 Peu de foto 2.5 Al final del tema, fora del tema (activitat complementaria) 2.6 Altres	
3. Quina proporció del tema li dedica?	
4. Proposa la QV com a mesura per a resoldre problemes socioambientals?	
5. Planteja solucions des de l'àmbit de la química?	
6. Planteja quines son les causes y els efectes del problema?	
7. Contribueix a la conscienciació dels problemes mediambientals	
8. Afavoreix a la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un desenvolupament Sostenible?	
<p>Comentaris: Malgrat no aparèixer el concepte de Química Verda explícitament s'han observat diverses oportunitats desaprovechades on si que s'haguera pogut incloure.</p> <p>Com per exemple:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T9: Els compostos del carboni 	

Llibre de text B6

Nº DE TEMES: 13 (7F+6Q) + 1 Annexe	Nº DE PÀGINES: 275
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda?	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta?	
3. Quina proporció del tema li dedica?	
4. Proposa la QV com a mesura per a resoldre problemes socioambientals?	
5. Planteja solucions des de l'àmbit de la química?	
6. Planteja quines son les causes y els efectes del problema?	
7. Contribueix a la conscienciació dels problemes mediambientals	
8. Afavoreix a la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un desenvolupament Sostenible?	
<p><u>Comentaris:</u> Malgrat no aparèixer el concepte de Química Verda explícitament s'han observat diverses oportunitats desaprovechades on si que s'haguera pogut incloure. Com per exemple:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T11: La reacció Química. Es parla de velocitats de reacció i de catalitzadors però en cap moment de QV 	

Llibre de text B7

Nº DE TEMES: 9 (6F+3Q) + 4 Annexes	Nº DE PÀGINES: 224
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda?	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta?	
3. Quina proporció del tema li dedica?	
4. Proposa la QV com a mesura per a resoldre problemes socioambientals?	
5. Planteja solucions des de l'àmbit de la química?	
6. Planteja quines son les causes y els efectes del problema?	
7. Contribueix a la conscienciació dels problemes mediambientals	
8. Afavoreix a la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un desenvolupament Sostenible?	
<p><u>Comentaris:</u> Malgrat no aparèixer el concepte de Química Verda explícitament s'han observat diverses oportunitats desaprofitades on si que s'haguera pogut incloure. Com per exemple:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T8: El carboni i els seus compostos. Es parla del impacte mediambiental i de desenvolupament sostenible però en cap moment es fa referència a la QV. 	

Llibre de text C1

Nº DE TEMES: 7 Química- 7 Física + 5 Annexos	Nº DE PÀGINES: 381 (Q190-F187)
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda Tema 6: Les transformacions químiques pg 150	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta? Tema 6: Definició Química Verda i principal objectiu	
3. Apareixen referències a la Química Verda en: 3.1 Activitat per als estudiants 3.2 Apartat del tema dedicat a la Química Verda 3.3 Comentari 3.4 Peu de foto 3.5 Al final del tema, fora del tema (activitat complementaria): T6, actv 55 pg 155 3.6 Altres	
4. Planteja solucions des de l'àmbit de la química en general als problemes socio-ambientals? T6:No	
5. Proposa la QV com a mesura concreta? T6: Si	
6. Planteja quines son les causes i els efectes dels problemes? T6:Si	
7. En concret afavoreix la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un Desenvolupament Sostenible? T6: Si	
Comentaris: S'han observat diverses oportunitats desaprovechades on si que s'haguera pogut incloure el concepte de Química Verda en algun apartat dels següents temes: - T6: Les transformacions químiques (Es podria haver inclòs en altres apartats	

del tema, relacionat-ho millor)

- T7: La Química del carboni. Formulació Orgànica

7 El papel de la química en la construcción de un futuro sostenible

El aumento en los volúmenes de producción, la generación masiva de energía, la industria del transporte, el funcionamiento interno de los hogares... han llevado a un incremento continuo en la contaminación de la biosfera, bien en forma de aumento del efecto invernadero, de lluvia ácida y, en definitiva, de contaminación del aire, agua y suelo.

Es preciso un **desarrollo sostenible**, es decir, una forma de progreso que satisfaga las necesidades de la población actual sin comprometer las posibilidades de las del futuro, y en este camino, la química puede y debe jugar un papel importante. Esta preocupación ha hecho surgir en los últimos años un enfoque diferente dentro de la química. Es necesario prevenir o minimizar la contaminación desde su origen, tanto a escala industrial como en los laboratorios de investigación o de carácter docente, para ello deben crearse nuevos procedimientos y técnicas alternativas que reduzcan o eliminen el uso y generación de sustancias peligrosas. Esto se denomina «química verde».

La **química verde** se marca como **objetivo** prioritario: diseñar nuevos procesos con los que obtener los mismos o mejores productos químicos, reduciendo o eliminando el uso y producción de sustancias que puedan dañar la salud de las personas o el medio ambiente. Actualmente, la mayoría de las empresas químicas están desarrollando programas de química verde.



FIGURA 6.31. Símbolos de peligrosidad de sustancias químicas.

150 Química

Química industrial

54 Busca semejanzas y diferencias entre la química de laboratorio y la industrial.

55 ¿Qué es la química verde?

Llibre de text C2

Nº DE TEMES: Física 13- Química 9	Nº DE PÀGINES: 410 (F237-Q172)
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta?	
3. Apareixen referències a la Química Verda en:	
4. Planteja solucions des de l'àmbit de la química, en general als problemes socio-ambientals??	
5. Proposa la QV com a mesura concreta?	
6. Planteja quines son les causes i els efectes del problema?	
7. En concret afavoreix la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un Desenvolupament Sostenible?	
<p>Comentaris: Malgrat de no aparèixer el concepte de Química Verda implícitament s'han observat diverses oportunitats desaprofitades on si que s'haguera pogut incloure en algun apartat dels següents temes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T19: Reaccions Químiques (Apareix un apartat que fa referència a la Química i el desenvolupament sostenible, però en cap moment apareix el concepte de Química Verda, sols es limita a explicar alguns exemples de la transcendència de les indústries químiques: ex Obtenció àcid sulfúric, ac. Nítric, amoníac, carbonat de sodi..) - T20: Energia de les reaccions Químiques - T21: Els compostos del carboni - T22: Compostos hidrogenats del carboni 	

Llibre de text C3

Nº DE TEMES: Física 8- Química 7 + 4 Annexos	Nº DE PÀGINES: 383 (F 176- Q 161)
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta?	
3. Apareixen referències a la Química Verda en:	
3 Planteja solucions des de l'àmbit de la química en general als problemes socio-ambientals?	
4 Proposa la QV com a mesura concreta?	
5 Planteja quines són les causes i els efectes dels problemes?	
6 En concret afavoreix la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un Desenvolupament Sostenible?	
<p>Comentaris: Malgrat de no aparèixer el concepte de Química Verda implícitament s'han observat diverses oportunitats desaprofitades on si que s'haguera pogut incloure en algun apartat dels següents temes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T14: Reaccions Químiques (remarcant que hi ha un apartat que tracta la indústria Química i el medi ambient però sols fa referència a l'ús de les fonts d'energia, els processos químics, etc. Sense incloure en cap moment el concepte de Química verda o sostenible - T15: Termoquímica, cinètica i equilibri - T16: Compostos del carboni 	

Llibre de text C4

Nº DE TEMES: Física 5-Química 9 + 2Annexos	Nº DE PÀGINES: 466 (F198- Q 229)
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta?	
3. Apareixen referències a la Química Verda en:	
4. Planteja solucions des de l'àmbit de la química en general als problemes socio-ambientals?	
5. Proposa la QV com a mesura concreta?	
6. Planteja quines son les causes i els efectes dels problemes?	
7. En concret afavoreix la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un Desenvolupament Sostenible?	
<p>Comentaris: Malgrat de no aparèixer el concepte de Química Verda implícitament s'han observat diverses oportunitats desaprofitades on si que s'haguera pogut incloure en algun apartat dels següents temes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T13: Reaccions Químiques. Càlculs estequiomètrics - T14: Introducció a la Química del Carboni (en aquest tema apareixen documents CTSA que fan referència al desenvolupament sostenible, però en cap moment ho relaciona amb la Química Verda) 	

Llibre de text C5

Nº DE TEMES: Química 5- Física 6 + 1 Annexe	Nº DE PÀGINES: 367 (Q 170- F 183)
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta?	
3. Apareixen referències a la Química Verda en:	
3 Planteja solucions des de l'àmbit de la química en general als problemes socio-ambientals?	
4 Proposa la QV com a mesura concreta?	
5 Planteja quines son les causes i els efectes dels problemes?	
6 En concret afavoreix la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un Desenvolupament Sostenible?	
<p>Comentaris: Malgrat aparèixer el concepte de Química Verda implícitament s'han observat diverses oportunitats desaprofitades on si que s'haguera pogut incloure en algun apartat dels següents temes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T3: Estequiometria i energia de les reaccions químiques - T4: Química del Carboni 	

Llibre de text C6

Nº DE TEMES: 10 Química	Nº DE PÀGINES: 302
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta	
3. Quina proporció del tema li dedica	
4. Proposa la QV com a mesura per a resoldre problemes socioambientals?	
5. Planteja solucions des de l'àmbit de la química?	
6. Planteja quines son les causes i els efectes del problema?	
7. Contribueix a la conscienciació dels problemes mediambientals	
8. Afavoreix a la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un desenvolupament Sostenible?	
<p>Comentaris: Malgrat de no aparèixer el concepte de Química Verda implícitament s'han observat diverses oportunitats desaprofitades on si que s'haguera pogut incloure en algun apartat dels següents temes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T13: Reaccions Químiques. Càlculs estequiomètrics - T14: Introducció a la Química del Carboni (en aquest tema apareixen documents CTSA que fan referència al desenvolupament sostenible, però en cap moment ho relaciona amb la Química Verda) 	

Llibre de text C7

Nº DE TEMES: Química 10 + 2 Annexes	Nº DE PÀGINES: 368
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta	
3. Quina proporció del tema li dedica	
4. Proposa la QV com a mesura per a resoldre problemes socioambientals?	
5. Planteja solucions des de l'àmbit de la química?	
6. Planteja quines son les causes i els efectes del problema?	
7. Contribueix a la conscienciació dels problemes mediambientals	
8. Afavoreix a la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un desenvolupament Sostenible?	
<p>Comentaris: Malgrat aparèixer el concepte de Química Verda implícitament s'han observat diverses oportunitats desaprofitades on si que s'haguera pogut incloure en algun apartat dels següents temes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pràctiques final de temes on es fa referència del tractament de residus però en cap moment a la Química Verda - T5: Càlculs en les reaccions químiques. Estequiometria - T10: Química del Carboni 	

Llibre de text C8

Nº DE TEMES: Química 11 + 3 Annexes	Nº DE PÀGINES: 383
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta	
3. Quina proporció del tema li dedica?	
4. Proposa la QV com a mesura per a resoldre problemes socioambientals?	
5. Planteja solucions des de l'àmbit de la química?	
6. Planteja quines son les causes i els efectes del problema?	
7. Contribueix a la conscienciació dels problemes mediambientals	
8. Afavoreix a la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un desenvolupament Sostenible?	
<p>Comentaris: Malgrat de no aparèixer el concepte de Química Verda implícitament s'han observat diverses oportunitats desaprofitades on si que s'haguera pogut incloure en algun apartat dels següents temes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T9: Energia i velocitat de reacció (es parla dels catalitzadors naturals, però en cap moment fa referència a la Química Verda) - T10: Química del Carboni (biocombustibles) 	

Llibre de text C9

Nº DE TEMES: Química 10 + 2 Annexes	Nº DE PÀGINES: 368
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta	
3. Quina proporció del tema li dedica	
4. Proposa la QV com a mesura per a resoldre problemes socioambientals?	
5. Planteja solucions des de l'àmbit de la química?	
6. Planteja quines son les causes i els efectes del problema?	
7. Contribueix a la conscienciació dels problemes mediambientals	
8. Afavoreix a la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un desenvolupament Sostenible?	
<p>Comentaris: Malgrat aparèixer el concepte de Química Verda implícitament s'han observat diverses oportunitats desaprofitades on si que s'haguera pogut incloure en algun apartat dels següents temes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pràctiques final de temes on es fa referència del tractament de residus però en cap moment a la Química Verda - T5: Càlculs en les reaccions químiques. Estequiometria T10: Química del Carboni 	

Llibre de text C10

Nº DE TEMES: Química 9 + 1 Annexe	Nº DE PÀGINES: 269
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda - T9 (no apareix el concepte de QV pero si alguns dels principis bàsics que la sustenten	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta - Tracta alguns dels principis bàsics que la sustenten	
3. Quina proporció del tema li dedica - Apartat del tema	
4. Proposa la QV com a mesura per a resoldre problemes socioambientals? - Si	
5. Planteja solucions des de l'àmbit de la química? - No	
6. Planteja quines son les causes i els efectes del problema? - No	
7. Contribueix a la conscienciació dels problemes mediambientals - No	
8. Afavoreix a la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un desenvolupament Sostenible? - No	
Comentaris: Malgrat aparèixer el concepte de Química Verda implícitament s'han observat diverses oportunitats desaprofitades on si que s'haguera pogut incloure en algun apartat dels següents temes: - T7: La reacció química. Es parla de catalitzadors però en cap lloc es fa referència a la QV - T9: reaccions químiques d'interès industrial i mediambiental. Es parla de biocombustibles com a forma d'obtenir combustible renovable a partir de la	

biomassa però no apareix cap referència a la QV. Hi ha un apartat del tema que fa referència a la química i la construcció d'un futur sostenible on s'exposen alguns dels principis de la QV però en cap moment es fa referència a ella.

5 La química i la construcció d'un futur sostenible

Durant la seva evolució social, l'ésser humà ha fet servir els recursos naturals de manera que, a banda de beneficis, també ha provocat un seguit de perjudicis per al medi ambient i per a ell mateix.

La química ajuda a conèixer aquests processos i permet que es realitzin de la manera més beneficiosa possible. Les seves conseqüències són especialment importants en les àrees següents:

- Permet obtenir **materials** de manera sintètica, cosa que evita que s'esgotin els recursos naturals.
Els plàstics i altres materials permeten fabricar objectes que abans necessitaven la utilització de fusta, metall o cristalls naturals.
Molts fàrmacs s'obtenen d'animals o plantes. Gràcies a la química en coneixem la fórmula i els podem obtenir en el laboratori en les quantitats necessàries.
- **Protegeix el medi ambient** evitant emissions nocives:
En aquesta àrea la química actua:
 - **Depurant els combustibles**, amb l'objectiu de reduir la proporció de compostos nitrogenats i de sofre que contenen.
 - **Buscant noves fonts d'energia**, per tal de no exhaurir els recursos naturals, com la biomassa i el bioetanol, que a més redueixen la quantitat de CO₂ a l'atmosfera.
 - **Estudiant reaccions** que captin els òxids de nitrogen i sofre en els tubs d'escapament dels cotxes i les xemeneies de les centrals tèrmiques per **evitar que arribin a l'atmosfera gasos tòxics** [figuras 9.25 i 9.26].
- Ens permet viure millor facilitant-nos productes que milloren les condicions d'higiene, com ara els **productes de neteja**, les substàncies que **potabilitzen l'aigua**, purifiquen l'aire, etc.
- La recerca química també ha descobert substàncies que no existeixen a la natura i que són més efectives en la **lluita contra determinades malalties** i la seva prevenció.

Qüestions i Problemes

- 7 Explica com es pot originar pluja àcida per la combustió de derivats del petroli.
- 8 La fabricació de cotxes que fan servir catalitzador en el tub d'escapament va suposar un gran avanç en la lluita contra la contaminació atmosfèrica. Explica'n el perquè.
- 9 Una manera d'evitar la contaminació per SO₂, que es produeix a les centrals tèrmiques consisteix a col·locar filtres amb hidròxid de magnesi a les torres de sortida de gasos. Repassa la reacció que té lloc entre el SO₂ i el Mg(OH)₂ i justifica per què evita la sortida de gasos contaminants a l'atmosfera.



Figura 9.25 A les xemeneies de les centrals tèrmiques, s'hi instal·len filtres com aquest, en els quals el SO₂ que es produeix reacciona amb Mg(OH)₂ i es transforma en un sòlid:

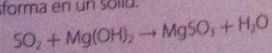
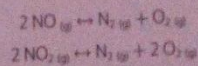


Figura 9.26 En el tub d'escapament dels cotxes, s'hi col·loca un catalitzador que afavoreix la reacció dels òxids de nitrogen convertint-los en gasos no contaminants:



Llibre de text D1

Nº DE TEMES: 10 + 1 Annexe	Nº DE PÀGINES: 371
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta?	
3. Apareixen referències a la Química Verda en:	
3 Planteja solucions des de l'àmbit de la química en general als problemes socio-ambientals?	
4 Proposa la QV com a mesura concreta?	
5 Planteja quines son les causes i els efectes dels problemes?	
6 En concret afavoreix la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un Desenvolupament Sostenible?	
<p>Comentaris: Malgrat de no aparèixer el concepte de Química Verda implícitament s'han observat diverses oportunitats desaprofitades on si que s'haguera pogut incloure en algun apartat dels següents temes ja que si que s'han tractat explícitament alguns dels principis que formen part de la QV, sense relacionar-ho:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T4: Termodinàmica química (s'haguera pogut tractar en l'apartat d'aplicacions energètiques de les reaccions químiques) - T5: Cinètica Química (haguera sigut una bona oportunitat incloure alguns dels principis de la QV al estudiar els factors que influeixen en la velocitat d'una reacció i en la catàlisi i mecanismes) - T6: Equilibri químic - T7: Reaccions de transferència de protons - T8: Reaccions de transferència d'electrons (Es fa referència a la energia verda en un enunciat d'un apartat, però no fa més referència) - T9: Els compostos del carboni - T10: Química, indústria i societat (Aquesta es una de les ocasions més desaprofitades d'aquest llibre, ja que es tracten alguns dels principis però en cap moment es cita la QV) 	

Llibre de text D2

Nº DE TEMES: 8 + 4 Annexes	Nº DE PÀGINES: 319
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta?	
3. Apareixen referències a la Química Verda en:	
3 Planteja solucions des de l'àmbit de la química en general als problemes socio-ambientals?	
4 Proposa la QV com a mesura concreta?	
5 Planteja quines son les causes i els efectes dels problemes?	
6 En concret afavoreix la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un Desenvolupament Sostenible?	
<p>Comentaris: Malgrat de no aparèixer el concepte de Química Verda implícitament s'han observat diverses oportunitats desaprovechades on si que s'haguera pogut incloure en algun apartat dels següents temes ja que si que s'han tractat explícitament alguns dels principis que formen part de la QV, sense relacionar-ho:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T3: Energia de les reaccions químiques - T4: Velocitat de les reaccions: cinètica química - T5: Equilibri químic. Entropia i energia lliure de Gibbs - T6: Reaccions de transferència de protons - T7: Reaccions de transferència d'electrons 	

Llibre de text D3

TÍTOL: Química 2	CURS: 2n Batxillerat
Nº DE TEMES: 8 + 4 Annexes	Nº DE PÀGINES: 319
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta?	
3. Quina proporció del tema li dedica?	
4. Proposa la QV com a mesura per a resoldre problemes socioambientals?	
5. Planteja solucions des de l'àmbit de la química?	
6. Planteja quines son les causes i els efectes del problema?	
7. Contribueix a la conscienciació dels problemes mediambientals?	
8. Afavoreix a la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un desenvolupament Sostenible?	
<p>Comentaris: Malgrat de no aparèixer el concepte de Química Verda implícitament s'han observat diverses oportunitats desaprofitades on si que s'haguera pogut incloure en algun apartat dels següents temes ja que si que s'han tractat explícitament alguns dels principis que formen part de la QV, sense relacionar-ho:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T3: Energia de les reaccions químiques - T4: Velocitat de les reaccions: cinètica química - T5: Equilibri químic. Entropia i energia lliure de Gibbs - T6: Reaccions de transferència de protons - T7: Reaccions de transferència d'electrons 	

Llibre de text E1

Nº DE TEMES: 10	Nº DE PÀGINES: 235
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda?	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta?	
3. Quina proporció del tema li dedica?	
4. Proposa la QV com a mesura per a resoldre problemes socioambientals?	
5. Planteja solucions des de l'àmbit de la química?	
6. Planteja quines son les causes y els efectes del problema?	
7. Contribueix a la conscienciació dels problemes mediambientals	
8. Afavoreix a la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un desenvolupament Sostenible?	
<p>Comentaris: Malgrat no aparèixer el concepte de Química Verda explícitament s'han observat diverses oportunitats desaprofitades on si que s'haguera pogut incloure. Com per exemple:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T5: Cap a una gestió sostenible del planeta; es parla de sostenibilitat i s'anomenen les diferents crides que la societat científica ha realitzat al llarg d'aquestos anys però en cap moment apareix el concepte de QV. - T6: L'impacte humà en el sistema Terra; apareixen els diferents aspectes de l'impacte global (contaminació) però no la QV 	

Llibre de text E2

Nº DE TEMES: 9	Nº DE PÀGINES: 198
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda?	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta?	
3. Quina proporció del tema li dedica?	
4. Proposa la QV com a mesura per a resoldre problemes socioambientals?	
5. Planteja solucions des de l'àmbit de la química?	
6. Planteja quines son les causes y els efectes del problema?	
7. Contribueix a la conscienciació dels problemes mediambientals	
8. Afavoreix a la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un desenvolupament Sostenible?	
<p>Comentaris: Malgrat no aparèixer el concepte de Química Verda explícitament s'han observat diverses oportunitats desaprovechades on si que s'haguera pogut incloure. Com per exemple:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T7: Cap a una gestió sostenible(II); es parla de desenvolupament i sostenibilitat i s'anomenen les diferents crides que la societat científica ha realitzat al llarg d'aquestos anys, de l'educació ambiental però en cap moment apareix el concepte de QV - T8: Noves necessitats, nous materials: es tracta el tractament i gestió de residus, on es nombren alguns dels principis que fonamenten la QV però no es fa cap referència a la mateixa. 	

Llibre de text E3

Nº DE TEMES: 9	Nº DE PÀGINES: 191
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda? T7: Noves necessitats, nous materials	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta? Simple explicació del concepte aportant alguns dels principis	
3. Quina proporció del tema li dedica? Un paràgraf dintre de l'apartat del tema de nous materials , noves tecnologies i medi ambient	
4. Proposa la QV com a mesura per a resoldre problemes socioambientals? si	
5. Planteja solucions des de l'àmbit de la química? no	
6. Planteja quines son les causes y els efectes del problema? no	
7. Contribueix a la conscienciació dels problemes mediambiental? no	
8. Afavoreix a la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un desenvolupament Sostenible? no	
<p>Comentaris: Malgrat no aparèixer el concepte de Química Verda explícitament s'han observat diverses oportunitats desaprofitades on si que s'haguera pogut incloure. Com per exemple:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T6: Cap a una gestió sostenible del planeta; es tracten temes com el problema de l'energia i els residus, dels principis per a una gestió sostenible del planeta on es tracten alguns dels principis en que es basa la QV però no es realitza cap referència a ella. 	

Nuevas necesidades, nuevos materiales



El caucho de las ruedas de los coches se reutiliza como baldosas en parques infantiles, debido a sus propiedades de antivibración y amortiguación de los golpes.

En relación con los materiales, los sistemas de teledetección también han sofisticado la localización de recursos, permitiendo a los países que poseen estas avanzadas tecnologías identificar, desde el espacio, dónde se encuentran dichos recursos.

Otras tecnologías han permitido el desarrollo de **chips sensores** que cambian de color en presencia de ciertas sustancias, sobre todo de gases, lo que favorece la detección precoz de gases tóxicos y un mejor control de los procesos de producción. Este tipo de sensores sirve también para detectar contaminantes tóxicos en el agua y, más recientemente, en la industria alimentaria.

Cabe mencionar, por último, que el desarrollo de la **informática** está permitiendo la elaboración de bases de datos con información sobre las empresas, sus procesos y productos, lo que permite un mayor control de los procesos de producción química y, sobre todo, del destino de los residuos.

En cualquier caso, cuando un recurso se agota, es muy escaso, caro o simplemente no existe, se apela a la ciencia y a la tecnología en busca de materiales sustitutivos. Cada vez se intenta más que los nuevos materiales desarrollados sean biodegradables y que se puedan reutilizar más frecuentemente, es decir, que sean menos contaminantes. A este nuevo enfoque de la industria química se le denomina la **«química verde»**.

La química verde parte, por tanto, del diseño de productos y procesos que reduzcan o eliminen la formación de sustancias peligrosas. Algunos de los procesos basados en este concepto son el uso de materia prima que provenga del reciclado, el empleo de disolventes menos contaminantes, o la generación de reacciones con menos necesidad energética.



La presión social en cuestiones medioambientales va imponiéndose poco a poco y, cada vez más, las empresas intentan que sus materiales sean menos contaminantes.

Actividades

- 1 Investiga las consecuencias de algunos de los principales desastres medioambientales ocurridos en nuestro país. ¿Qué sanciones o penas tienen los delitos medioambientales? ¿Te parecen adecuadas?
- 2 Busca información sobre la aplicación de los sensores de detección de contaminantes.

REACH

REACH es el nombre del reglamento mediante el cual la Unión Europea pretende crear un sistema de información integrado para el registro, la evaluación, la autorización y la restricción de sustancias y preparados químicos en todos los países miembros.

Llibre de text E4

Nº DE TEMES: 11	Nº DE PÀGINES: 255
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda? T8: Respostes Ambientals	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta? Concepte i algunes línies de treball	
3. Quina proporció del tema li dedica? 3.1 Activitat per als estudiants 3.2 Apartat del tema dedicat a la Química Verda: subapartat del punt 3 Respostes als problemes ambientals 3.3 Comentari 3.4 Peu de foto 3.5 Al final del tema, fora del tema (activitat complementaria) 3.6 Altres	
4. Proposa la QV com a mesura per a resoldre problemes socioambientals? No	
5. Planteja solucions des de l'àmbit de la química? No	
6. Planteja quines son les causes y els efectes del problema? No	
7. Contribueix a la conscienciació dels problemes mediambientals No	
8. Afavoreix a la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un desenvolupament Sostenible? No	
Comentaris: Malgrat no aparèixer el concepte de Química Verda explícitament s'han observat diverses oportunitats desaprofitades on si que s'haguera pogut incloure. Com	

per exemple:

- T7: La salut de Gaia: tractament de residus
- T9: Materials d'ús quotidia

RESPOSTES AMBIENTALS ■

amb vista a conservar l'ecosistema i permetre'n la reutilització.

En la **reutilització de les aigües grises**, s'aprofita l'aigua de la dutxa o de la rentadora per a aquells usos en els quals no cal aigua potabilitzada (per exemple, les cisternes dels vàters). La reutilització de les aigües grises permet reduir els costos de potabilització i de depuració.

El **dessalatge** consisteix a obtenir aigua apta per al regadiu i el consum animal o humà a partir de l'aigua del mar, sigui mitjançant processos basats en tecnologies de membrana o per destil·lació. El dessalatge sempre inclou un cert consum energètic que cal tenir en compte a l'hora d'estendre'l.

3.1.7 Química verda

Entenem per **química verda** el corrent científic i ideològic que cerca millorar els processos químics industrials a través de l'eficiència energètica i dels reactius, i evita la utilització de compostos perillosos.

Alguns exemples d'aquestes línies de treball consisteixen a fer servir líquids iònics (en comptes de dissolvents orgànics), potenciar les reaccions bioquímiques o desenvolupar polímers basats en la cel·lulosa.

3.1.8 Arquitectura bioclimàtica

L'**arquitectura bioclimàtica** consisteix a dissenyar habitatges i edificis tenint en compte les opcions naturals per estalviar energia en calefacció i aire condicionat.

Així, aquesta disciplina té molt present l'orientació de l'habitatge, la disponibilitat de l'energia solar, l'aprofitament de les brises per a la refrigeració, l'aïllament de finestres, portes i murs...

Construcció bioclimàtica.

CONNEXIÓ

Física. Com es relaciona la temperatura d'una bombeta amb la seva eficiència energètica?

Química. Què és una destil·lació?

3.2 Límits de les respostes tecnològiques

En l'apartat anterior, hem vist que hi ha moltes alternatives tecnològiques que donen resposta a la problemàtica ambiental, i algunes ja funcionen d'una manera habitual avui dia (energies renovables, depuradores, arquitectura bioclimàtica, etc.). Tot i això, les respostes tecnològiques són insuficients.

A continuació, exposem alguns dels motius que justifiquen aquesta insuficiència:

- **La millora de l'eficiència no implica una reducció del consum global.** Les millores tecnològiques solen basar-se en la millora de l'eficiència de l'energia i els recursos, és a dir, en la reducció del consum per unitat de servei. Però si la demanda d'unitats de servei augmenta (per l'augment de població i l'increment del consum del servei), una millora de l'eficiència pot no comportar una reducció del consum global d'energia o de recursos per a aquest servei.
- **Les millores de l'eficiència originen un «efecte rebot».** La reducció de costos derivada de la millora de l'eficiència provoca que la demanda augmenti (el servei resulta més accessible) i que aquest estalvi derivi cap a consums nous. Tots dos factors redueixen els efectes finals de la millora introduïda.

Annex III

QÜESTIONARIS REALITZATS A PROFESSORAT EN FORMACIÓ

ANNEX III

QÜESTIONARIS REALITZATS A PROFESSORAT EN FORMACIÓ

En aquest annex es pot veure detalladament cadascun dels qüestionaris passats a alumnes del Màster en Professorat de Secundària de l'especialitat de Física i Química (N=89) durant els cursos 14-15, 15-16 i 16-17.

Titulació:.....L. QUÍMICA..... Any finalització:.....2011.....

Sexe:.....Mujer.....

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Si. La química verde se trata de desarrollar procesos en el que la generación de residuos sea mínima, o estos se puedan reutilizar; que emplee la mínima cantidad de reactivos (especialmente de solventes).

2. D'on procedeix eixe coneixement?

Máster de técnicas experimentales en Química (dentro de uno de los módulos, se nos habló algo del tema ya que el grupo de investigación trabajaba en ello)

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

El desarrollo de sistemas en flujo (FIA) que reutiliza el uso de reactivos

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Si. Esto llamado a ser una parte necesaria en la formación de los futuros químicos (o científicos) de cara a un cuidado y respeto del medio ambiente.

Titulació: Lic. QUÍMICA..... Any finalització: 2012.....

Sexe: MUJER.....

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

El concepto de Química Verde se refiere a una química sostenible, la que intenta eliminar los posibles residuos.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

Del problema del tratamiento de los residuos y el que se ~~se~~ previene la generación de estos.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

Ninguna aportación

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Todo lo que esté relacionado con prevenir la contaminación es adecuado de introducir en el currículum.

Titulació: Lic. Química..... Any finalització: 2012.....

Sexe: MUJER.....

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

El concepto de Química Verde se refiere a una química sostenible, la que intenta eliminar los posibles residuos.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

Del problema del tratamiento de los residuos y el quexer ~~se~~ prevenir la generación de estos.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

Ninguna aportación

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Todo lo que esté relacionado con prevenir la contaminación es adecuado de introducir en el currículum.

Titulació: LICENCIATURA QUÍMICA Any finalització: 2012

Sexe: H

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

El concepto de química verde se refiere a una química que sea sostenible con el medio ambiente y mucho más respetuosa.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

Me ha parecido leerlo alguna vez en algún periódico.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

Las aportaciones son hacer una química más sostenible, promoviendo el uso de reactivos que sean menos nocivos para el medio ambiente, por ejemplo, en vez de coche impulsador por gasolina, por hidrógeno...

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Se debería prestar mucha más atención en el currículum puesto que es una cosa que puede ayudar a mejorar nuestra calidad de vida, y sobre todo ayuda a que las futuras generaciones disfruten de la calidad de vida que tenemos podido gozar.

X

Titulació: ~~Química~~ Llicenciat en Química Any finalització: 2005

Sexe: Femení

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.
Fa referència a la forma de produir, per exemple medicaments, d'una forma eficient q no contamine i que utilitzi el mínim de recursos i energia. Això es pot aplicar per a qualsevol procés de fabricació.
2. D'on procedeix eixe coneixement?
De la necessitat de disminuir la contaminació que comporta la fabricació de productes i els efectes col·laterals que comporta.
3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?
La síntesi en poques etapes de ~~la producció~~ composts orgànics com medicaments.
4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?
Sí, perquè es tracta d'un tema interessant ~~que~~ que té molt a veure amb la ciència i que els alumnes com a futurs ciutadans tenen el dret de conèixer.

X

Titulació: ~~Química~~ Llicenciat en Química Any finalització: 2005

Sexe: Femení

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.
Fa referència a la forma de produir, per exemple medicaments, d'una forma eficient q no contamine i que utilitzi el mínim de recursos i energia. Això es pot aplicar per a qualsevol procés de fabricació.
2. D'on procedeix eixe coneixement?
De la necessitat de disminuir la contaminació que comporta la fabricació de productes i els efectes col·laterals que comporta.
3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?
La síntesi en poques etapes de ~~els~~ composts orgànics com medicaments.
4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?
Sí, perquè es tracta d'un tema interessant ~~que~~ que té molt a veure amb la ciència i que els alumnes com a futurs ciutadans tenen el dret de conèixer.

Titulació: ARQUITECTO TÉCNICO Any finalització: 2011

Sexe: MASCULINO

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

- La Química Verde consiste en el ~~del~~ intento químico de realizarse sostenible, investigando como poder eliminar los productos químicos peligrosos de nuestro día a día.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

- Del interés por la sostenibilidad, sobre todo debido al TFM, ya que este es mi tema.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

- Ninguna.

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

- Si para poder concienciar a los alumnos desde la base y contribuyan favorablemente a la sostenibilidad.

Titulació: LICENCIADO EN QUÍMICA Any finalització: 2012

Sexe: MUJER

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Una química que se basa en el aprovechamiento de los residuos que generamos en cualquier otro proceso de nuestra vida cotidiana.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

De la necesidad de reciclar los residuos.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

Ninguna.

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

sí, porque es importante que los alumnos aprendan que la química no es siempre mala y que no todo lo que tiene química contamina.

Titulació: INGENIERIA QUIMICA Any finalització: 2010

Sexe: FEMENINO

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

No, pero supongo que debe estar relacionado con la química que influye en la naturaleza.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

De la química en la naturaleza (medio ambiente).

NS

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

Ulls
Capa de ozono

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Si, porque no se tiene conocimiento al respecto y se debería tener nociones para poder evitarlo o al menos influir menos o mejor.

Titulació: L. QUÍMICA Any finalització: 2012/2013

Sexe: MUJER

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

A mi entendre, es aquella química que se preocupa per la contaminació. Es una química de "tipo ecológico". Es decir, por ejemplo, en una ~~empresa~~ fábrica de papel del tipo de "química verde", tendrían un buen sistema de gestión de residuos, etc...

2. D'on procedeix eixe coneixement?

Me suena haber sido algo alguna vez, pero nunca he profundizado en ello.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

Favorece la no contaminación

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Si. la contaminación es un tema de actualidad y que hay que tener muy en cuenta; además, es un aspecto muy relacionado con la química.

Titulació:.....QUÍMICA..... Any finalització:.....2012.....

Sexe:.....✓.....

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Suposem que és química sostenible i per al medi ambient, tot i que no hem rebut cap informació al respecte.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

Alguna informació trobada en internet

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

Cap, imaginem això si la optimització dels agents més contaminants i la recerca d'energies alternatives

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Sí, cap al món al qual ens dirigim sense combustibles fòssils, les energies seran molt importants en el futur.

Titulació: ENGINYERIA QUÍMICA Any finalització:.....

Sexe: MASCULÍ

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

No, però m'imagino que és un tipus de ciència relacionada amb la sostenibilitat. És a dir, per a resoldre problemes científics de forma més ecològica per al medi ambient.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

Supose que de la creixent contaminació.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

Cop

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Crec que sí, perquè molta gent i inclús els químics no saben realment el que és.

Titulació: CIÈNCIA 7 TÈC. ALIM. Any finalització: 2009

Sexe: FEMENÍ

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

No, però per el tèrmino utilitzado s'espera que sea utilitzar un tipa de química que sea respetuosa con el medio ambiente.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

—

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

—

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Si este concepto es ~~usa~~ o menos lo que pido me parece que es muy interesante que este presente en el curriculum de química porque todo lo que sea respetuoso con el medio ambiente, tenga que ver con la sostenibilidad, etc. es de suma importancia en la actualidad.

Titulació: LIC. FÍSICA..... Any finalització: 2011.....

Sexe: FEMENÍ.....

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l. No, mai he sentit parlar de Química Verda, però imagine que serà l'aplicació de conceptes de química ~~per~~ a la millora del medi ambient. Relacionat amb la sostenibilitat.
2. D'on procedeix eixe coneixement? De la intuïció
3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química? Cap
4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?
Sí.
Pot ser una activitat CISA.

Titulació: LL. FARMÀCIA Any finalització: 2009

Sexe: FEMENÍ

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

- No, però intento pensar que serà algo sobre química més ecològica, menys contaminant, que generi menys residus etc...

2. D'on procedeix eixe coneixement?

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Titulació: Ingeniería de Montes Any finalització: 2011

Sexe: Masculino

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

No. Per la coetilla verde, supongo que se refiere a intentar hacer los procesos con menos contaminantes.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Titulació: INGENIERO AGRÓNOMO..... Any finalització: 2011.....

Sexe: Femenino.....

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

No lo conozco pero imagino que se puede basar en la observación de la naturaleza, las plantas, etc., las reacciones > comportamientos que ocurren.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Titulació: LICENCIATURA QUÍMICA Any finalització: 2011

Sexe: MUJER

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

No lo conozco porque nunca me lo han explicado.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

Supongo que el término Química Verde procede de la química en el medio ambiente.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

Ninguna.

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Sinceramente no lo sé porque desconozco el contenido de esta parte de la Química.

Titulació: LIC QUÍMICA Any finalització: 2009

Sexe: MASCULÍ

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

NO

2. D'on procedeix eixe coneixement?

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

NO

2. D'on procedeix eixe coneixement?

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Titulació: FARMACIA Any finalització: 2011

Sexe: MUJER

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l. No, nunca he oido este término, pero por el nombre pienso que se trata de una química preocupada por el medio ambiente, cuya finalidad es la conservación del planeta.

2. D'on procedeix eixe coneixement? Del sentido común, ya que nunca he oido hablar de este término.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

Ninguna

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

-

Titulació: QUÍMICA Any finalització: 2019

Sexe: Mujer

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

La Química Verde consiste en el estudio de una mejora de la gestión de recursos y un menor impacto ambiental.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

Cada día somos mas conscientes del deterioro que sufre el planeta por lo que se intentan encontrar formas que ayuden a un mejor empleo y gestión de los recursos es minimizar los residuos y ~~no~~ intentar causar menor impacto ambiental.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

La Química Verde por ejemplo se ayuda con las disolventes orgánicos propiamente disolventes alternativos que sean menos contaminantes y a ser posible se utilice menor cantidad de estos.

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Si es importante que la gente sea consciente y que participe.

Titulació: Ing. Químico Any finalització: 2012

Sexe: Hombre

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Si, mínimamente.
Pienso que es el uso de la química, pero intentando reducir la máxima posible el uso de productos químicos.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

Comentario del profesor.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Si.
Ya que se podría evitar posibles concepciones erróneas sobre la química, como que esta no contribuye al cuidado del medio-ambiente.

Titulació: Física Any finalització:

Sexe:

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Consiste en la llamada Química Sostenible, no haciendo uso de sustancias que dañen el medio ambiente en la fabricación de productos y materiales ya sean para el consumo humano o no. Además ~~con~~ favorece la creación de productos que sirvan para resolver problemas de contaminación.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

Revistas científicas y de divulgación, en la carrera.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

- Tratamiento de aguas residuales y acuíferos contaminados.
- Envases ecológicos en lugar de los plásticos.
- Reutilización de las gomas de los neumáticos.

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Sí, cuando estudié no se daba.

Titulació: ELICENCIATURA QUÍMICA Any finalització: 2013

Sexe: ~~1~~ VARÓ

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

- És la química associada a la sostenibilitat del planeta, és dir, la química que ~~pot~~ es fa per afrontar els problemes del medi ambient, canviant ~~els~~ procediments o substituint materials per altres menys.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

En la carrera han habido diverses assignatures ^{o optatives} associades al medi ambient (Química Analítica del M.A., Q. INORG. --, Q. ORGÁNICA, -- etc.) en el que apareix el concepte.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

El disseny de materials biodegradables, per exemple, o el disseny de biodegradables que usen menys esp. o redi contaminants.

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

És important prestar atenció, avui dia res de parador, ja que és important per les generacions futures relacionades de les problemes medioambientals, i de com la química (entenc el la química) treballa per solucionar-los.

Titulació: ING. AERONÁUTICO Any finalització: 2012

Sexe: MASCULINO

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

No. Imagino que serà Química aplicada a la sostenibilidad, en el objetivo de desarrollar herramientas científicas que ayuden a ~~resolver~~ resolver problemas medioambientales (por ej, desarrollo de materiales biodegradables, tratamiento de residuos, etc.)

2. D'on procedeix eixe coneixement?

Inferència personal.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Se le debería dar más importancia para evitar la imagen ~~de la~~ negativa de la Química (industria química, productos químicos) como algo negativo y nocivo para el medio ambiente, y ~~mostrar que también puede contribuir a~~ mostrando los aspectos positivos de la Química ~~para~~ como contribuidora al desarrollo sostenible.

Titulació: Física Any finalització: 2012

Sexe: Hombre

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Sí. Más o menos. Química sostenible, es decir no destructiva con el medio-ambiente.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

De la universidad, de la vida.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

—

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Sí. Concienciar a los futuros científicos, y a los ciudadanos, en general, es importante de cara a un futuro sostenible.

Titulació: CIENCIAS AMBIENTALES Any finalització: 2012

Sexe: HOMBR

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Química verde es la relación de conceptos y experimentos de la química con una relación biológica con la problemática medioambiental. Es decir, apoyar el uso de procesos químicos que favorezcan la sostenibilidad.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

Está relacionado con la aparición de la conciencia ambiental a partir de los años 70 donde ~~se~~ surgen movimientos ciudadanos respecto a problemas ambientales, muchos de ellos generados por desechos de la química.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

~~Filtros para a retenciones~~ Filtros para contaminantes atmosféricos.
 Depuración de aguas.
 Descontaminación de suelos.
 ...

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Sí, ~~pero~~ ^{porque} guarda relación ~~con~~ ^{con} CTSA y es importante en el clima del aula en por de la sostenibilidad.

Titulació: Graduació en Física Any finalització: 2013

Sexe: Dona

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l. No, sols sé que és una química que té en compte implicacions sostenible
2. D'on procedeix eixe coneixement? De classe, però no veierem al concepte detingudament, sols de passada. Classe d'Ampero Vilches.
3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química? Ninguna.
4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?
Si, perquè es deuria d'explicar bé que és, en què consisteix i la seua importància en l'actual situació d'emergència planetària.

Titulació: GRAU FÍSICA..... Any finalització: FEBRER 2014.....

Sexe: FEMENÍ.....

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l. NO!

Sols he escoltat que és la química que protegeix el medi ambient.

2. D'on procedeix eixe coneixement? classe d'Amparo Vilches al màster de Secundària.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química? Cap.

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Penso que sí devia incloure's al currículum de Química, ja que un dels grans problemes de l'ensenyament -aprenentatge de les ciències és que se li atribueixen tots els mals que té el planeta (o la majoria); i així concientitzar als alumnes que hi ha una altra possibilitat de química, i que les ciències també donen i creen solucions per als problemes del planeta.

Titulació: Llicenciatura Química Any finalització: 2014

Sexe: Dona

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

La química verda és aquella que pot donar-se en el medi ambient i que és beneficiosa per a ell.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

La química verda sorgeix per a contrarestar els efectes del canviament global que està patint la Terra deguts a l'efecte hivernacle.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

Els biocombustibles, l'obtenció d'energia eòlica, hidroelèctrica...

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Sí, ja que és important per a la sostenibilitat del planeta. A més, estaria bé tenir més informació, ja que jo he contestat aquest qüestionari sense estar segura de si és així o no.

Titulació:..... FÍSICA Any finalització:..... 2008
Sexe:..... H

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

LA QUÍMICA VERDA ÉS UNA QUÍMICA QUE NO FA RESIDUS TOXICS I CONTAMINANTS, QUE ES PREOCUPA DEL MEDI-AMBIENT.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

DE LA PRENSA

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

NINGUNA

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

PENSE QUE SÍ, PER QUÈ ESTÀ DIRECTAMENT RELACIONADA ALS CONCEPTES DE SOSTENIBILITAT I DE DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE I ES NECESARI QUE LA GENT SAPIGA DE AQUEST TEMA PER A PODER APORTAR EL SEU CONTRIBUT I FER-HO CONSCIENTEMENT.

Titulació: Enginyer Químic Any finalització: 2011

Sexe: Dona

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Si. La química verda és la estudiada ~~la~~ ~~la~~ els processos químics ~~per~~ per minimitzar el residus, aprofitar al màxim els reactius i deixar el menor impacte en el medi.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

- Del pensament que la Terra funciona com ésser viu i que tota alteració porta les seves conseqüències. (Gaia)

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

- La química verda ~~està~~ esdevé una forma de treball i de reconstruir la química minimitzant conseqüències.

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

- ~~Si~~ Penso que s'hauria de introduir més àmpliament al currículum de química, per què està una possible solució als nous reptes per fer front als problemes del planeta.

Titulació: ENGINYER QUÍMIC Any finalització: 2009

Sexe: Home

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

La Química Verda és aquella que es deu a fer minimitzant els efectes negatius que puga causar sobre el medi ambient.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

Coneixement que he desenvolupat al llarg del meu currículum acadèmic.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

Que ha sent preuqa consciència de la problemàtica i que fassa us, per exemple, de les 3R → Reduï, Reutilitza, Recicla.

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Si, perquè crec que prestant atenció a aquest tema es facilitarà una sostenibilitat del planeta.

Titulació: LICENCIATURA CC. FÍSICAS Any finalització: 2002

Sexe: Home

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

No

2. D'on procedeix eixe coneixement?

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Titulació: L. QUÍMICA Any finalització: 2012

Sexe: FEMENI

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Sí, es aquella que estudia la química en el àmbit de la sostenibilitat, desenvolupament...

2. D'on procedeix eixe coneixement?

No sabria especificar-ho :)

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

En realitat, cap en concret.

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Sí, perquè personalment, haver acabat la carrera de química i no tenir exactament una concepció de la química verda em resulta fast i verganyós.

Titulació: ING. ELÈCTRIA. GRADU..... Any finalització: 2014.....

Sexe: ♂.....

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Se qué tiene relación con el menor impacto ambiental

2. D'on procedeix eixe coneixement?

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Si. Hay que encaminar a la sociedad hacia el desarrollo sostenible.

Titulació:.....I.S...... Any finalització:.....2011.....

Sexe:.....X.....

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Segurament sí, però no soy capaç de explicarlo. (Tengo más reciente Químicas Oro[®] una empresa que se ha publicitado en los medios. Sana y sana)
No lo recuerdo. Lástima.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

De antigues assignatures, de medios de comunicacion, de charlas y/o coloquios.
No lo recuerdo (el concepto).

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

Ahora mismo no está suficientemente fresco en mi memoria. Por favor, hagan más publicidad en los medios cotidianos.

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Sí. Cualquier variación, novedad o reorientación de una disciplina, considero que debe tenerse en cuenta, se llame como se llame.

Titulació: Graduat en Química Any finalització: 2014

Sexe: Dona

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Si, la química verda engloba totes aquelles tècniques i procediments que són químics que són respectuosos amb el medi ambient.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

D'una assignatura de la carrera i ~~en~~ en otra de màster.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

Cincc que estan desenvolupant tècniques d'anàlisi química que tracten de produir menys gasos i residus com per exemple, la síntesi de RX per a la determinació de composició analítica d'alguns aliments per tal de sustituir la de ICP-OES.

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Si, perquè es responsabilitat de totquem cuidem el medi ambient, i es veu per a la humanitat d'avui i es de demà. I tots hem de tenir uns coneixements mínims per a ser crítics i respectuosos amb novelles matèria.

Titulació: BIOLÒGIA Any finalització: 2010

Sexe: VARON

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Creo que es ha d'abstenir de productes químics que no sean daninos per el medio ambiente, que contribuyan a una sostenibilidad eficaz.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

De Internet bàsicament, búsqueda por curiosidad de dicho concepto.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Sí, porque sería una aplicación de la química y porque nos enseñaría cómo sería la vida para proteger el medio ambiente.

Titulació: Física Any finalització: 2013

Sexe: H

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

És la química sostenible, que s'enfoca de l'evolució i l'investigació química de manera sostenible i respectuosa amb el medi.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Si, perquè no se' parla res del tema

Titulació: FÍSICA Any finalització: 2009

Sexe: MUSCER

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

La química verde ~~estudia~~ investiga les metodologies i aplicacions químiques que ajuden a un desenvolupament sostenible.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

De una classe dentro del màster de formació del professorat.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

∅

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Supongo que sí, pero debería ser la evaluación del uso y aplicaciones de la química.

Titulació: Grado en Ingeniería Química Any finalització: 2014

Sexe: Mujer

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Intenta enfocar la química de forma que se reduzca la contaminación en los procesos químicos, de forma que se afronte desde un punto de vista acorde con un desarrollo sostenible.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Sí, pues todos los docentes deben ajustar su modo de educación a fomentar el desarrollo sostenible y la de hacerse hincapié en la importancia de cuidar el Medio Ambiente.

Titulació: Graduado Ing. Eléctrica Any finalització: 2014

Sexe: Hombre

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Es la parte de la Química que trata sobre cuidar el medio ambiente y sostenibilidad.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

Mencionado levemente en algunas asignaturas del máster en educación, especialidad de Física y Química.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Sí, es algo que la ciudadanía debería conocer más.

Titulació: FÍSICA Any finalització: 2014

Sexe: HOME

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

No. No puc.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

No ho sé.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

Casi.

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

No tinc els elements necessaris per respondre això.

Titulació: QUÍMICA Any finalització: 2013

Sexe: Femení

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

La química relacionada amb tractaments que puguin millorar processos contaminants, relacionats amb la conservació del medi ambient. Es preocupa pels residus generats per la pròpia química.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

Per la quimiòfobia i la necessitat de millorar processos tant de forma rentable com ecològica.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

No coneix cap aportació.

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

crec que sí ja que relaciona societat - tecnologia - sostenibilitat i que és importantíssim ser conscients de que existeix i es pot treballar amb ella.

Titulació: ING. QUÍMICA Any finalització: 2012

Sexe: HOMBRE

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

MÁS O MENOS..

DISCIPLINA QUE SE ENCARGA DE ESTUDIAR LOS ASPECTOS RELATIVOS
A LA SOSTENIBILIDAD Y AL MEDIOAMBIENTE

2. D'on procedeix eixe coneixement?

~~PER~~ HACE 10-20 AÑOS. QUIZÁS LA DEFINIERON EN UNA CONGRESO

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

/

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

SI, PORQUE ES FUNDAMENTAL QUE LOS INDIVIDUOS NOS
CONCIENCIEMOS SOBRE LAS PROBLEMÁTICAS ACTUALES

Titulació: Ms. Noves Any finalització: 2016

Sexe: ♀

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Química que se encarrega de intentar posar alguna solució a la problemàtica de emergència planetària.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

De la problemàtica ambiental actual.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Si, es important concieniar a los alumnos.

Titulació: Llicenciado en Química Any finalització: 2009

Sexe: Hombre

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Química que no és perjudicial per al medi ambient
(no genera residus)

2. D'on procedeix eixe coneixement? No ho sé

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

Catàlisi

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Si, perquè és important per a contribuir a la sostenibilitat.

Titulació: INGENIERIA QUÍMICA Any finalització: 2012

Sexe: MASC

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Es la parte de la química que estudia la minimización de residuos y del impacto ambiental que estos generan y subproductos.
Por ejemplo, usar catalizadores menos nocivos para el ambiente o materiales biodegradables.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

De la necesidad social de disminuir la huella ecológica dentro de una nueva forma de entender la investigación y el sector industrial... surge de los entornos académicos europeos.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

la búsqueda e investigación de materiales más fácilmente reciclables o menos nocivos.
Materiales biodegradables como bolsas vegetales.

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Sí, porque hay muchos ~~estigmas~~ estigmas negativos sobre el papel de la química y esto puede favorecer a ser más cercana. Y porque hemos de andar hacia el decrecimiento y el consumo responsable, por ello necesitamos que la ciencia y los recursos nos lleven a desarrollar y vivenciar la sostenibilidad.

Titulació: Llicenciatura Química Any finalització: 2009

Sexe: Femení

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

La química verda es centra en el desenvolupament de mètodes que permeten reduir els impactes al medi ambient ~~el país~~

2. D'on procedeix eixe coneixement?

No ho sé.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

El desenvolupament de processos catalítics que permeten utilitzar qualitats menors de reagents i la reutilització de derivats reactius (química orgànica)

El disseny de reaccions que utilitzen com a dissolvent compostos no tòxics com l'aigua (front als orgànics que són molt contaminants)

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Sí, puix que és important perquè està ~~total~~ directament relacionat amb la sostenibilitat.

Titulació: Química Any finalització: 2008

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Si, o al menos eso creo, la química verde es una forma de hacer química en la cual se es responsable no solo de los resultados sino también de los desechos y subproductos que se producen y busca que estos no sean dañinos. Normalmente implica la sustitución por reactivos más ecológicos.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

Educació no formal, a nivell conversacional.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

- ~~El~~ ~~concepte~~ de - 2a transició de reaccions en fase acuosas
- El uso de catalizadores inorgánicos para la disolución de los volúmenes de reacción.
- El buen uso de evitar ciertos disolventes debido a su peligrosidad.

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

- Pues sí, así se fomentará la idea de que la química también es responsable de los subproductos. Además fomentará que se elimine el concepto alternativo de que la química (la ciencia en general) ~~contamina~~ produce la contaminación.

GRAU INF INDUSTRIAL

2007

Titulació: DOCTORAT INF MATEMÀTICA Any finalització: 2016

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

No ho conec. Per el sentit (etimològic) que queda induït de les dos paraules diria que es tracta el area de la química & encaminades a la sostenibilitat.

2. D'on procedeix el teu coneixement?

Induït.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Sí, perquè debria jugar un paper important en les generacions futures. És important que els alumnes coneguin el potencial de la química para solucionar los problemas relativos a la sostenibilidad, etc.

Titulació: GRADUAT EN FÍSICA Any finalització: 2013

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

No el conec. Si haguera de dir el que pense que és, diria que és tots els processos industrials que fan ús de la química de manera sostenible amb el medi ambient. Tècniques potser més complertes i menys rentables econòmicament però necessàries en un món desenvolupat i sostenible.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

L'acabe d'improvisar.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

Cap.

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Pense que caldria parlar d'això com a part de l'alfabetització científica de la societat, no sols al currículum de química sinó també als instituts.

Titulació: Química (6rto) Any finalització: 2016

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

La Química Verda es la química conocida como Química del medio ambiente. Hay unos 10 principios acerca de esta química, algunos de ellos son \rightarrow usar los menos reactivos posibles, generar reacciones eficientes, con reactivos y productos inocuos.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

~~Anàlisi~~ Anàlisi química del medio ambiente (Màgnatura optativa 4^a Química)

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Por supuesto, al final es algo que se da por sabido, pero que si nos lo hubieran explicado en primera quizás podríamos haber contribuido un poco más.

Titulació: Grau en Química Any finalització: 2015
Màster Tècniques Experimentals Química 2016

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Coneixer com a tal no, però supose el que és. Podria ser una forma d'aplicar la química o els coneixements que tenim de química a la societat actual de manera que millorara el nostre estil de vida / facilitara la nostra vida d'una manera sostenible.

Les mètodes per eliminar contaminants o per analitzar concentració dels contaminants en mostres.
Les utilitzar menys dissolvents orgànics...

2. D'on procedeix eixe coneixement?

Al Màster cursat l'any passat em donaren algunes nocions sobre preparació sostenible de mostres, anàlisi sostenible etc. però mai m'han explicat el concepte de Química Verda com a tal.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

Esmentat anteriorment: bàsicament es busquen noves formes de fer el mateix (síntesi de fàrmacs, anàlisi de mostres etc.) reduint l'ús d'energia o reactius que són nocius per al medi ambient.

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Sí, pel ja esmentat. Pot contribuir a millorar la qualitat de vida a la vegada que no danyem el medi.

Titulació: Grav en química Any finalització: 2015

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Crec recordar que vam dedicar un apartat a l'optatiu de Anàlisi del medi ambient a la carrera, feia menció a la necessitat de gestió més verda o ~~de més fe~~ ^{inovadora i generadora} un procés de producció de ~~matèria~~ un producte de forma que el procés generi ~~el menys~~ la mínima quantitat possible de residus i que els productes secundaris que es produeixen s'acoplen a altres processos de producció. Crec recordar que

2. D'on procedeix eixe coneixement?

^{consistia en 10 apartats}
De l'assignatura de 4^è curs optatiu al grau de Química Anàlisi del medi ambient.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Titulació: Gradu en Química Any finalització: 2016

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'!

No, però pense que consisteix en utilitzar productes menys tòxics, ~~a les rec~~ i generar la mínima quantitat de desperdissos possibles a les reaccions.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

No.

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Si, ja que es ~~poden~~ presenten problemes per al medi ambient que poden tenir solució.

Titulació: Graduació en Química Any finalització: 2014

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Per a mi és una especialitat de la química que tracta la minimització dels residus i l'aprofitament de recursos per a minimitzar el màxim l'impacte sobre el medi ambient, tant a nivell industrial com de laboratori.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

Em la facultat ens van informar del "Punt Verd" i vam tractar en l'exposició d'un amic del tema.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

No el coneix.

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Si, perquè ajuda als estudiants universitaris a entendre les relacions C.T.S.A. d'allò que estudiem.

Titulació: L. Química..... Any finalització: 2011.....

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Si, ~~no~~

La química verde es intenta buscar una química más sostenible, procesos en los que productos secundarios puedan ser reutilizados.

ej. Reducir productos innecesarios con la investigación en catalizadores.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

La licenciatura.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

• Intentar reducir pasos en producciones.

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

No se le ha prestado mucha atención, fue una optativa.

Ingeniería Química

2014

Titulació: ~~Doctor~~ Any finalització: ~~2017~~

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Si, fue uno de los másteres que hicieron algunos de mis compañeros de carrera, y lo hice, pero exactamente no debería explicarlo. Supongo que tiene que ver con el uso de procesos químicos con el objetivo de no producir residuos ni contaminantes dañinos

2. D'on procedeix eixe coneixement?

De movimientos ecologistas y científicos, he pas

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

No sé si el uso de FeO_2 para la reducción del suero biotecnico

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Si, porque se debe usar la química para cambiar o mejorar procesos productivos para que sean más ecológicos

Titulació: LICENCIATURA EN QUÍMICA Any finalització: 2011

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Una química que col·labore amb el medi ambient, millorant la sostenibilitat.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

D'una necessitat medi ambiental.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Sí. Perquè tot allò que és beneficiós per al medi ambient ens beneficia a nosaltres i és necessari que tots tinguem coneixements al respecte.

Titulació: Gradu en Física Any finalització: 2015

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

No. Supose que serà una part de la química que tracta la sostenibilitat en diversos àmbits: ~~ecologia industrial~~ però encarat a l'ecologia industrial.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

És una unió de diversos àrees: química, bioquímica, enginyeria que tracten la sostenibilitat de forma transversal.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

Cap

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Sí, per no fer com jo i tenir una base nul·la de química ~~no aplicar~~. És plantejats amb una connotació mediambiental negativa i no és així.

Titulació: Física Any finalització: 1998

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

NO

2. D'on procedeix eixe coneixement?

—

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

—

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

SI, POR SU UTILIDAD Y INNOVADORA.

Titulació: Ciencia y tecnología de los alimentos Any finalització: 2016

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

NO, imagino que serà la química relacionada con la ciencia de la sostenibilidad o alguna parte de ella.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

Química

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Sí, es importante la concienciación y para ello ha de haber conocimiento.

Titulació: Enginyer d'Obres Públiques Any finalització: 2011

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

No, només dir que en una que té que veure amb sostenibilitat

2. D'on procedeix, eixe coneixement?

Penso que d'algun científic interessat en la sostenibilitat ambiental

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

Motor d'Aigua, d'hidrogen i altres estudis encaminats a la sostenibilitat

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Sí, perquè és un camp d'interès social per a conèixer millor el perquè de determinades accions a favor del desenvolupament.

Titulació: Grado Ingeniería Mecánica Any finalització: 2014

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

No, lo desconozco completamente.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Supongo que si. Per que es una rama de la química que parece cuidar el medioambiente. Algo necesario para el desarrollo sostenible. Una parte muy importante para la formación ciudadana.

Titulació: GRADUAT EN QUÍMICA Any finalització: 2015

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Si. La aplicació de la química, concipint de la química en la creació de un sistema sostenible que resolgui un problema del món a través.

2. D'on procedeix el teu coneixement?

Ha estat en una assignatura ambiental.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

→ catalitzador

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

~~debuta que~~
Si. Atès que a que pot ser una solució a ~~les~~ un dels principals problemes socio-culturals.

Titulació: ET. AGRÍCOLA Any finalització: 2009

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Entic que és la química que s'esforça de desenvolupar tècniques o procediments més sostenibles amb el medi ambient.

2. D'on procedeix el teu coneixement?

Per iniciació

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

No en coneix.

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Sí; pense que és important que els alumnes vegin els diferents aspectes de la química i també i especialment les aportacions positives que pot tenir en el medi ambient.

Titulació: Química..... Any finalització:.....

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Química basat en el respecte del medi ambient.

2. D'on procedeix eixe coneixement? 100% alternatiu.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Si, es important l'educació respectant el medi ambient, per una sostenibilitat del planeta.

Titulació: Graduació y Màster 1er any Química any finalització: 2016

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Sí. La "Química Verda" és el terme que s'utilitza per a referir-se a la química que està relacionada directa o indirectament amb el medi ambient.

2. D'on procedeix el teu coneixement?

De la rama de la química.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

- Alimentació (agrocultius, conservació dels aliments...)
- Tecnologies renovables.

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Sí. Per a conscienciar als ciutadans i fomentar la participació de la societat en les decisions ~~de~~ relacionats a aquest tema.

Titulació: GRADO EN QUÍMICA Any finalització: 2015

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Química hacia la producción de productos o uso de sistemas menos tóxicos y reciclables.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

Optativa de 4º de grado llamada 'Análisis químico del medioambiente'.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

—

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Nombrento para que tengamos una clara idea de que es y como funciona.

Titulació: GRADU EN BIOTECNOLOGIA..... Any finalització: 2014.....

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Conelxes el concepte de Química Verda? Explica'l.

No el sé (no sé ni el sé). Pot imaginar-me que potser té a veure amb una de les aplicacions de la química que, a banda de no afectar negativament a l'entorn, ajuden a processar vinculats amb la sostenibilitat.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

De xarxes socials, xarxes...

3. Quines aportacions conelxes d'aquest camp de la Química?

Cap o no m'entrecoorde.

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Si. No pot ser que gent (on m'indueix) no sàpiga res d'un tema que pot ser vital per a l'àmbit medioambiental i que està tan present a les nostres vides.

Titulació: L CIÈNCIES AMBIENTALS Any finalització: 2014

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Imagine que es tracta d'utilitzar la química des de un punt sostenible, desenvolupant químics degradables, o que no perjudiquen greument al medi ambient.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Crec que, si no estic equivocada en la seva definició, la considere imprescindible a causa dels greus problemes ambientals presents.

Ingenieria Tècnica Agrícola
Licenciatura Ciència i Tecnologia Aliments

Titulació: Master Calidad Alimentaria Any finalització: 2015

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Crec que té a veure amb ~~menys~~ que les indústries utilitzen menys pesticides, que es desenvolupen més alternatives com biocombustible.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Crec que es molt interessant per a la sostenibilitat.

Titulació: Llicenciatura química Any finalització: 2012
Master Química Sostenible 2013

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

És la química que té en compte les rutes alternatives de manera que obtinguem el producte que volem però tenint en compte la contaminació dels residus que es generen i considerant la reutilització dels productes no desitjats

2. D'on procedeix eixe coneixement?

Del màster de química sostenible i de l'educació

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

Les aportacions són moltes, entre elles donar solució al problema d'emergència del planeta.

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Sí, és realment necessari

Titulació: Biog química i Ciències Biomèdiques Any finalització: 2015

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Em s'ha donat el concepte d'haver-lo escoltat al Màster de Química Forense. Consistiria en utilitzar processos no contaminants i et la importància de separar els residus que ho són per a emmagatzemar-los.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

Al Màster en Química Forense.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Si. És important per a l'evolució de la societat d'una manera correcta i començar els científics a canviar les coses des de dins.

Titulació: Enginyeria Química Any finalització: 2011

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Química enfocada ^{al} ~~del~~ medi ambient.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

De l'institut

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

Ara mateix no me'n recorde.

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Opine que s'ha de prestar atenció la mateixa atenció a tot els àmbits de la Química i la Química Verda mereix eixa atenció com a àmbit que és.

Titulació: Doctora en química Any finalització: 2016

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Supera el poder utilitzar els recursos necessaris
per a que la nostra generació pugui viure sense
comprometre el desenvolupament de generacions futures.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

Master de Química sostenible.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

- Reciclaje

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Sí, perquè els alumnes deuen conèixer aquest camp
de la química com el que és, un camp de la química
i no ^{sols} com un tema de debat social.

Titulació: ENGINYERIA AGRÍCOLA Any finalització: 2012

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

PENSE QUE ES TRACTA D'UNA VARIANT DE LA QUÍMICA ON ES
TRACTEN PROCEDIMENTS I BASES CIENTÍFIQUES MÉS RESPECTUOSES
AMB EL MEDI AMBIENT. SERIA UNA BONA MANERA D'APROPAR-SE
MÉS A LA SOSTENIBILITAT

2. D'on procedeix eixe coneixement?

DES DE MENUDA HE ESTAT MOLT CONCIENCIADA AMB EL MEDI
AMBIENT I L'ECOLOGIA. HE REALITZAT MOLTITUT DE VOLUNTARIS
MATS AMBIENTALS I CURSETS REFERENTS ON ALGUNA VEGADA
S'HA COMENTAT EL CONCEPTE.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

REALMENT NINGUN

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

PENSE QUE SERIA UNA FERRAMENTA IMPORTANTÍSSIMA QUE
S'HAVIA DE POTENCIAR A CLASSE DES DE L'INFÀNCIA,
AL IGUAL QUE CONCIENCIACIÓ AMBIENTAL, RECICLATGE,
RESPECTE PEL MEDI AMBIENT...

Títol: ING. TÈC. QUÍMICA INDUSTRIAL / CCMIIB
Titulació: QUÍMICA INDUSTRIAL Any finalització: 2008/2011

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Creo que tiene que ver con el uso de pesticidas y técnicas agrícolas que minimicen el daño a los suelos, darle la oportunidad de regenerarse y no disminuir la productividad.

2. D'on procedeix este coneixement?

—

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

—

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Si es un campo que aporta soluciones y respuestas a los desafíos que nos enfrentamos
Creo
que debería plantearse.

GRADUADA EN ENGINYERIA MECÀNICA (2014)

Màster en Construccions i Instal·lacions Industrials (2016)

Titulació:..... Any finalització:.....

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

No havia sentit mai el concepte de Química Verda.
Pot ser tinga alguna cosa que veure amb l'ús de
pesticides i tot allò que siga danyí per als sols,
però com que no conec exactament què vol dir
aquest terme, no contestaré les altres preguntes.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Titulació: BIOTECNOLOGIA Any finalització: 2016

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

NO EL CONEC, PERÒ SUPOSE QUE ES REFERIX A
MÈTODES I PROCEDIMENTS QUÍMICS ~~PER A APLICAR-LOS~~
APLICATS AL MEDI AMBIENT PER PREVENIR O
TRACTAR LA CONTAMINACIÓ.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

TRACTAMENT DEL PETROLI ABOCAT A GALICIA PEL
'PRESTIGE'

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

CAL PRESTAR UNA IMPORTANT ATENCIÓ, JA QUE
ÉS UNA DE LES ÀREES ON ES POT
APLICAR LA QUÍMICA A LA VIDA REAL.

Titulació: Ingenieria Química Any finalització: 2011

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Creo que sí. Es la rama de la química que se encarga de investigar métodos para prevenir la contaminación y regeneración de ecosistemas.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

De mirar distintos tipos de másteres y uno de ellos era de química sostenible (de los penúltimos explicativos)

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

Ninguna.

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Sí, para concienciar de que la química también aporta soluciones al cambio climático y para dar a conocer un área de la química desconocida como posible salida profesional de los alumnos.

Titulació: Llicenciat Química Any finalització: 2013

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

No, però suposo que és tracta de la química aplicada a l'ecologia. Reduint la presència de químics nocius o difícils d'eliminar per altres més sostenibles.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

De les necessitats ecològiques vistes des d'un punt de vista ecològic.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

La divulgació científica sempre necessita més matèria.

Titulació: Química Any finalització: 2011

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Es la química respectuosa amb el medi ambient

2. D'on procedeix eixe coneixement?

De la carrera

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Sí perquè caldre un canvi cap a la sostenibilitat

Titulació: Grado en Química Any finalització: 2016

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

No, pero creo que podría referirse a la reutilización de los productos químicos empleados o al uso preferentemente de compuestos no contaminantes ni nocivos para el medio ambiente.

2. D'on procedeix eixe coneixement?

De unir los conceptos química y sostenibilidad. Lo que puedo imaginar es eso, pero nadie me lo ha explicado como tal.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

—

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Sí, sería interesante. Pero actualmente en una asignatura optativa en el grado y no la he cursado.

Titulació: Química Any finalització: 2008

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a contribuir a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.

Si, o al menys eso creo, la química verde es una forma de hacer química en la cual se es responsable no solo de los resultados sino también de los desechos y subproductos que se producen y busca que estos no sean dañinos. Normalmente implica la sustitución por reactivos más ecológicos.

2. D'on procedeix el teu coneixement?

Educació no formal, a nivel conversacional.

3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?

- El ~~recepta~~ de - la transición de reacciones en fase acuosa
- El uso de catalizadores inorgánicos para la disminución de los volúmenes de reacción.
- El buen uso de evitar ciertos disolventes debido a su peligrosidad.

4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

- Pues sí, así se fomentará la idea de que la química también es responsable de los subproductos. Además fomentará que se elimine el concepto alternativo de que la química (la ciencia en general) contamina (y produce la contaminación).

Annex IV

**QÜESTIONARIS REALITZATS A
ESTUDIANTS DEL MÀSTER EN
INVESTIGACIÓ EN
DIDÀCTIQUES ESPECÍFIQUES
(CIÈNCIES EXPERIMENTALS)**

ANNEX IV

QÜESTIONARIS REALITZATS A ESTUDIANTS DEL MÀSTER EN INVESTIGACIÓ EN DIDÀCTIQUES ESPECÍFIQUES (CIÈNCIES EXPERIMENTALS)

En aquest annex es pot veure detalladament cadascun dels qüestionaris passats a alumnes del Màster en Investigació en Didàctiques Específiques durant els cursos 14-15 i 15-16 en l'especialitat de Ciències Experimentals (N=12).

Máster de Investigación en Didácticas Específicas

Química Verde y Ciencia de la Sostenibilidad

1. ¿En qué consiste la Química Verde?

* NUNCA HABÍA OÍDO ESTE TÉRMINO

PER EL MÓN IMAGINO:

- * Productos químicos con menor índice de Imp. Ambiental
- * FERTILIZANTES más acordes a la propia biología humana.
- * Uso racional de los recursos químicos.

2. ¿De dónde procede ese conocimiento?

- Científicos implicados y preocupados y concienciados en las repercusiones negativas para el Medio Ambiente y las personas.
- Presión Social.

3. ¿Qué aportaciones conoces de ese campo de la Química?

No sé si, exactamente^{química}, pero conceptos
de Química Verde para situaciones de
deprivación de agua

ELIAS F. AMORÓS

Màster de Investigació en Didàctiques Específicas

Química Verde y Ciencia de la Sostenibilidad

1. ¿En qué consiste la Química Verde?

→ Nunca había escuchado el término. Puedo pensar que tiene que ver con la elaboración de soluciones a través de procesos químicos a problemas de sostenibilidad, principalmente a través de aprovechamiento químico de los vegetales/plantas.

2. ¿De dónde procede ese conocimiento?

Podría venir de soluciones a nivel de la química de laboratorio hacia la agronomía.

3. ¿Qué aportaciones conoces de ese campo de la Química?

- El único que se me ocurre es en la producción de biomas a través de algas como energía alternativa.
- Empleo de sustancias químicas para el control de cuerpos de agua.

Nuria Álvaro Mora

Máster de Investigación en Didácticas Específicas

Química Verde y Ciencia de la Sostenibilidad

1. ¿En qué consiste la Química Verde?

Parte de la química centrada en los aspectos más ambientales. (estudio + mejora calidad ambiental.)

- Estudio de los contaminantes y productos de uso ^{actual} cotidiano
- Estudios cambio climático

2. ¿De dónde procede ese conocimiento?

Me suena haber escuchado el término durante el grado y en bachillerato como apartado del libro

3. ¿Qué aportaciones conoces de ese campo de la Química?

- Nuevas sustancias menos tóxicas para el ambiente
- Investigación de contaminantes y propuesta de mejora de productos
- Técnicas de descontaminación

Cristina Elvira Són

Màster de Investigació en Didàctiques Específicas

Química Verde y Ciencia de la Sostenibilidad

1. ¿En qué consiste la Química Verde?

La química verde es una rama de la química que surge ante la problemática del cambio climático. Conozco que uno de los aspectos que se trabajan es el empleo de equipos menos contaminantes y que generen menos residuos.

2. ¿De dónde procede ese conocimiento?

En la facultad.

3. ¿Qué aportaciones conoces de ese campo de la Química?

Química
Analítica
Verde

- Nuevos equipos para la detección de concentraciones mediante RX en lugar de emplear un ICP que requiere reactivos bastante perjudiciales para el medio

Marie Luise Rodríguez

Máster de Investigación en Didácticas Específicas

Química Verde y Ciencia de la Sostenibilidad

1. ¿En qué consiste la Química Verde?

La Química Verde para mí es utilizar todos los conocimientos que se conocen acerca de la química para intentar hacer los procesos más sostenibles. Por ejemplo: intentar sustituir los disolventes por otros más que sean menos tóxicos, o utilizar procesos donde se utilicen menos disolventes, o se generen menos residuos.

2. ¿De dónde procede ese conocimiento?

Los conocimientos que tengo acerca de este tema los he aprendido en clase en la universidad.

3. ¿Qué aportaciones conoces de ese campo de la Química?

El uso de los disolventes y la disminución de residuos que comentaba en la pregunta 1.

MIREIA BALASTEGUI TOMÀS

Màster de Investigación en Didácticas Específicas

Química Verde y Ciencia de la Sostenibilidad

1. ¿En qué consiste la Química Verde?

Subdisciplina de la Química dedicada al Medio Ambiente. Aporta análisis, soluciones y mejoras a través de las aplicaciones químicas.

2. ¿De dónde procede ese conocimiento?

Asignaturas del último curso de licenciatura en Química:
Química Ambiental y Química Analítica del Medio Ambiente

3. ¿Qué aportaciones conoces de ese campo de la Química?

- Optimización de muestreadores de gases
- Diseño de análisis de contaminantes
- Diseño de productos naturales como sustitutos de los pesticidas.

Anabella Garsoñ

Máster de Investigación en Didácticas Específicas

Química Verde y Ciencia de la Sostenibilidad

1. ¿En qué consiste la Química Verde?

Química menos contaminante, más limpia.

Investigar alternativas menos contaminantes a los procesos en los que interviene la química y que se han visto que están afectando al medio ambiente.

Procesos químicos que pueden limpiar la contaminación?

2. ¿De dónde procede ese conocimiento?

Investigación en química "alternativa"

3. ¿Qué aportaciones conoces de ese campo de la Química?

Microalgas, o microorganismos que pueden extraer contaminantes del medio ambiente.

Olga

5-11-2015.

31

Màster de Investigació en Didàctiques Específicas 2014-15

Química Verde y Ciencia de la Sostenibilidad

1. ¿En qué consiste la Química Verde?

Es una rama de la química que trata de contribuir a la sostenibilidad mediante la aportación de tecnología, técnicas y conocimientos que mejoran o compensan aspectos ambientales que hasta el momento no tenían solución.
Por ejemplo, productos químicos que se solidifican vertidos de hidrocarburos para ayudar a su eliminación.

2. ¿De dónde procede ese conocimiento?

~~Procede de la química y bioquímica.~~
De la prensa

3. ¿Qué aportaciones conoces de ese campo de la Química?

Productos que solidifican hidrocarburos para ayudar a su eliminación.

DESIRÉE PEÑA CHÁFER

Máster de Investigación en Didácticas Específicas

Química Verde y Ciencia de la Sostenibilidad

1. ¿En qué consiste la Química Verde?

Es un ámbito de estudio que se ha desarrollado con el objetivo de estudiar y concienciar los cambios que se producen en el planeta por la no sostenibilidad.

2. ¿De dónde procede ese conocimiento?

Máster

3. ¿Qué aportaciones conoces de ese campo de la Química?

—

No

Oliver Suanjo

Màster de Investigació en Didàctiques Específicas 2014-15

Química Verde y Ciencia de la Sostenibilidad

no

1. ¿En qué consiste la Química Verde?

Consiste en estudiar, investigar y lograr productos químicos ~~no~~ permanentes en el medio, sin impactos negativos en la salud humana, sin afectación a la biodiversidad y asequible para toda la personas para la ayuda al desarrollo de toda la países por igual.

2. ¿De dónde procede ese conocimiento?

De las investigaciones sobre la efectos de productos químicos en los problemas ambientales a nivel humano y del medio (TDT, CFCs, ...) y la necesidad de transformar la industria química para su integración dentro de la sostenibilidad.

3. ¿Qué aportaciones conoces de ese campo de la Química?

DEUSI KALAS

Máster de Investigación en Didácticas Específicas 2014-15

Química Verde y Ciencia de la Sostenibilidad

1. ¿En qué consiste la Química Verde?

NO

Química que trata entre otros o más ambiente e sustentabilidad. Trata de producir con una menor agresión a natura.

2. ¿De dónde procede ese conocimiento?

Procedido pela mídia.

3. ¿Qué aportaciones conoces de ese campo de la Química?

Alimentos sem agrotóxicos, produtos industriais menos agressivos ao meio ambiente.

RAQUEL

Màster de Investigació en Didàctiques Específicas 2014-15

Química Verde y Ciencia de la Sostenibilidad

1. ¿En qué consiste la Química Verde?

Es lo que es una rama de la química que pretende trabajar en productos y aplicaciones químicas que no sean nocivas con el medio ambiente y/o la salud, de manera que ayuden a ir hacia la sostenibilidad.

2. ¿De dónde procede ese conocimiento?

Un poco por contexto y por el propio nombre. T.b. se había nombrado en el máster de secundaria, aunque no hablamos entrado en detalle.

3. ¿Qué aportaciones conoces de ese campo de la Química?

No conozco, me puedo imaginar que trabajan en cosas como jabones, tintes, abonos,

Annex V

ENTREVISTES A PROFESSORAT EN ACTIU

ANNEX V

ENTREVISTES A PROFESSORAT EN ACTIU

En aquest annex es presenten les transcripcions de les entrevistes realitzades a docents de Física i Química en actiu.

Per tal de facilitar la lectura de la transcripció de les entrevistes realitzades, mostrem a continuació quins han sigut els símbols utilitzats (Gail, 1984):

(1.7): Pausa de 1.7 segons (es pot modificar el número i adaptar-lo segons siga el temps de pausa)

(.): Pausa molt curta, com la d'un punt, no s'utilitza necessàriament el final d'una frase.

(,): La coma indica una entonació contínua, no necessàriament entre les clàusules d'oracions.

(?): Un signe d'interrogació indica una inflexió ascendent, no necessàriament una pregunta.

(!): Un signe d'exclamació indica un to animat, no necessàriament un signe d'exclamació

↑ : Just abans d'una paraula per a indicar un augment en l'entonació

↓ : Just abans d'una paraula per a indicar un descens en l'entonació

xxx=

=yyy: Signes de igual al final d'una intervenció i a l'inici de l'altra per a indicar una intervenció immediatament després de l'altra, però no solapada.

u::m: Dos punts després d'una vocal per a indicar un allargament en la pronunciació d'aquesta

hhh: Indiquen rises (tantes h com dècimes de segon)

((noise)): Doble parèntesis per a indicar sons, accions dels participants o tons (amb ironia, amb complicitat...) amb la qual es diu una frase

mmm: So que es fa amb la boca abans de començar a parlar o durant una intervenció, quan es para a pensar un moment el que es vol dir.

ENTREVISTA 1: P1

M: Coneixes el concepte: de Química Verda(?)

P1: Si

M: Me'l podries explicar a vore(?)

P1: e:: han començat a treballar-ho fa uns anys en la facultat i fins i tot feren cursos per a professors de secundària, que era: e:: una química que se preocupava dels impactes ambientals dels seus processos i reaccions (.) i:: entones procurava treballar fins i tot (so fet amb la boca) ni havia una extensió una cosa que comentaven de química en en molt petites dosis quan no podien ↑recorda que jo soc físic e (?)

M: Si

P1: però se que que tenia un nom que que no se tenia un nom tècnic

M: Microescala

P1: Microescala (hhh) jo dic tenia un nom tècnic perquè jo ho vaig sentir vaja ho dic química a microescala efectivament

M: Aleshores has dit [que

P1: Un] congres que es va fer de química i sostenibilitat en Valencia fa uns:: quatre o cinc anys presentarem alguna cosa C.F. i jo ja te dic (hhhh)

M: Vale aleshores les aportacions que coneixes d'aquest camp es lo de la microescala coneixes alguna mes? Aportacions que s'estiguen fent des del camp de la química verda(?)

P1: (5) m:: no ho se jo crec que tot el tema este que te comentat de:: de anàlisi de de impactes de les dels processos químics i tal

M: Vale e::m se que eres físic però e: l'has tractada alguna vegada en les teues classe:s o l'has incorporat(?)

P1: Ja me va pillar un poc tard per a la historia perquè justet (2) justet quan ja te dic això jo crec que fou un congres: de 2009 o 2010 i va ser a l'any o als dos any de vindre-me'n cap ací o siga que la veritat vaig tindre molt poc i a demes això que tu dius per exemple nosaltres e:: el tema dels laboratoris en el institut pues el teniem mo:lt mo:lt repartit no es dir a demes que eren poqueta gent vuic dir els tres professors dos químics i un físic entones a mi normalment me me tocava casi tot lo de física

M: Vale i: ja esta (2) el coneixement ja m'has dit que provenia de:: la conferencia

P1: Si d'un congrés que va haver ací en Valencia de de: del col·legi de químics: i tal que es que a demés era això química i sostenibilitat o no se que i ahi va ser on vaig sentir o vaig començar a sentir algo a parlar d'eixes coses.

M: D'acord pues ja esta

ENTREVISTA 2: P2

M: Vaig a fer-te unes quantes preguntes. A vore coneixes el concepte de química verda(?)

P2: Si

M: me'l podries explicar?

P2: Dona pues es treballa:r la química de mane:ra que: no: siga lo menys perjudicial possible per al medi ambient

M: Vale i d'on coneix d'on procedeix eixe coneixement(?) On has sentit parlar d'ell(?)

P2: No: he llegit coses no te podria dir

M: Algun congrés o si t'has enterat

P2: S::i però en estos moments si que no te podria dir cap cosa concreta al respecte

M: Vale. I aportacions que estiguen fent-se des de este camp de la química(?)

P2: Es lo que estic diguen-te estic llegint algunes coses però (pff) en estos moments aixina de sobte no:: =

M:=Vale=

P2: =seria capaç de dir-te res

M: Penses que se li hauria de prestar atenció en el currículum de química(?)

P2: Si (.) si perquè:: fonamentalment perquè la gent sempre pensa en la química com una cosa dolenta e i: una de les coses jo quan parlo ací en els meus estudiants lo que els faig vore es que no es així(,) es a dir(,) evidentment e:: mig per medi de la química o:: se poden crear problemes però també se resolen d'altres(,) i per tant jo crec que lo que hi ha que tindre es la visió generalitzada del personal que la química horror horror o siga no hi ha lo difícil o lo difícil sinó per les conseqüències que pot dur mai se veu la part positiva

M: Vale(,) i:: com penses que seria una manera adequada de fer-ho, de introduir-la mes com a activitats(,) com a un temari donant exemples de les aportacions aixina com has dit tu pa que canvien

P2: (aham aham) jo crec que: no son coses excloents(,) crec que no son coses excloents(,) jo crec que inicialment lo que la manera d'introduir jo crec que ha de ser sempre lo que siga mes cridaner(,) es a dir(,) de manera que enganxa al personal i una vegada enganxats ja pots començar a treballar(.) si tu introdueixes como una mena de temari d'estudi e::: pot resultar a lo millor al meu parer e pot resultar massa acadèmic(,) però si tu introdueixes per exemple mitjançant lectures o exemples concrets posant activitats crec que la gent se pot enganxar mes a eixe concepte

M: Val d'acord pues ja esta

ENTREVISTA 3: P3

M: Coneixes el concepte de química verda(?)

P3: Pues no

M:E:: mes o menos: [A que pot

P3: Home] m'imagino que serà algo relacionat en la ecologia no(?) o el medi ambient o(?)

M: Es que no puc dir-te res. E:: penses que seria important que el currículum de química li prestarà atenció(?)

P3: Si(,) no estaria mal no estaria mal

M: Val. I com penses que seria una manera adequada de fer-ho(?) bueno(,) ara si t'explique que es la química verda fa referència a poder disminuir tots els impactes que puga tindre en el tractament de residus un mateixa la síntesi del ibuprofeno abans es feia en nou passos i ara es fa en [sis

P3: mmm]

M: [intentar llevar

P3: ja si::]

M: e:: per tal de no formar tants residus, [utilitzar menys matèria prima menys energia

P3:
m'imaginava que podia ser algo així.

M: I com penses que seria una manera adequada de fer-ho(?) Mitjançant introducció d'activitats: (?) lectures(?)

P3: Si(,) si(,) se podria fer en: per exemple (1) e:: en l'assignatura esta de:: de ciències: com es diu ciències

M: per al mon [contemporani

P3: Si per al mon contemporani] en el qual podria ser perfectament un un tema atractiu per tractar això(,) a banda de les practiques de laboratori(,) en que se poden també disminuir les quantitats jo pense que vaig fer un curset d'estos de la química a [microescala

M: Si

P3: En que reduint les quantitats pues no no fas tant de residu

M: mm: vale(.) Bueno i les aportacions si que coneixes lo de la química a microescala que s'està utilitzant ara en els laboratoris tant dels instituts com la universitat

P3: Si

M: I ja esta

ENTREVISTA 4: P4

M: Conoces el concepto de química verde?

P4: Pues:: hombre me imagino cuál será pero no

M: Dime a ver(?)

P4: Pues la química relacionada con la ecología me imagino no(?) Con la conservación del medio ambiente y todo esto

M: Vale(,) a ver, más o menos, sería la utilización de una serie de principios que van a reducir o eliminar el uso de algunas sustancias peligrosas durante el diseño(,) fabricación o aplicación de productos químicos (?) E: piensas que se tendría que prestar atención en el currículum de química(?)

P4: Prestar atención de dónde quieres decir(?)

M: A la química verde [en los diferentes

P4: ah:: a la química verde]

M: temas que se puede [aplicar

P4: Hombre] sería interesante nosotros a veces lo comentamos sobre todo cuando damos química orgánica que es digamos la química mas contaminante pues si que se habla un poquito de eso alguna cosa(,) pero en fin no forma parte del temario, por supuesto.

M: Y cómo piensas que sería una buena manera de introducirlo(?) Como actividades(?) un temario o como has dicho: mediante temas que estén relacionados(?)

P4: Hombre si se quiere introducir de forma correcta la forma seria un tema dedicado a ello(,) no sé(,) qué actividades de la química son las mas contaminantes(,) e: productos químicos(,) la forma de evitarlos(,) todo esto(.) Algo de eso se da porque hay temas sobre todo en segundo de bachiller que sí que se habla de eso por ejemplo de la lluvia ácida(,) es una pregunta digamos de temario que sí que entra y eso sí que se explica lo que es la lluvia ácida las causas y todo eso y la forma de evitarlo se habla de e: la capa de ozono(,) es decir algunas cosas de este tipo sí que se dan pero no como tema propio sino como algunas preguntitas del tema en concreto.

M: Vale pues ya está. Muchas gracias por las respuestas.

ENTREVISTA 5: P5

M: Coneixes el concepte de química verda(?)

P5: Mm:: e:: he sentit parlar(.) química verda e: es tracta e: (2) processos químics que no contaminen massa i fins i tot per a netejar la contaminació(.) per exemple crec que en tarragona hi ha un centre especialitzat en química verda.

M: Val, e: d'on procedeix eixe coneixement(,) d'on has sentit parlar o(?)

P5: mm: jo crec que vaig assistir a un(.) a un curset fa anys ja de la universitat de Tarragona i en el que s'explicava que volien fer perquè hi havia un problema greu a la industria química de Tarragona en concret a una refineria de petroli

M: Val

P5: La primera vegada

M: Val(,)i aportacions que conegues que s'estiguen fent des d'aquest camp de la química(?)

Has dit de [la

P5: Si] en principi si que=

M: =O a nivell d'educació si coneixes

P5: No a nivell d'educació no(,) no conec (.) no però si que en el camp en el que estan treballant per exemple en per exemple en metalls pesants que com e: com segrestar-los de la natura i sobretot no sols el el evitar el vertit per exemple el mercuri que era molt important en per exemple en la mediterrània(,) sinó com se pot també d'alguna manera netejar si es que es pot els metalls pesants i:: entre altres coses també pel que fa al petroli(,) també esta ple la mediterrània de m:: de m:: petroli de la neteja dels vaixells i demes

M: Vale=

P5: =Estan tractant de..

M: L'has tractat o l'has incorporat en les teues classes(?)

P5: Alguna vegades però poc (1) es a dir(,) diguent-ne de forma tangencial no de forma:: explicita de fer un tema una unitat especial per a ella

M: Vale(,) i ara com penses que:: en la manera de fer-ho seria adequada aixina com has dit d'una [forma tangencial o mitjançant activitats

P5: Si home adequa si]adequada seria mitjançant activitats em:: e que tindrien um: diguem-ne dos fases, la fase d'informació de posar pel·lícules mes d'esquemes per a que per a comprendre de que va i després e: seria ((cortado)) que entra ja no sols els vertits a la a la mar si no també a l'atmosfera per exemple hi ha algunes practiques senzilles de de vore com queda la cendra de la incineració per exemple de nitrats i van a l'atmosfera i demes(,) son practiques molt molt adients per això per exemple(,) cremar un paper que tinga nitrats i vore que passa a l'atmosfera i que eixa provoca la pluja acida com per exemple això ho he fet alguna vega però vuic dir que no era un ↑tema concret de dir esta unitat esta destinada a diguem-ne a la química verda i a concienciar-se de això

M: Vale, pues ja estaria. Moltes gràcies per la seua participació.

ENTREVISTA 6: P6

M: e:: coneixes el concepte de Química Verda? Si el coneixes explica'l

P6: em:: no gaire no gaire eh:: però pot ser em sembla(,) pot ser vaig equivocat(,) que deu ser que vaig equivocat però deu ser tot afixo una mica la química ahm:: ahm:: en relació doncs ahm:: en rutes que siguin mes ecològics i:: que estiguin mes be per la: sustentabilitat del medi ambient i aixis.

M: Val, d'on procedeix aquest coneixement? On has sentit parlar d'ell?

P6: Val, jo també faig química a primer de batxillerat però faig ciències per al mon contemporani i a vegades a:: a:: dins de ciències per al mon contemporani hi entren moltes coses molts temes hi ha.[[]] i parlem d'aliments transgènics, parlem de de cèl·lules mare moltes coses no:: de de l'alimentació i aquí pot ser una mica pot ser una mica n'hem parlat=

M: = Vale=

P6:= a química segur que no eh?? A l'assignatura de química de primer de batxillerat no.

M: mm:: val. Les aportacions que coneixes d'aquest camp de la química?

P6: Les aportacions:: no coneixo gaire algunes serien (2) doncs eh: (2) es clar a:: a:: com pot ser si tinc ben entès seria com a:: mitjans per fer que la a:: el medi ambient a:: que hagi que tot sigui mes sostenible que tot sigui mes sostenible per el desenvolupament de les comunitats dels països de tot

M: I un exemple que pogueres per exemple aplicar per exemple a la química =

P6:= a la química

M: A un tema de química que tu penses que afavoriria a la sostenibilitat

P6: A química a química clar per a primer de batxillerat molt son conceptes de com fer per exemple a:: a:: reaccions químiques clar dintre de reaccions químiques algun tema si que podria intentar-ho fer-ho doncs doncs cosa que no ho faig eh(hh) però a partir d'ara pot ser ho fare (hhhh) cosa que no faig i després hi ha temes que no perquè dissolucions a primer son temes més més d'estequiometria i pot ser doncs no no::bueno no veig no se com aplicar-ho

M: Val, per tant la tractes o l'has incorporat a les teves classes =

P6: =A química de batxillerat no a segon que vaig fer l'any passat no i en ciències del mon contemporani jo em penso que si no se ara jo penso que si una mica si clar

M: Val i::si tingueres que incorporar-la en un futur com creus que seria una bona manera de fer-ho

P6: si::=

M:= en el sentit de relacionar-ho per exemple en el que has dit de les reaccions químiques un exemple podria ser el us de catalitzadors

P6: si (3s) quan els expliques les reaccions químiques o quan els expliques clar ahh:: per exemple a segon de batxillerat que expliques cinètica molecular doncs els catalitzadors o inhibidors si si i introduir-ho intoduir-ho en aquest tema o a equilibri químic també que fas explicar-ho si si introduir-ho aquí si si

M: Val doncs ja esta moltes gracies

ENTREVISTA 7: P7

M: Coneixes el concepte de química Verda(?)

P7: (3)

M: Sabries explicar-lo o que entens=

P7: química verda els processos químics que no malmetin el medi ambient o quan l'extracció de matèries primes o quan un procés respectin les bones practiques medi ambientals

M: Val havies sentit parlar d'aquests procediment(?) O::

P7: Que existia química verda m'ho suposava una mica a quin procés es fa servir no però em suposava que si s'està fent a amb altres practiques en la part de la química també s'havia de fer

M: però ho has sentit o llegit en algun lloc(?)

P7: Pot ser que ho hagi vist en algun lloc o::

M: Val. E:: les aportacions que coneixes d'aquest camp de la química el que m'estaves dient lo de les matèries primes:: (,) que mes havies dit(?)

P7: Després els processos tot el que pugui ser processos i finalment la comercialització i totes aquestes tres parts

M: Val(,) Penses que se li hauria de prestar atenció en el currículum de química(?)l perquè(?)

P7: Home si perquè cada cop anem mes enfocats cap aquí no(?)i mes el de química(,) química que vols dir(?) química com a carrera o química=

M:= Química:: com a secundària secundària secundària=

P7:=secundaria

M: o també en els cicles

P7: Bueno no aviam a química també s'està fent tota la gestió de residus estem parlant de química verda també(,) faltaria el tema de les matèries primeres comprem a qualsevol lloc i pot ser s'estigui extreien el carbó per fer un filtratge o de l'Àfrica o [..]

M: val. L'has incorporat en les teues classes(?)

P7: Bueno l'acabes incorporant pel tema medi ambiental i la gestió de residus

M: ja transversalment sempre acaba=

P7: =clar perquè ja ho acabes incorporant i també estàs parlant no només de química verda sinó vas tocant química ambiental on estàs incorporant tot allò on es fan informes han de presentar la capsula medi ambiental que diem que són millores medi ambientals que ells faran a part lo que fa la indústria tot això=

M: =val tot això ja serien e:: les quina forma creuries tu que seria l'adequada per introduir-la=

P7:=Buenu es pot anar posant en diversos llocs des de que ells que es el handicap a casa seua una mesura la fagin per a que quan vinguen aquí vegin com es fa i a la indústria per que ho esta fent(,) a més els formem ara perquè ja ho fagin i quan arriben a la indústria si es fa malament els hi faran fora.

M: Val d'acord ja esta.

ENTREVISTA 8: P8

M: Coneixes el concepte de Química Verda(?) Si es així el podries explicar(?)

P8: (2) e:: no:: podria inventar-me alguna cosa però no no el conec

M: Val. E:: aleshores e::penses ja que no coneixes el concepte però pots imaginar-te que pot ser=

P8: =si

M: Penses que pot ser se li hauria de prestar atenció en el currículum de química(?)i per què(?)

P8: Jo penso que si perquè: entenc que e:: es una manera de fer química me respectuosa amb el medi ambient i i penso que per tant es important que els nans el coneguin

M: Val. E:: ja que creus que es important com creus que seria una manera adequada d'introduir-la dintre del currículum o a les teves classes(?) Com creus(?)

P8: Jo entenc que això es podria abordar de diferents maneres es pot abordar com a un debat o es pot abordar dintre de les sessions de laboratori també depèn de la edat dels alumnes no eh es pot treballar d'una manera mes lúdica o mes intensiva

M: Val. D'acord.

ENTREVISTA 9: P9

M: E:: coneixes el concepte de Química Verda(?) Si el coneixes me'l pots explicar(?)

P9: Que bona la pregunta eh(?)hh e::: no se:: m:: jo com entenc per mi al procés de química verda seria fer química respectant el medi ambient l'entorn (,), entenc que seria fer una química verda es a dir una mica utilitzar el seny (2) si no deixar de fer química si no ser mes respectuós amb tots els processos es el que jo entenc

M: Val(,) has llegit alguna vegada sobre aquest tema o has sentit parlar(?)

P9: he sentit parlar per tu (hhhhh)

M: Val(.)

P9: Però:: no mai

M: I::: tu penses que se li hauria de prestar atenció en el currículum de química(?)

P9: (2) el ser mes respectuós si com a mínim ho intentem

M:Per que(?)

P9: home doncs perquè:: quan:: s'intenta no si:: algun procés per exemple ara no se el noi que portava l'any passat el treball de recerca doncs si en conter de poder utilitzar un combustible fòssil (2) podem emprar una alternativa no(?) que sigui mes respectuosa amb el medi ambient com per exemple com era la síntesi del hidrogen amb els problemes que pugui comportar doncs a mes s'aprofita l'energia eòlica no(?) per fer la electròlisi del aigua i tampoc no a la seva vegada consumim perquè moltes vegades es com quan veus els vehicles que diu emissió e:: de CO2 zero això es mentida clar el propi vehicle no en farà però per tu carregar el cotxe allò tindrà una emissió per tant jo crec que dins de la matèria si que es contempla el fet da explicar els diferents processos i intentar justificar que de vegades no tenim alternatives o si que les podria haver però per interès econòmic no hi son per aquí hi ha crec interessos econòmics(.) Justament avui hi ha una noticia sobre la industria del cava (1) i la del vi aquí al Penedès doncs intentar rentar las ampollas cosas que ja s'havien fet a:: quan jo era petita portar retornar l'envàs i que el donguin uns diners simbòlics i simplement això la indústria: o sigui la fabricació del vidre també es molt contaminant vuic dir es que (2)

M: val i com creus que seria una manera ja que m'has dit que se li hauria de prestar atenció en el currículum perquè de moment encara no se li presta(,) com creus que seria una manera adequada d'introduir-ho dintre del currículum es a dir a les teves classes com ho introduiries e: la química verda(?)

P9: Doncs buscar alter intentant buscar alternatives a la reacció química no se si en tingues coneixement (2) no se si fas la síntesi:: jo que se de l'amoníac doncs no se intentar mirar quin tipus de residu poso els perills i:: intentar doncs buscar solucions a nivell químic no te no perquè aviam no podem dir que sigui biològic biodegradable i que sigui de tot aviam hi ha detergent que son biodegradables però s'utilitza la química també per fer la síntesi aleshores==

M:== al currículum que==

P9: == relacionat amb un tema=

M:= quin

P9: tot o sigui es que qualsevol qualsevol a veure el tema que parla de química verda pues no se quan parles no se de química de segon estàs fent determinació estructural jo que se i introdueixes el que es l'efecte hivernacle o: l'ozó la capa la destrucció de l'ozó doncs vulguis o no fas que el propi alumne reflexioni de la necessitat o no doncs de produir tant de combustible fòssil no es poden buscar no se doncs que vinguin amb bicicleta o que vinguin

caminant o transport públic i tot això dintre de la pròpia matèria ho pots anant introduint per que vegin fer càlculs balanços no se(.) Jo ho intento(↑) com a mínim que presten atenció doncs que als recursos ha d'haver un retorn si l'únic que fem es malmetre'ls doncs no ens porta enlloc

M: val d'acord(,) alguna cosa mes que vuigues aportar(?)

P9: No ja esta.

M: Val gracies.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES ANNEX V

Jefferson, G. (1984). Transcript notation. In Structures of Social Action. Studies in Conversation Analysis, J. M. Atkinson and J. Heritage.(Eds), Cambridge, Cambridge University Press, ix-xvi.

Annex VI

QÜESTIONARIS REALITZATS A ESTUDIANTS DE BATXILLERAT

ANNEX VI

QÜESTIONARIS REALITZATS A ESTUDIANTS DE BATXILLERAT

En aquest annex es presenten els qüestionaris complets realitzats als estudiants de batxillerat (N=38) per tal de veure si coneixen el paper de la Química en la Societat, el concepte de Química Verda i les aportacions que s'estan fent en aquest camp.

Curs: 2n Batxillerat

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

Aui en dia la Química ^{suposa una} ~~te una~~ gran importància per a la societat, ja que és un medi d'investigació molt important.

~~No~~ la Química també serveix per a poder arribar a ~~fer~~ produir medicaments necessaris per a la humanitat. ~~i altres~~

En la societat, potser no està suficientment valorada o no es coneixen totes les seues utilitats, però sí que es reconeguda per la seua complexitat.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

No, no he sentit parlar de la Química Verda.

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

No conec aquest camp, però imagino que és una Química natural o utilitzada per a bones utilitats.

Curs: 2^e

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

La química serveix per a fer els medicaments.
A la cuina s'ha implantat la química per a innovar, fent plats amb productes químics.
En el camp industrial també s'utilitza.
La química en la nostra societat juga un paper important ja que està present en la gran majoria de les coses que adquirim.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

És la química que respecta el medi ambient. No genera residus perjudicials per a l'ecosistema.

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

En l'extracció minera.

Curs: ~~1r~~ 2n Batx.

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

El paper de la Química en la societat es ajuda en la humanitat a avançar i a ser millor.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

Sí, no se exactament en que consisteix però suposo que tindria algo que veure amb millora de medi ambient.

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

X

Curs: 2n Batxillerat.....

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

La química com moltes altres coses a la vida és important. Sense la química hi hauria moltes coses que no tindríem.

Per exemple tots els progressos de la medicina no existrien sense la química, entre moltes altres.

Penso que molta gent no té el coneixement sobre el paper important que té la química a la vida.

Però pot tenir coses negatives si algú que té coneixement de la química en fa mal ús.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

Curs:..... 2n Batx

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

Realment, la Química és més important del que sembla per a la nostra societat.

Té un paper important per la sanitat, per exemple, per poder avançar en la medicina, en els projectes... etc.

La Química ens aporta coneixements de tot allò que ens envolta i, encara que no ho sembli, pràcticament tots els objectes, animals... etc presenten reaccions.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

/

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

/

Curs: 2 Bat.....

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

- ~~Per~~ Per fer medicament, pesticides, rehabilitació, ajudar a l'indústria alimentària. Basicament fer la vida més fàcil i ajudar a la salut humana i a les indústries alimentàries.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

Tracta la química de forma natural, sense productes químics (?)

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

/

Curs: 2n BATXILLERAT

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

la Química és la base per dur a terme qualsevol activitat que es basi en fer productes com la farmacèutica, indústria de productes, metal·lúrgia...

Davant la química juga un paper molt important en la societat, ja que, gràcies a ella podem obtenir moltes coses, ~~però~~ si no tinguéssim el coneixement de la química serien impossibles.

Per mi la química i pensa que per a la societat és molt important.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

/

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

/

Curs: 2n Batxillerat

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

El paper de la Química en la societat és poder saber com succeeixen els canvis ~~de~~ d'estat de substàncies, entre altres coses que ens proporcionen dubte.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

No. No ho sé.

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

Curs: Ondol Laveran Seyra

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

Ajudar al avanç perquè la humanitat tingui millor qualitat de vida

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

Si, no ho sé perquè no la entenc, però sé que un company meu va fer el seu TDR sobre aquest tema; jo diria que es algun tipus de forma per millorar el medi ambient.

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

Adobs ecològics: partint d'una matèria orgànica es fabriquen adobs que no contaminin el sòl

Plaguicides i insecticides ecològics: són productes no contaminants amb el seu entorn.

Curs: 1r Batxillerat

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

Es bastant important en el nostre dia a dia, desde de nous als medicaments, l'aire que belem, etc.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

NO he sentit parlar mai.

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les NO, desconec aquest tema.

Curs: 1.er Batxillerat

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

El paper de la Química en la nostra societat s'utilitza per els tractaments, ~~enferma~~ malalties etc... també s'utilitza per identificar components.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

M'he sentit parlar-ne, però seria alguna mena de química que s'encarrega de netejar la contaminació.

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

Curs: 1r Batxillerat

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

La química juga un paper molt important en la nostra societat, ja que gràcies a ella coneixem moltes coses que avans no ho coneixiem, tenim totes les medicines que ens ajuden ~~amb~~ i en canvi no la valorem molt, es molt importante pero avui dia no ho valorem en aquest estat en altre paisos si.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

No he sentit parlar mai d'això

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

No conec cap.

Curs: 1^{er} batxi.....

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

Desconozco el papel.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

Si, un poco, en la mezcla de químicos para ver reacciones o encontrar algo nuevo. En la descontaminación etc.

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

NO.

Curs: *1r Batx.*.....

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

No tengo ni idea.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

No, nunca.

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

No

Curs: 1r Batxillerat

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

Desconozco el papel de la Química en nuestra sociedad, pero si es verdad que aporta mucha ayuda para los medicamentos de las enfermedades, descubrir nuevos curas para aquellas enfermedades de las que no sabemos nada... pienso que es muy importante para la parte de las personas, ya que tratan las curas.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

No he sentit parlar.

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

No.

Curs: 1a Batx.

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

Influye mucho en cosas tan 'simples' como medicinas, metalurgia.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

No, nunca.

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

No.

Curs: *1. Batx*.....

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

Medicina, Metal·lúrgia,

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

No

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

No

Curs: 1r Batxillerat.....

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

Es una base molt important en la Biologia.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

No m'hai he sentit parlar.

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

No la coneig .

Curs:..... 1^o BATXI.....

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

La societat necessita la química per entendre què passa al nostre cos, a la cuina, en la nostra alimentació, i altres punts importants en la nostra rutina diària. També s'utilitza per poder millorar la nostra vida.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

No però penso que podria consistir en la química en l'àmbit ecològic, en ~~l'ambient~~ el medi ambient.

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

~~Aporta~~ Aporta moltíssim en l'àmbit de medicins, farmàcia, és a dir, en els medicaments.

Curs: 4r Batxillerat

Tenint en compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

La Química a la societat fa un paper bàsic, molt important. Hem de tenir en compte que a la vida TOT es química, la vida en si es química, les reaccions químiques al nostre cos, el fer menjar... la gent hauria de saber més química, penso que es molt important a la societat.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

Només sobre les reaccions químiques que es poden portar a terme.

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

Aportacions químiques hi han moltes com als medicaments, ~~seleccionar~~ tractar enfermetats... No se explicar-les, però si puc dir que a la medicina és bàsica.

Curs: 2n Batxillerat

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

La química és un sector important per la societat ja que tot està compost per elements químics, el paper ~~de~~ més important que fa la química és controlar el nivell de contaminació, la nostra salut i el medi ambient, ja que ens afecta directament a nosaltres. També cal recordar que des de sempre, els materials, telèfons, televisors, etc. tot es creen a partir d'elements químics.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

No, però crec que estaria relacionada amb l'ecologia i el medi ambient.

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les
No, però segurament estigui basat en l'ecologia.

Curs: 2a de Batxillerat

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

Pensa que el paper de la química a la societat és important, ja que gràcies a això podem desenvolupar solucions a remeis per a malalties que fins fa poc eren mortals. També és important per el menjar, ja sigui per elaborar-ho a fer ~~este~~ mantenir-ho en les millors condicions possibles, a en les cullites, perquè els animals no les facin malbé. El crear nous materials, ... Resumint, penso que podem trobar química a tot arreu i que aquesta és fonamental.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

No, la comec

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

Com no sé el que és, no puc afirmar si comec cap.

Curs: 1r Batx

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

- entendre i crear nous compostos (ex: medicina)
- crear compostos útils (ex: ~~plàstics~~ plàstics)
- obtenir elements útils de compostos (metalls)

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

NO

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

Curs: ~~1r Bat~~ 1r Bat.....

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

La veritat és que per a mi, la Química és íntimament amb altres àmbits ~~de~~ o aspectes, la mà invisible de la societat. No la sento ni la veig però sé que hi ha. Hi ha moltes aportacions però nombrar-les totes.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

No tinc ni idea.

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

Com he dit, ho sento però no ho sé.

Curs: 4t ESO

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

La Química és una matèria que socialment i de manera inconscient s'aplica moltes vegades a l'àmbit acadèmic, tot i que realment té un gran pes a la societat.

Aquesta matèria s'utilitza a la vida quotidiana, tant a la cuina - per la necessitat de ser conscient de béns i aliments, i utilitzem les diferents expressions com: sobre saturat, saturat o al punt de mar, quan realment estem utilitzant conceptes i expressions de química (benes de benes, homogènies, etc.) - com als materials, partícules...

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

És la química que s'aplica a la Natura.

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

Al camp científic s'apliquen investigacions mèdiques, genètiques i de biologia.

Curs: 2º Bachiller.....

chica

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

La indústria química forma una gran part de l'indústria mundial siguent la responsable de la creació de medicaments, nous materials i la producció dels ja existents.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

Pienso que podría tratarse de el intento de producir las reacciones químicas necesarias en la industria con el mínimo impacto medioambiental

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

Curs: 2º bachillerat

Chico

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

La química en la sociedad actual es importante ya que vivimos rodeados de reacciones químicas que desconocemos, como pueden ser los medicamentos, los alimentos, la combustión de la madera etc.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

La química verde supongo que es destinada a la química del medio ambiente o para los animales y vegetales.

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

NO

Curs:.....2^o Bachillerato.....

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

En la sociedad actual la Química está presente en numerosos campos como :

Medicina. Para fabricar medicamentos

Construcción. Para fabricar materiales con utilidades muy diferentes, desde una bolsa de pypas hasta los satélites espaciales o nanoprocesadores.

Industria Alimenticia. Presente en la producción de productos lacteos entre otros

Industria Cosmetica.

Ganaderia. Hormonas para aumentar la producción, antibiomaticos para que no enferme el ganado.

Agricultora. Fabricación de abonos, fertilizantes, pesticidas.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

No he oïdo hablar de ella nunca. No se en que consist

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

No conozco ninguna.

UMCA

Curs: 2^o Batxillerat.....

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

La química juga un paper fundamental en nuestros vidas. Podemos encontrar ejemplos de la utilidad de esta por todas partes. En los alimentos que comemos y que inflan a comerciantes y agricultores. Los cosméticos y medicamentos, Los pilas y baterías. Los productos de limpieza. La química está presente en muchos aspectos de nuestra vida diaria.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

No me sembra de nada

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

Curs: 2^a Batxillerat.....

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

La química, encara que no hem pensat estar present en tot. Un exemple d'aça seria el pa, que les bacteries el fan augmentar. També les medicines, que tot es química i sense elles moriríem més prompte. També tots els materials que tenim estan fets mitjançant processos químics. En definitiva, el paper es crucial en la societat.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

No he sentit parlar de la Química Verda. Per a mi imagino que serà sobre la naturalesa. De la Química que fan les plantes, la dels boscos.

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

Curs: 1^o batxillerat

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

Es importante, porque todo está formado por la combinación de elementos químicos. También es muy importante porque aporta mejoras para la humanidad, como por ejemplo medicamentos para la salud.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

La química consiste en la unión de elementos y compuestos.

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

Los alimentos transgénicos, son alimentos que les otorgan propiedades químicamente como por ejemplo, que necesiten menos agua para crecer, en caso de las frutas y verduras; o que aumenten su tamaño.

Curs: 1º bach / Química

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

El paper de la química en la societat de forma generalitzada, es important y notable. Ha influído en la mejora de vida cotidiana, la salud...

Algunos de los campos en los que influye son en la industria alimentaria, permitiendo así, la mejora en la conservación de los alimentos por mucho más tiempo, mejora las propiedades de estos, etc.

También está la farmacéutica, la cosmética; para la farmacéutica, la introducción de nuevos medicamentos; en la cosmética, las cremas para mejor cuidado de la piel, perfumes, etc.

Lo principal de todo es que influye, como ya dije anteriormente, en la mejora de la vida en el día aportando cosas positivas a nuestra salud (aunque como todo, tenga su parte mala, siempre y cuando no se use de mala manera).

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

Yo creo que la química Verde es aquella que trata de la naturaleza. Pienso que consiste en el estudio de la flora en general con el fin de conseguir un beneficio de esta.

Se podría llamar a química natural?

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

No estoy muy segura, pero supongo que mejora las propiedades de plantas, árboles, hierbas para que sean más resistentes frente a otras cosas que de normal suelen ser vulnerables.

Curs: 1º bach. Chica

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

Actualment la Química s'utilitza per a moltíssimes coses, des de per a fabricar medicaments, fins a la producció massiva d'aliments.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

No, però suposo que té que veure amb algú cosa relacionada amb la naturalesa.

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

No.

Curs: 1. BACH - CHICO

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

El paper de la Química es fonamental per millorar la qualitat de vida de la se. Gracies a la química es possible, coneixe la formació de nous productes o mill els existents i millorar la investigar en un país. La formació de quini es molt important.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

No, pero supose que es la química que ajuda al medi ambient.

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

MUSEU

Curs: 1^o BACHILLERAT

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

La química desempeña muchos papeles en la sociedad, uno de ellos es en los productos de limpieza donde con diferentes combinaciones de elementos da lugar a varios tipos de disoluciones. También tiene un papel ~~en el que~~ de decir de qué cosas están hechas las cosas del mundo, por qué están formadas, además de decir qué nos conviene y cuáles no, los que nos benefician. La química en nuestra sociedad está muy desarrollada, ya que nos ayuda a crear remedios contra enfermedades y a descubrir nuevas de ellas.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

No sé de que es la Química Verda.

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

Com no sé de que es, no puedo decir nada sobre ello.

Curs: 1º Bachiller chico

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

El de determinar de que ocorre a nivel molecular lo que ocurre a nuestro alrededor, con este conocimiento se puede ~~desar~~ ~~se~~ ~~practicamente todo~~ podemos conocer porque se producen las cosas, determinar otras mediante datos que tenemos, y al saber como funciona el comportamiento de los elementos usarlo en beneficio de la sociedad

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

~~No~~ Si, consiste en la rama de la química que mira por el bien del medio ambiente

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

no

Curs: 1^o Bachiller /chico

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

La química forma un papel muy importante en nuestra vida diaria, cuando acudimos al médico ya recurrimos a la química sin darnos cuenta si requerimos de medicamentos. A parte, todo lo que nos rodea ha experimentado un proceso químico antes de que nosotros tengamos alcance a ello.

La química es la base de todo. Todo en su formación necesita de la química por lo que la química es la base de todo. Y forma un papel muy importante en la sociedad.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

No he oído nunca hablar de ella.

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

No se ~~química~~ usual es este tipo de química por lo que no conozco ninguna aportación.

Chico

Curs: 2º Bachillerat

Tenint el compte el paper de la Química en les nostres societats, volem conèixer la teua opinió respecte a les següents qüestions:

1. Quin és el paper de la Química en la societat?

La Química tiene el papel de que podamos conocer mejor la naturaleza a través de experimentos. Muchas de las cosas en las que disponemos hoy en día tienen química y, para la vida diaria en cada una de las personas, la química es muy importante y gracias a ella, ^{en parte} tenemos mejor salud.

2. Has sentit parlar de la Química Verda? En què consisteix?

No lo he oído nunca.

3. Coneixes alguna aportació que s'estiga fent des d'aquest camp de la Química?

Explica-les

No, ahora mismo no.

Annex VII

ENTREVISTES A EXPERTS EN DIDÀCTICA DE LES CIÈNCIES

ANNEX VII

ENTREVISTES A EXPERTS EN DIDÀCTICA DE LES CIÈNCIES

En aquest annex es presenten les entrevistes completes realitzades a experts en Didàctica de les Ciències. Per tal de facilitar la lectura de la transcripció de les entrevistes realitzades, mostrem a continuació quins han sigut els símbols utilitzats (Gail, 1984):

(1.7): Pausa de 1.7 segons (es pot modificar el número i adaptar-lo segons siga el temps de pausa)

(.): Pausa molt curta, com la d'un punt, no s'utilitza necessàriament el final d'una frase.

(,): La coma indica una entonació contínua, no necessàriament entre les clàusules d'oracions.

(?): Un signe d'interrogació indica una inflexió ascendent, no necessàriament una pregunta.

(!): Un signe d'exclamació indica un to animat, no necessàriament un signe d'exclamació

↑ : *Just abans d'una paraula per a indicar un augment en l'entonació*

↓ : *Just abans d'una paraula per a indicar un descens en l'entonació*

xxx=

=yyy: Signes de igual al final d'una intervenció i a l'inici de l'altra per a indicar una intervenció immediatament després de l'altra, però no solapada.

u::m: Dos punts després d'una vocal per a indicar un allargament en la pronunciació d'aquesta

hhh: Indiquen rises (tantes h com dècimes de segon)

((noise)): Doble parèntesis per a indicar sons, accions dels participants o tons (amb ironia, amb complicitat...) amb la qual es diu una frase

mmm: So que es fa amb la boca abans de començar a parlar o durant una intervenció, quan es para a pensar un moment el que es vol dir.

A continuació es mostra el llistat dels experts en didàctica de les ciències experimentals que han participat en aquest disseny experimental:

- Aureli Caamaño Ros (Universitat de Barcelona)
- Begoña Oliveras Prat (Universitat Autònoma de Barcelona)
- Carles Furió Más (Universitat de València)
- Daniel Gil Pérez (Universitat de València)
- Diana Lineth Parga Lozano (Universitat Pedagògica Nacional de Colòmbia)
- Enrique España Ramos (Universitat de Màlaga)
- Fina Guitart (Universitat de Barcelona)
- Isabel P. Martins (Universidade de Aveiro)
- José Antonio Chamizo Guerrero (Universitat Nacional Autònoma de Mèxic)
- M^aArmanda Pedrosa (Universitat de Coimbra)
- Maria Calero Llinares (Universitat de València)

Entrevista 1: E1

M: Como te había comentado Amparo la entrevista se realiza para poder poner a prueba la segunda hipótesis que comentamos ayer en la que pensamos que es posible diseñar materiales didácticos que si que tengan en cuenta la química verde para por una parte poder mejorar las concepciones que tienen los estudiantes hacia la química y la ciudadanía hacia la química y mejorar su aprendizaje (.) Vale yo ahora te haré una serie de preguntas(,) tu puedes ir contestándolas y yo ya iré un poco encaminando la entrevista

E1:Ok

M: la primera pregunta es referente a qué importancia le concede a la química verde o a la química para la sostenibilidad(?)=y

E1: Aham(.)

M: qué importancia tiene

E1: Bueno primero eeee hay que establecer que existe para mí una diferencia entre Química Verde y Química para la Sustentabilidad(.) Yo he realizado justamente un trabajo el año pasado y tengo una publicación en la revista que si quieres después la compartimos en la cual e:: (2) digamos consideramos las dos como perspectivas diferentes pero importantes dentro del proceso de formación de profesores(.) Sin

embargo(,) cuando hablamos de Química Verde como aquellos principios(↑) que le permiten al investigador químico aplicar unos planteamientos digamos en términos digamos energéticos más e:: amigables con el planeta realmente son pocos los profesores que están formados en relación con lo que ello significa y menos (↑) aun con lo que es la química sustentable(.) E:: dentro de mi tesis yo también estoy planteando el tema de la ambientalización curricular para mí son niveles digamos de evolución que puede tener el profesor para incluir la dimensión ambiental(,) entonces muchas veces el profesor cuando va al laboratorio y hace separación de residuos o sea sin el conocer lo que significa la química verde pero si es buen profesor implícitamente tienen algún principio que el piensa aplicar sin embargo no está abordando una química sustentable porque no está considerando digamos principios económicos(↑), políticos (↑), éticos, culturales, sociales y científicos y acaso estará considerando principios científicos en relación con los conocimientos que pueda hacer en el laboratorio que es un poco la tendencia hacia la química verde pero no en la química sustentable que debe ser mucho más amplia(,) entonces para mí es fundamental como elementos de inclusión de la dimensión ambiental en la formación del profesorado(.) Un nivel incipiente para mí sería la el comienzo con trabajar con principios de la química verde y un nivel más deseable sería principios de la química sustentable.

M: vale Eh:: Piensa que es importante tratarlo en la educación secundaria o el bachillerato(?)

E1: Super importante(,) sin embargo si el profesor no es formado para ello el no sabe cómo hacerlo(,) entonces empieza a ser más bien un trabajo de activismo porque el profesor de química en este caso que estamos hablando de ellos no está siendo formado dentro de estos elementos entonces lo que el empieza a hacer porque tengo profesores en ese caso y a todos les gusta más que la educación o la química verde o la química sustentable la educación ambiental incluir principios de la educación ambiental pero que quedan solamente reducidos al activismo a la gestión(,) no es un proceso de reflexión(,) de participación(,) para la acción de el mismo y de los sujetos porque finalmente si uno hablara de esos tres tipos de digamos de enseñanza de la química el profesor lo que está haciendo es de forma intuitiva asumiendo que por separar las basuras (,) reutilizar el papel incluso términos que se utilizan muchas veces mal puede reciclar en cuanto lo que está haciendo es reutilizar él lo está haciendo implícitamente porque no tiene una formación por tanto en cuanto el profesor no está formado el no va a hacer digamos una buena implementación y en esa medida es muy importante formarlos para que mejoren también en términos de esos

M: Y si entonces si crees que es importante tratarlo en la educación secundaria como crees que se debería hacer y en que temas se debería: poder incluir

E1: Bueno ese como estas e:: digamos tiene dos tendencias para el profesor que no es formado por lo general el intenta abordarlo como un añadido curricular o sea va a

trabajar por ejemplo reacciones químicas y de repente habla de temas que están asociados con hechos química verde sobre todo cuando el solamente lo reduce en el trabajo de laboratorio eso sería a una forma(,) ese como en el trabajo de laboratorio pero sin hacerlo de forma explícita si(?) El como para un profesor que ya tiene algún tipo de formación no en química verde ni en química sustentable un poco en temas ambientales y no en educación ambiental digamos que lo está trabajando a través de principios o cuestiones CTS y dentro de ellas cuestiones socio-científicas o cuestiones socialmente vivas(.) Sin embargo e:: como el trabajo que estás haciendo es más hacia la química verde realmente por lo menos en el caso colombiano que es en el que yo estoy hablando e:: hay tres profesores en mi universidad que por ejemplo ya comenzaron a trabajar lo hay un autor internacional e:: ahora que estoy haciendo toda la revisión de la literatura y lo que ya están planteando en términos de la Química Verde es que efectivamente en el mundo los profesores están siendo poco formados y hay artículos bien interesantes (interrupción 2s) si o sea hay unos planteamientos muy interesantes en los cuales considera que el currículum(↑) debe ser e:: superado en términos de transversalizar si que es como la idea de ese como(↑) para que aquellos que están siendo formados consideran que simplemente es unir la transversalización del currículum(↑) si pero tampoco la forma digamos que hay una crítica en relación o sea el cómo sería también nivel evolutivo que empezó para algunos profesores lo siguen trabajando como añadido(,) como transversal y la propuesta que hacen la mayoría en lo que yo he analizado en la literatura es que es de forma interdisciplinar (↑) pero la pregunta es(¿) cómo hacerlo(?) si o sea como manejar un interdisciplinar cuando el profesor lo que enseña es una monodisciplina si y si está pensando en un contenido disciplinar ese interdisciplinar al final no va a ser posible si(?) Entonces el tiene que pensar la reestructuración del contenido para poder abordar esos principios. Si él sigue pensando en el contenido disciplinar no va a ser posible ni siquiera una propuesta inter mucho menos multi o transdisciplinar que serian como los ideales para alguno de esos principios de la Química Verde pero sobre todo para la sustentable.

M: Vale. Teniendo en cuenta su relevante implicación en el campo de la Química que retos, que perspectivas se presentan a la Química Verde en la actualidad.

E1: Bueno yo diría aquí como dos sentido porque son retos para el profesor o son retos digamos para el químico que esta que no es profesor pero que está haciendo investigación en Química digamos que para nuestro campo que es la formación de profesores yo pensaría que los retos son todos. O sea primero desde el punto de vista:: macro general en el cual como se ha discutido acá en el seminario una definición de políticas que permitan incluir estos componentes dentro del currículum. Si un profesor de la escuela básica, media o primaria o secundaria como se quiera llamar ve que esos aspectos no están incluidos simplemente el no los va a considerar entonces el tema de la política curricular debe tener esos elementos y otro es en términos de lo que estamos haciendo las facultades de educación en relación con la formación de

profesores o sea si no empezamos a enseñar en esas perspectivas que pueden ser niveles iniciales para ambientalizar un currículum entonces el tampoco lo va a hacer o lo hace de forma intuitiva y no va a generar a lo mejor las intenciones que el quiere o sea el se preguntaría yo para que quiero enseñar química verde(?) porque así aparece en muchas de las entrevistas que he revisado en los artículos el profesor siente que le están agregando un contenido más porque(?) porque no sabe como estructurarlo dentro del contenido . Por eso es un reto muy importante primero en la m:: segundo más bien en la formación del profesorado como poderlo articular a unos principios que son importantes y que para nosotros es lo que hemos llamado conocimientos didáctico contenidos o sea como dentro del conocimiento disciplinar que yo como profesor que se de la química tengo que identificar esos contenidos que están asociados con lo disciplinar y en este caso los principios de la sustentabilidad estarían como elementos dentro de la metadisciplina o sea dentro de la química mas(↑) allá de la disciplina. Cuales serian esos principios(?) entonces es un reto dentro de la formación de profesores poderle orientar en esos principios para que los pueda llevar en la aula

M: Vale. Y ya por último si quieres añadir alguna cosa a parte de...

E1: E::que estamos en un mismo que estamos en un mismo camino digamos yo no estoy trabajando solamente química verde ni química sustentable ni química ambiental estoy trabajando en un programa de formación de profesores y es un reto para nosotros ambientalizar el curricular pero lo que vamos a hacer es justamente poder identificar, yo voy a entrar con profesores universitarios en qué nivel están ellos para poder proponer un programa de formación de profesores de química que este ambientalizar entonces es posible que dentro de las propuestas que aparezcan allí aparezcan principios de química verde de química sustentable, química ambientalizada en fin hay mucho rótulos pero para mí que es un poco la discusión que se ha dado aquí hay que tener una claridad conceptual en cada uno de ellos porque no son lo mismo o sea puede que sean complementarios si y que son pasos para poder pensar en esas propuestas porque finalmente la pregunta es Y que me parece importante hacérsela al profesorado en general sobre todo a los de educación básica y media (¿) Y yo para que enseñe la química(?) Entonces en esa pregunta en particular para que enseñe la química a propósito de formar ciudadanos alfabetizados(;) críticos(,) que tomen decisiones en fin pues me parece que la química tiene mucho que decir en términos también de la imagen que se ha generado en relación con ella entonces me parece que es importante dentro de estos trabajos que se vienen haciendo ese(↑) tipo de reflexiones son las que hay que hacer con el profesorado para que el entienda porque se quiere trabajar con esos principios. Sino el simplemente no lo va a hacer pero tenemos una ventaja y a ventaja es que profesores muy motivados hacia esos temas lo mismo que los estudiantes si, entonces hay que aprovechar esas dinámicas del gusto hacia lo ambiental(,) lo sustentable(,) lo verde(,) lo marrón porque aparecen también otros colores digamos para la química aprovechar ese interés que se tiene porque es el

camino más fácil que tendríamos para poderlos enganchar en esa discusión. Entonces creo que sería eso Laura no(?)

M: Si. Pues muchas gracias y como te ha comentado Amparo lo he grabado porque lo utilizaremos lo transcribiré para la tesis y para poderlo poner como resultados de los diseños para hacer la segunda fase.

Entrevista 2: E2

M: Com a::: no se si vas estar ahir però es proposava en el treball primer en una primera hipòtesi era que la educació en ciències no està prestant atenció o la suficient atenció a la Química Verda i una segona hipòtesi que e:: es la que estem fonamentant ara per a la segona part de la investigació que donarà lloc a la tesi es que pensem que es possible dissenyar materials que si que tinguen en compte la Química Verda com els seus principis per poder millorar les concepcions que tenen els alumnes o finalment els ciutadans cap a la Química i sobretot millorar el seu aprenentatge(,) val(?) E:: a continuació et faré una sèrie de preguntes i depenent del que vages contestant aniré intentat guiar cap un lloc o un altre.(.) E:::primer que tot e::: quina importància li concedeixes a la Química Verda o Química per a la Sostenibilitat o::: quin paper penses que pot i deu jugar en les nostres societats(?)

E2: Bueno jo no conec molt però se que es digam una rama específica de la química que tracta de fer que els processos d'obtenció de substàncies químiques puguin ser menys contaminants que els processos siguin energèticament més eficaços(,) la utilització també de matèries primes primeres millor dit i això

M: Val(.) I penses que es tindria que tenir en compte(?) o què és important(?)

E2: Pues evidentment si clar la visió negativa que es té moltes vegades de la química la destrucció i aquestos efectes negatius que es té la producció industrial(,) efectes negatius e::: que dona lloc a accidents (,) desastres que tampoc són imaginaris(,) són reals

M: I::: aquesta importància si es important per a tu(,) penses que deuria tractar-se tant en secundaria com en batxillerat(?)

E2: Si hi hauria una part en els llibres de text en els quals es fera referència als objectius de la química verda clar que si

M: I em podries orientar ahí una mica en quin temes o com convindria fer-ho en el cas d'incloure-ho en els llibres de text

E2: Bé[...] jo diria que actualment en el que és el programa estatal de química batxillerat hi ha algún capítol o alguna activitat que parla d'indústria química doncs aquí seria un bon moment per a tractar-ho i si no doncs a la ESO que no hi hagués específicament aquest apartat de química industrial podria ser tractar la [societat actual]

M: val(.) Tenint en compte la implicació que tens en el camp de la química(.) Quins reptes i quines perspectives es presenten a la Química Verda en l'actualitat(?) o que creus tu que se li estan presentant a la química verda en l'actualitat o Química per a la Sostenibilitat

E2: això no t'ho sabria dir no conec suficientment el tema per saber dir quin on està la frontera de la investigació de com està

M: Val==

E2:== Aniria en la línia del que t'he dit abans que són els és generals

M: Val==

E2:== on s'està treballant més o on s'està treballant menys no sé

M: val(,) vols afegir alguna cosa més(?)

E2: No

Entrevista 3: E3

M: La entrevista aquesta es per no se si vas estar ahir

E3: si...

M: Vas veure que hi havia una primera hipòtesi en la que nosaltres deiem que no s'estava fent suficientment atenció a les aportacions de la Química Verda i la segona part era que pensàvem que era que e:: que era possible preparar materials que si que contemplaren aquest paper que tenia la química Verda i les seves contribucions per tal de millorar les concepcions dels estudiants i poder millorar també l'aprenentatge(.) Per tant(.) per tal de poder poder posar a prova aquesta segona hipòtesi s'han dissenyat una sèrie de dissenys experimentals entre ells l'entrevista que vaig a fer-te i a partir d'ahi faré una sèrie de preguntes i aniràs responent-me i aniré redirigint segons el que vagis dient(.) La primera pregunta es que quina importància li concedeixes tu a la Química Verda o Química per a la Sostenibilitat(?)

E3: (1) m:: crec que molta importància però el que passa es que com molt bé dius no està gens present o jo crec que està molt poc present en els alumnes poden acabar i no assabentar-se del que és

M: clar

E3: Però si es important perquè és una visió (1) a veure es una visió que en lloc de dir la química és la culpable és una visió de la Química que porta solucions i per tant

M: vale(.) I el paper aquest que pot jugar en les nostres societats(.) quin creus que és(?) M'estaves dient d'aportar solucions

E3: Clar aportar solucions i:: també minimitzar impactes(.) Bueno per començar et diré que exactament si em fas definir Química Verda suposo que tots els és substituir un reactius per uns altres amb menys impacte i coses d'aquest tipus però per exemple els professors de secundaria moltes vegades continuen fent servir els de sempre perquè no sa o sigui això de canviar moltes pràctiques de tota la vida fent servir altres reactius no està gens estès i no saben on trobar la informació(.) I:: bueno clar això és una limitació(.) és continua fent malament pot ser per no saber com i després una pregunta és la microescala també forma part no(?) amb això si que hi ha una mica més de cultura o sigui jo crec que la microescala si que està més incorporada però tot això de diferents de treballar d'una altra manera per fer menys impacte no hi ha cultura perquè no se sap i després també la idea aquesta de la química com (so boca) o sigui com a solucionar problemes no(?) perquè per exemple filtres coses bueno per exemple el tema dels fums i tot això la química aporta solucions i sempre hi ha la visió de que contamina almenys pot contaminar menys i pot aportar solucions

M: Vale(.) Penses que seria important tractar-lo en l'educació secundària o en el batxillerat(?)

E3: Si(,) sincerament si

M: Com creus que convindria fer-ho(?) O en quins temes creus tu que es podria fer(?)

E3: Bueno es que això jo ho veig molt transversal el que s'ha de fer és com incorporar-ho o sigui el que es pugui fer en el centres de secundària ja incorporar-ho i llavors (2) d'una banda hi hauria d'haver doncs una mica d'informació però pot estar en qualsevol tema o com una cosa apart de que vol dir química verda i després el que s'ha de fer sobre tot es posar-ho a la pràctica és a dir que els alumnes vegin que estan fent servir això perquè això contamina menys o perquè bueno que que en realitat ells ho (so boca) ho incorporin també hi ha moltes coses que són (1) són d'hàbits en lloc de fer servir grans quantitats o en lloc de fer servir una cosa o un altra no tinc ni idea de quin tema és si em preguntes on es podria posar i no només penso que en el batxillerat sinó a l'ESO també podria estar (2) quan quan es fa una mica visió de que fa la química que treballa que aporta o que no se que pues aquí(,) aquí s'hauria d'incorporar i crec que esta poquet (2) almenys que jo sàpiga

M: val(.) Tenint en compte la seua rellevància en el camp de la Química quins reptes quines perspectives e:. Se li presenten a la Química Verda en l'actualitat(?) És a dir quin són els reptes que ha de

E3: Pensant en la educació

M: Si

E3: (3) Donar-se a conèixer(.) Quan és a dir(,) crec que hi ha manca d'informació manca d'informació i també manca de materials per fer amb els alumnes per fer amb els alumnes no amb els alumnes l'únic si l'únic que es passar la informació aquesta no és la manera de que ells s'ho apropiïn farien falta activitats com per a donar a conèixer no(?) si es pot plantejar una activitat es pot fer una situacions problema(,) això en una empresa es pot fer d'aquesta manera i els altres no i que ells puguin com resoldre reptes com perquè incorporin i aprenguin no(?) i això no no més donar informació si no materials pràctics per treballar

M: val(.) i si vols afegir alguna cosa més que cregues o vols remarcar

E3: No bueno és això que que crec que ha quedat no ha passat en el món de l'educació s'ha quedat com una cosa hi ha altres idees que si però el concepte de Química Verda bueno nosaltres a la revista de vam incorporar alguna cosa un article i tal però es difícil que pugui exemples i estaria molt bé potenciar-ho perquè entre altres coses la imatge de la Química i sempre la gent se sap molt bé tot lo dolent no(?) però hi han coses però mai se sap gairebé la visió aquesta més positiva i més de canviar coses

M: Moltes gràcies

Entrevista 4: E4

La Química Verde o Química para la Sostenibilidad

En este trabajo estamos investigando la atención que la Enseñanza de las Ciencias y la Didáctica en general le prestan a la Química Verde.

Existen imágenes bastante negativas hacia la química y su enseñanza y por ello es esencial mostrar una visión más real y completa del papel que la química puede jugar y está jugando ya en la solución de los problemas del planeta; de esta forma se puede contribuir a mejorar la actitud de los estudiantes hacia la química y por tanto a un mejor aprendizaje.

Le agradezco el haber aceptado realizar este cuestionario ya que sus aportaciones me pueden servir de mucha ayuda para poder orientar esta segunda parte del trabajo.

1. ¿Qué importancia concede a la Química Verde o Química para la Sostenibilidad? ¿Qué papel puede y debe jugar en nuestras sociedades?

A importância do conhecimento em Química para a Sociedade é um ponto aceite pela maioria dos cidadãos e Organizações. No entanto, prolifera uma imagem negativa sobre o impacto da Química em diversas dimensões da vida, em particular sobre o ambiente. Para muitos cidadãos a indústria química é vista como negativa mas ninguém pretende dispensar os benefícios que a utilização dos seus produtos acarreta em termos de tipo e qualidade de vida.

Prolifera a imagem de que a Química trata do 'não natural', os produtos químicos são perigosos, a sua produção e utilização gera poluição e degradação do ambiente.

Se a educação (formal e não-formal) contemplar de forma séria a perspectiva de que a atividade em Química pode ser respeitadora da qualidade do ambiente e pode até melhorá-la, isso será muito importante.

Importa, pois, ter em conta por todos, durante a formação escolar e ao longo da vida, os 12 princípios a seguir enunciados (<http://www.infoescola.com/ecologia/quimica-verde/>)

«A **química verde** é uma linha de pensamento que tem se difundido cada vez mais a fim de tornar a química aliada ao meio ambiente. Ela se baseia em 12 passos que visam à melhora dos processos químicos realizados por indústrias. Os 12 passos são:

1. **Prevenção:** Evitar ao máximo pelo estudo das rotas de produção, a formação de subprodutos nocivos;
2. **Eficiência:** Transformar a maior parte dos reagentes utilizados em produto final.
3. **Síntese segura:** Estudar sínteses que não formem subprodutos nocivos e que toda sua condução seja segura.
4. **Produtos seguros:** O produto final também não deve ser nocivo ao meio ambiente
5. **Solventes seguros:** Dar preferência a solventes cujo descarte possa ser feito sem impacto ambiental.
6. **Integração de energia:** Durante o processo, muita energia é gerada na forma de calor, essa energia pode ser usada dentro do próprio processo para reduzir o gasto de energia da indústria.
7. **Fontes renováveis:** As matérias primas devem ser provenientes de fontes renováveis de preferência.
8. **Derivados:** Evitar a formação de derivados sintéticos.
9. **Catálise:** Dar preferência ao uso de catalisadores para acelerar à reação ao invés de gastar mais material para “empurrar” a reação para os produtos
10. **Biodegradável:** Já foi falado do produto seguro ao meio ambiente, nesse caso é o produto que pode ser reciclado pela própria natureza.
11. **Análise da poluição:** Os efluentes saídos da indústria bem como o material que circula dentro da indústria deve ser continuamente analisado para detectar prontamente qualquer tipo de contaminação.
12. **Química segura contra acidentes:** Todos os passos da implementação da indústria devem ser tomados a fim de evitar acidentes de grandes proporções que provocarão contaminação e, dependendo da magnitude, até mesmo perdas humanas.»

Hasta el momento, en nuestra primera fase de la investigación, se ha observado que esta atención es muy escasa. Sin embargo, en nuestra segunda hipótesis de trabajo pensamos que es posible tener en cuenta la Química Verde y sus principios y poder

conseguir una mayor motivación y interés de los alumnos por la Química en General y cambiar las concepciones negativas que tienen hacia la misma.

2. Piensa que es importante tratarlo en la educación secundaria o en el bachillerato? ¿Cómo convendría hacerlo? ¿En qué temas?

A educação em Química deve incluir este tema, como princípio, desde o início da formação em química dos estudantes. Defendendo o ensino da Química em contextos conhecidos e ou do interesse dos estudantes, será sempre possível para cada situação escolhida abordar as implicações sociais (económicas, ambientais, energéticas, saúde,...) da produção, do uso e da eliminação após a utilização de cada produto/material/artefacto. Como princípio deve estar sempre presente. A profundidade do tratamento dependerá da maturidade dos estudantes e do nível de escolaridade, mas deve fazer parte da Química para Todos! A conceção do ensino das Ciências na perspetiva CTS | CTSA nunca dispensará esta abordagem.

3. Teniendo en cuenta su relevante implicación en este campo de la Química, ¿Qué retos, que perspectivas se presentan a la QV en la actualidad?

A minha ligação direta à formação de professores de Química (Didática das Ciências) terminou há cerca de duas décadas. Nesta altura, finais dos anos de 1990, não era comum a designação “Química Verde”. Depois disso dediquei-me, também por razões institucionais, à formação em Ciências de professores de Primária.

Um artigo publicado em 2003 dá conta de preocupações na formação de professores de Física e Química, contextualizando para um dos temas tratados “A água” (ver http://docenciauniversitaria.org/volumenes/volumen2/REEC_2_3_6.pdf).

4. Si quiere añadir alguna cosa...

Fui responsável pelo Programa de Física e Química, 10.º ano, 2001 (http://dge.mec.pt/sites/default/files/Secundario/Documentos/Documentos_Disciplinas_novo/Curso_Ciencias_Tecnologias/Fisica_Quimica_A/fisica_quimica_a_10.pdf);
pelo Programa de Física e Química, 11.º ano, 2003 (http://blogs.ua.pt/isabelpmartins/bibliografia/fisica_quimica_a_11_marco_2003.pdf);

pelo Programa de Química, 12.º ano, 2004

(http://blogs.ua.pt/isabelpmartins/bibliografia/quimica_12_22_11_2004.pdf)

Estes programas foram substituídos, em 2014, por uma visão de ensino da FQ mais redutora, focada em conteúdos canónicos quase exclusivamente

(http://dge.mec.pt/sites/default/files/Secundario/Documentos/Documentos_Disciplinas_novo/Curso_Ciencias_Tecnologias/Fisica_Quimica_A/programa_fqa_10_11.pdf).

Muchas gracias por haber contestado a las preguntas. Esta entrevista se utilizara en la tesis con la finalidad de conocer las opiniones de expertos en el tema y como ayuda para realizar materiales que tienen en cuenta la Química Verde y poder poner a prueba la segunda hipótesis de este trabajo.

Entrevista 5: E5

La Química Verde o Química para la Sostenibilidad

En este trabajo estamos investigando la atención que la Enseñanza de las Ciencias y la Didáctica en general le prestan a la Química Verde.

Existen imágenes bastante negativas hacia la química y su enseñanza y por ello es esencial mostrar una visión más real y completa del papel que la química puede jugar y está jugando ya en la solución de los problemas del planeta; de esta forma se puede contribuir a mejorar la actitud de los estudiantes hacia la química y por tanto a un mejor aprendizaje.

Le agradezco el haber aceptado realizar este cuestionario ya que sus aportaciones me pueden servir de mucha ayuda para poder orientar esta segunda parte del trabajo.

1. ¿Qué importancia concede a la Química Verde o Química para la Sostenibilidad? ¿Qué papel puede y debe jugar en nuestras sociedades?

Considero Química Verde ou Química para a Sustentabilidade atualmente muito importante, ou melhor, essencial à construção de soluções para diversos problemas, incluindo alguns relacionados com atividades baseadas em conhecimentos de química.

O conhecimento e aplicação dos princípios Química Verde, em diversos âmbitos, designadamente em processos industriais, investigação científica, em educação em ciências e em formação de professores nestas áreas, em particular em química, parecem-me requisitos essenciais de desenvolvimento das sociedades orientado por preocupações de sustentabilidade. No âmbito educativo, o conhecimento e aplicação dos princípios Química Verde não devem restringir-se ao âmbito da educação formal e de química; devem influenciar e adequadamente determinar políticas e práticas nas escolas e em instituições de educação não formal, por exemplo em cantinas, restaurantes e bares, em salas de aula, laboratórios, corredores, átrios e salas de exposições designadamente na gestão energética e de resíduos. Igualmente importante será conceber e realizar exposições temporárias, em escolas e instituições de educação não formal, que efetivamente divulguem e promovam a compreensão dos princípios de Química Verde e da sua importância na construção de sociedades inclusivas, justas e ambiental e economicamente sustentáveis, em múltiplas perspetivas, desde perspetivas locais à global, passando por regiões e países.

Hasta el momento, en nuestra primera fase de la investigación, se ha observado que esta atención es muy escasa. Sin embargo, en nuestra segunda hipótesis de trabajo pensamos que es posible tener en cuenta la Química Verde y sus principios y poder conseguir una mayor motivación y interés de los alumnos por la Química en General y cambiar las concepciones negativas que tienen hacia la misma.

2. Piensa que es importante tratarlo en la educación secundaria o en el bachillerato? ¿Cómo convendría hacerlo? ¿En qué temas?

Sim. Por exemplo, no âmbito de trabalho prático laboratorial, que se deve planear tendo em conta os princípios de Química Verde e a sua realização deve apresentar-se consistente com eles. Poderá ser interessante abordar princípios de Química Verde em perspetivas investigativas envolvendo os alunos, integrando-as em abordagens de ensino de temas curriculares específicos, apropriadamente contextualizados.

3. Teniendo en cuenta su relevante implicación en este campo de la Química, ¿Qué retos, que perspectivas se presentan a la QV en la actualidad?

Perspetivas e desafios que se colocam no âmbito de Química Verde parece-me inferirem-se, por exemplo, do conteúdo do sítio <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/science-technology/basic-sciences/chemistry/green-chemistry-for-life/>. No que se refere a Química Verde no âmbito educativo, os principais desafios centram-se: i) tanto nos recursos didáticos necessários como na capacitação dos professores para os utilizarem adequadamente; ii) no desenvolvimento de estratégias de formação contínua e desenvolvimento

profissional de professores, centradas em Química Verde, que incluam trabalho cooperativo de elaboração de recursos didáticos, tendo em vista abordar temáticas curriculares específicas pelos professores, integrando princípios de Química Verde.

Si quiere añadir alguna cosa...

Indico a seguir alguns sítios onde pode aceder a bibliografia, referente a investigações realizadas em Portugal e no Brasil, que poderão ajudar a fundamentar decisões e a aprofundar aspetos eventualmente necessários ou úteis no desenvolvimento do projeto de doutoramento:

<http://educa.fc.up.pt/v2/ficheiros/investigacao/61/VER%20TESE%20de%20Dominique%20A.%20Costa.pdf>

https://sigarra.up.pt/fcup/pt/pub_geral.show_file?pi_gdoc_id=54922

<http://www.spq.pt/magazines/BSPQ/639/article/30001449/pdf>

<http://www.spq.pt/magazines/BSPQ/644/article/30001509/pdf>

<http://www.scielo.br/pdf/qn/v37n7/v37n7a24.pdf>

<http://www.kentron.ifal.edu.br/index.php/educte/article/download/32/24>

Muchas gracias por haber contestado a las preguntas. Esta entrevista se utilizara en la tesis con la finalidad de conocer las opiniones de expertos en el tema y como ayuda para realizar materiales que tienen en cuenta la Química Verde y poder poner a prueba la segunda hipótesis de este trabajo.

Entrevista 6: E6

La Química Verda o Química para la Sostenibilidad

En este trabajo estamos investigando la atención que la Enseñanza de las Ciencias presta a la Química Verde.

Somos conscientes del relevante papel que la Química puede jugar y ya está jugando en las medidas frente a la problemática socio-ambiental, causada fundamentalmente por la actividad humana pero, al mismo tiempo, sabemos que existen visiones (frecuentemente no solo entre los estudiantes, sino también en la ciudadanía en general) bastante negativas hacia la Química debido a algunas de las repercusiones que su desarrollo ha tenido. Por eso, en esta investigación estamos analizando la situación, investigando la atención que se presta a la Química Verde y muy

particularmente intentando diseñar herramientas de intervención para contribuir a mostrar una visión más real y contextualizada de la Química, es decir una imagen más completa que tenga en cuenta el papel que la Química puede jugar y está jugando ya en la solución de problemas que afectan a nuestro planeta y a los seres vivos que habitamos en el.

Les agradecemos haber aceptado realizar esta entrevista ya que sus aportaciones estamos seguras que nos servirán de mucha ayuda para poder orientar la investigación así como la preparación de materiales para trabajar con los estudiantes la Química Verde.

1. ¿Qué importancia le concede a la Química Verde o Química para la Sostenibilidad? ¿Qué papel puede jugar y tiene que jugar en nuestra sociedad?

La química verde es una de las subdisciplinas de la quinta revolución química y como tal introduce de manera fundamental la reflexión ética sobre la práctica profesional. Desde ese momento (1973-1999) la comunidad química mundial empieza a hacerse cargo de sus propios artefactos (sustancias) asunto que lamentablemente no se enseña ni se discute en las escuelas.

En la primera fase de la investigación que estamos desarrollando, se ha observado que la atención que la Enseñanza de las Ciencias da a la Química para la Sostenibilidad es muy escasa.

2. ¿Piensa que es importante tratarlo en la Educación Secundaria o en el bachillerato? ¿Cómo convendría hacerlo? ¿En qué temas?

El asunto es que la mayoría de los temas de la química escolar son químicamente puros. Lo que hay que hacer es cambiar la química curricular de la ESO y del bachillerato para convertirla en una química basada en problemas, los problemas de determinada comunidad. Eso ya se hace en otros países como Holanda o Finlandia y desde luego en Inglaterra. El problema con nuestros países (hablo de México y España) es que son tan terriblemente conservadores en términos educativos y celosamente disciplinarios.

3. Teniendo en cuenta su implicación en este campo de la Química, ¿Qué retos, qué perspectivas piensa que se le presentan a la Química Verde en la actualidad?

Que se quede como una curiosidad más. Es indispensable pensar y construir currículos diferentes, basados en los temas que le interesen a los alumnos y no los que decidan las "autoridades académicas" .

4. Si quiere añadir alguna cosa...

Te anexo una comunicación al congreso de ESERA 2015 donde hablo de las revoluciones de la química. La quinta es sobre química verde.

Muchas gracias por haber contestado a las preguntas. Esta entrevista se utilizará para la Tesis Doctoral con la finalidad entre otras de diseñar y poner a prueba materiales para la enseñanza científica y la Química en particular, que presten la atención adecuada a la Química Verde

Entrevista 7: E7

1. Quina importància li concedeix a la Química Verda o Química per a la Sostenibilitat? Quin paper pot jugar i ha de jugar en la nostra societat?

Abans de parlar de quina importància concedir a la Química Verda o Química per a la Sostenibilitat, és necessari precisar quin significat donem a aquestes expressions. Si no procedim a aquesta clarificació, ens podem trobar amb seriosos malentesos... Malauradament estem assistint a un ús enganyós de paraules com "verd", "sostenible", "ecològic", etc., per fer més atractius i acceptables productes i processos que, en realitat, tenen poc de verd o sostenible. Això, al seu torn provoca en sectors crítics de la societat un rebuig que acaba "llençant el nadó amb l'aigua bruta". És a dir, en volta de denunciar l'ús indegut i distorsionat de conceptes positius com "sostenible", es rebutja el propi concepte. Ens trobem així amb grups socials que rebutgen la idea de "química verda", considerant-la com una maniobra per fer acceptables productes i processos químics que contribueixen a danyar el medi ambient, bé a curt termini, bé a medi o a llarg termini.

Hi ha, per suposat, altres concepcions de "Química Verda" que no responen a aquest propòsit de "green-washing". Així, en Internet trobem una definició molt utilitzada: "la

recerca de noves formes de sintetitzar substàncies químiques per aconseguir una química més amigable amb la salut i l'entorn". Amb concepcions com aquesta s'ha procedit a enumerar una sèrie de Principis que intenten caracteritzar-la... els famosos 12 Principis que Paul Anastas i John Warner presentaren en el llibre "Green Chemistry: Theory and Practice". Podem recordar que són principis com ara "És millor evitar els residus que haver de tractar-los o eliminar-los després" o "Els materials renovables seran sempre prioritaris". S'han enumerat també camps d'aplicació, etc.

Al meu entendre, però, concepcions com aquesta són bastant reduccionistes i cal anar a una concepció més ampla, entenent com Química Sostenible aquella que contribueix, junt amb altres ciències i pràctiques socials, a la transició a la Sostenibilitat, fent front a l'actual situació d'emergència planetària. Una situació caracteritzada, com sabem, per tot un conjunt de greus problemes estretament vinculats i que es potencien mútuament (des de l'exhauriment de recursos vitals i una contaminació pluriforme sense fronteres, al desajustament climàtic, la pèrdua de biodiversitat, etc.) que estan provocant desequilibris i extralimitacions en la biosfera i amenaçant la supervivència de l'espècie humana. És important insistir en la necessitat d'integrar les aportacions a la Sostenibilitat de les diferents disciplines, degut a l'estreta vinculació dels problemes que es pretén resoldre, per fer possible el seu tractament global, sense reduccionismes ni oblits que bloquegen les solucions. Això suposa que allò que podem denominar Química Sostenible ha d'integrar-se en la Ciència de la Sostenibilitat i respondre a les seues característiques:

- *Ha de ser profundament interdisciplinar, puix es tracta d'abordar reptes complexos en els quals intervenen problemes molt diversos però estretament vinculats.*
- *S'ha comprés igualment que per fer possible la transició a la Sostenibilitat és necessari incorporar en la recerca i presa de decisions a gent que treballa fora de l'àmbit acadèmic, perquè els objectius, coneixements i intervenció de la ciutadania resulten imprescindibles per definir i dur endavant estratègies viables. Ha de ser, doncs, una ciència i una pràctica social transdisciplinar.*
- *Les seues estratègies han de ser concebudes en una perspectiva ampla, tant espacialment com temporal: espacialment, la perspectiva ha de ser "glocal" (a la vegada global i local) i temporalment s'ha de contemplar tant el curt com el mitjà i llarg termini, esforçant-se en anticipar riscos i obstacles i en aprofitar tendències positives.*

Un plantejament amb aquestes característiques permet evitar les contradiccions que sovint afecten a mesures adoptades per resoldre problemes puntuals en el temps o en l'espai, oblidant la seua connexió amb altres problemes.

Aquesta és la concepció de Química i de Ciència per a la Sostenibilitat que defensem.

Fet aquests aclariments, la importància a concedir a la Química Verda o per a la Sostenibilitat remet a quina importància concedim a fer front a la situació d'emergència planetària. La resposta no hauria de fer dubtar a ningú ben informat, perquè les conseqüències de continuar amb "business as usual" no estalviarien a ningú.

D'altra banda, està ben estudiat que reorientar la recerca i la producció científic-tecnològica (no sols la química) a promoure la transició a la Sostenibilitat comportaria la creació de milions de llocs de treball, contribuint així a donar solució al greu problema mundial de la desocupació, les desigualtats, la fam i els conflictes que generen.

Cal fer veure, doncs, que la defensa d'interessos particulars a curt termini no té avui ni justificació ètica, ni possibilitat de procurar avantatges durables a ningú. Necessitem "enverdir" la Química i totes les activitats humanes. I necessitem fer-ho amb urgència.

2. Pensa que és important tractar-lo en l'educació secundària o en el batxillerat? Com convindria fer-ho? En quins temes?

Com ja hem explicat en la resposta a la primera qüestió, la transició a la Sostenibilitat exigeix, a més del treball interdisciplinari dels científics, una participació "transdisciplinària" de la ciutadania, perquè "els objectius, els coneixements i la intervenció de la ciutadania resulten imprescindibles per definir i dur endavant estratègies viables". Recordem que alguns greus problemes com el creat per el contaminants orgànics permanents com el DDT, o el debilitament de la capa d'ozó provocat per l'ús del freons, sols començaren a resoldre's quan l'estudi científic es va veure reforçat per l'activisme ciutadà.

Això vol dir que el tractament dels problemes socioambientals ha de formar part de la formació de la ciutadania i molt particularment dels futurs ciutadans i ciutadanes. Per això, Nacions Unides i nombroses institucions científiques i educatives venen insistint en la necessitat d'una seriosa alfabetització en Sostenibilitat a través de totes les àrees de coneixement, en tots els nivells de l'ensenyament reglat i també a través de l'educació no formal (mitjans de comunicació, museus, cinema...).

L'ensenyament de la Química no pot quedar al marge d'aquest esforç... i d'aquesta oportunitat de tractar una problemàtica rellevant, capaç d'interessar al jovent i al conjunt de la ciutadania. Les ocasions de fer-ho aprofitant el currículum relatiu a la química són innumerables, ja siga en estudiar el comportament dels gasos, les reaccions químiques (en general i, més en particular, les redox, les àcid-base o les

síntesis orgàniques), l'equilibri químic, el paper de l'energia en les transformacions, etc., etc. En realitat és bastant difícil trobar un capítol del currículum de Química, en qualsevol dels nivells educatius, que no permeta estudiar algun dels problemes lligats a la situació d'emergència planetària i a les mesures que s'hi poden adoptar. Pensem que el tractament dels problemes socioambientals més rellevants reclamen intervencions vinculades a la Química que convé posar de relleu.

Per això, més que enumerar exemples, cal cridar l'atenció contra tractaments puntuals que no contribueixen a una visió holística, tant pel que fa a la situació d'emergència planetària, com a la necessitat i possibilitat d'un tractament del conjunt de problemes a través d'esforços inter i trans-disciplinaris, en una perspectiva ampla tant temporal com espacial. Aquesta perspectiva permet comprendre, per exemple, que centrar els esforços de recerca i actuació en augmentar l'eficiència dels processos de combustió del petroli pot no constituir una veritable aportació a la Sostenibilitat, si condueix a allargar el temps d'utilització dels combustibles fòssils quan quasi s'ha sobrepassat el límit de concentració de CO₂ en l'atmosfera per evitar un desarreglament climàtic de conseqüències desastroses. El que l'educació i la pressió de la ciutadania ha d'impulsar fonamentadament és la més ràpida transició possible a l'ús d'energies netes i renovables.

3. Tenint en compte la seva implicació en aquest camp de la Química, quins reptes, quines perspectives pensa que se li presenten a la Química Verda en l'actualitat?

En realitat, encara que soc químic, jo no estic implicat específicament en aquest camp de la química, sinó en el de l'Educació per la Sostenibilitat com component de la Ciència de la Sostenibilitat. Des del meu punt de vista com investigador i, sobre tot, com ciutadà, considere que tots els sectors de la recerca i producció científica han de contribuir a la Sostenibilitat com objectiu prioritari. És una obligació ètica i racional, a la vista del problema als quals ens enfrontem. Però és també una oportunitat de donar més sentit i rellevància al nostre treball i de connectar millor amb la societat, tot participant en una nova i profunda revolució científica i social:

Després de la revolució copernicana, que unificà Cel i Terra, després de la Teoria de l'Evolució, que va establir el pont entre l'espècie humana i la resta dels éssers vius, ara assistim a la integració del desenrotllament social (científic, econòmic, industrial, cultural...) amb els processos del denominat món natural, buscant comprendre les interaccions entre la naturalesa i la societat a fi d'afavorir ambdues i fer possible la transició a la Sostenibilitat, que constitueix una profunda revolució social absolutament necessària per evitar el col·lapse i fer possible un desenvolupament humà sostenible i satisfactori. Benvinguda siga, doncs, la Química autènticament Verda i tota la tecnociència autènticament verda. Benvingut siga tot el treball humà adreçat a

construir societats sostenibles i solidàries, respectuoses amb el medi ambient, amb la diversitat biològica i cultural i promotores de la universalització de tots el Drets Humans: polítics, socioeconòmics, culturals... incloent el dret fonamental a un ambient saludable.

Hi ha perspectives de treball, sortosament, per tothom i per una bona estona!

4. Si vol afegir alguna cosa...

Caldria afegir moltes coses, però potser se'n allunyariem massa dels objectius d'aquesta entrevista. Afegiré, doncs, una sola cosa: es parla de què entendre per Química per a la Sostenibilitat, de les seues característiques i del que cal i es pot fer per "enverdir" la química, la tecno-ciència en general, i totes les activitats humanes. Caldria, a més, parlar d'allò que cal NO fer, dels necessaris compromisos que els químics i químiques hem d'adquirir perquè el nostre treball contribueixi a la Sostenibilitat. Per posar un exemple, entre molts possibles: cal que ens comprometem a no treballar en tasques de prospeccions petrolíferes, fractura hidràulica, etc. Tal vegada es podria afegir alguna consideració d'aquest tipus als Principis de la Química Verda...

Entrevista 8: E8

1. Quina importància li concedeix a la Química Verda o Química per a la Sostenibilitat? Quin paper pot jugar i ha de jugar en la nostra societat?

En la primera fase de la investigació que estem desenvolupant, s'ha observat que l'atenció que l'Ensenyament de les Ciències dóna a la Química per a la Sostenibilitat és molt escassa.

E8: Hi ha que tenir present que l'ensenyament de les Ciències ha d'ésser, en general, una part molt important en l'Educació Infantil, Primària, Secundària (E.S.O.) i els distints Batxillerats. La principal raó que es pot aduir és el fet de que l'activitat antròpica està influent molt negativament en la natura doncs les dades actuals que, des de fa pocs anys, està aportant la ciència i la tecnologia sobre el canvi climàtic ens informa,, per exemple, de greus problemes com l'elevació de la temperatura global del planeta que ja està provocant molts problemes (disminució de gel en els pols, canvis climàtics locals molt dràstics, disminució de moltes espècies animals i vegetals en ecosistemes, etc.), el gran increment demogràfic des de fa sols 100 anys o la

superproducció de plàstics i la de gasos contaminants, entre d'altres, ens estan abocant a la degradació i no conservació d'un planeta habitable que tenim l'obligació de conservar per a futures generacions. Per tot això és fonamental educar en Ciències i, en particular, en Química Verda a aquestes generacions així com al futurs ciutadans.

2. Pensa que és important tractar-lo en l'educació secundària o en el batxillerat? Com convindria fer-ho? En quins temes?

E8: *En relació la seva rellevància crec que les raons anotades en la qüestió 1 avalen la importància de impartir aspectes de Química Verda en aquests nivells però també en els nivells educatius anteriors. Respecte a com convindria fer-ho en l'educació secundària i en el Batxillerat hi ha que aprofitar els resultats de la investigació en didàctica de les ciències i, en particular, utilitzar models d'ensenyament d'orientació constructivista basats en la indagació i en un aprenentatge participatiu o col·laboratiu que impliqui als estudiants en llur aprenentatge. Es pot aprofitar els dos primers cursos de Ciències de l'E.S.O. quan, per exemple, es tracten els éssers vius i la seva necessària conservació o quan es tracten determinats ecosistemes (com pot ser el exemple de la contaminació existent actualment en les ciutats superpoblades i la seva relació amb les malalties pulmonars dels ciutadans). També en els altres dos cursos de Física i Química i Biologia de l'ESO. Per suposat que caldrà reiterar aquests ensenyaments, més específics, de Química Verda en la Química de 1^o i 2^o cursos del Batxillerat. En particular hi ha que aprofitar quan se inicia la part descriptiva dels materials en Química on s'utilitzen, per exemple, substàncies problemàtiques (com, per exemple, l'ozó que és nociu durant l'estiu a nivell del mar en la costa valenciana però que resulta necessària la seva presència en la l'estratosfera ja que filtra els raigs de llum ultravioleta que perjudica als éssers vius) així com triar processos físics i/o químics que serveixen als objectius de la Química Verda.*

3. Tenint en compte la seva implicació en aquest camp de la Química, quins reptes, quines perspectives pensa que se li presenten a la Química Verda en l'actualitat?

E8: *Els principals reptes, al meu parer, són, per una banda, la necessària implicació del professorat de ciències per a introduir els aspectes de la sostenibilitat en la programació dels continguts, i de l'altra banda, fer que el professor utilitzi estratègies i recursos que milloren les actituds positives dels estudiants envers la ciència i el seu aprenentatge i així és com es poden interessar pels problemes socio-científics que intenta resoldre la Química Verda. Una estratègia que segurament pot donar resultat, a més a més, d'un clima d'aula basat en la indagació, consisteix en plantejar qüestions i problemes que, com dius, siguin reals per a ells. Això implica que estiguin ben contextualitzats en un ambient pròxim, que siguin interessants per a ells i, a més, siguin discutits i acceptats pel grup de professors i professores dels Seminaris de Física i*

Química i de Biologia i Geologia del Centre. Si l'ensenyament de la Química Verda reuneix aquestes condicions didàctiques és molt possible que les seves perspectives siguin positives respecte a la formació i conscienciació dels futurs ciutadans sobre possibles solucions als problemes planetaris que pot anar desenvolupant la humanitat, per exemple, en el cas del canvi climàtic seguint el que s'ha acordat recentment en la cimera de París.

Si vol afegir alguna cosa...

Sí, donar-te ànims per a seguir endavant en el treball de la tesi doctoral !

Entrevista 9: E9

La Química Verda o Química para la Sostenibilidad

En este trabajo estamos investigando la atención que la Enseñanza de las Ciencias presta a la Química Verde.

Somos conscientes del relevante papel que la Química puede jugar y ya está jugando en las medidas frente a la problemática socio-ambiental, causada fundamentalmente por la actividad humana pero, al mismo tiempo, sabemos que existen visiones (frecuentemente no solo entre los estudiantes, sino también en la ciudadanía en general) bastante negativas hacia la Química debido a algunas de las repercusiones que su desarrollo ha tenido. Por eso, en esta investigación estamos analizando la situación, investigando la atención que se presta a la Química Verde y muy particularmente intentando diseñar herramientas de intervención para contribuir a mostrar una visión más real y contextualizada de la Química, es decir una imagen más completa que tenga en cuenta el papel que la Química puede jugar y está jugando ya en la solución de problemas que afectan a nuestro planeta y a los seres vivos que habitamos en él.

Les agradecemos haber aceptado realizar esta entrevista ya que sus aportaciones estamos seguras que nos servirán de mucha ayuda para poder orientar la investigación así como la preparación de materiales para trabajar con los estudiantes la Química Verde.

1. **¿Qué importancia le concede a la Química Verde o Química para la Sostenibilidad? ¿Qué papel puede jugar y tiene que jugar en nuestra sociedad?**

Entiendo que la Química Verde puede jugar un papel importante en nuestra sociedad ya que puede contrarrestar las fuertes tendencias actuales en las que destaca el beneficio económico por encima de cualquier otra consideración, incluida la sostenibilidad del planeta y de nuestra salud. Así que este enfoque puede ayudar a poner de manifiesto que las cosas se pueden y se deben hacer de otra manera y que el crecimiento y el beneficio económico deben subordinarse a principios como los de la química Verde y la Sostenibilidad.

En la primera fase de la investigación que estamos desarrollando, se ha observado que la atención que la Enseñanza de las Ciencias da a la Química para la Sostenibilidad es muy escasa.

2. **¿Piensa que es importante tratarlo en la Educación Secundaria o en el bachillerato? ¿Cómo convendría hacerlo? ¿En qué temas?**

Sí, creo que es importante tratarlo en la ESO y el bachillerato. Independientemente de que se introduzca el concepto de Química Verde, dentro del marco de la Ciencia de la Sostenibilidad, en un curso determinado, pienso que deberían aplicarse sus principios de procedimiento de forma transversal en las asignaturas de Física y Química de la ESO y bachillerato y en la Química de bachillerato. También se deberían aplicar en Biología y Geología.

Desde mi punto de vista debería tenderse a un enfoque interdisciplinar en el que se trabaje por proyectos desde distintas asignaturas en torno a grandes problemas, entre los que debería estar alguno relacionado con la sostenibilidad.

3. **Teniendo en cuenta su implicación en este campo de la Química, ¿Qué retos, qué perspectivas piensa que se le presentan a la Química Verde en la actualidad?**

La Química y “lo químico” arrastra el problema de una actitud negativa por una parte de la población, por asociarlo a artificial (malo) y contraponerlo a natural (bueno). La Química Verde puede tener el importante papel de, a

partir del conocimiento, contribuir a modificar esta actitud en la población a través de la enseñanza formal y de su mayor “visibilidad” en la sociedad.

4. Si quiere añadir alguna cosa...

Muchas gracias por haber contestado a las preguntas. Esta entrevista se utilizará para la Tesis Doctoral con la finalidad entre otras de diseñar y poner a prueba materiales para la enseñanza científica y la Química en particular, que presten la atención adecuada a la Química Verde

Entrevista 10: E10

La Química Verda o Química per a la Sostenibilitat

En aquest treball estem investigant l'atenció que l'Ensenyament de les Ciències presta a la Química Verda.

Som conscients del rellevant paper que la química pot jugar i ja està jugant en les mesures davant de la problemàtica socio-ambiental, causada fonamentalment per l'activitat humana però, al mateix temps, sabem que existeixen visions (freqüents no sols entre els estudiants, sinó també en la ciutadania en general) bastant negatives cap a la Química degut a algunes de les repercussions que el seu desenvolupament ha tingut. Per això, en aquesta investigació estem analitzant la situació, investigant l'atenció que es presta a la Química Verda i molt particularment intentant dissenyar eines d'intervenció per a contribuir a mostrar una visió més real i contextualitzada de la Química, és a dir una imatge més completa que tinga en compte el paper que la Química pot jugar i està jugant ja en la solució dels problemes que afecten al nostre planeta i als éssers vius que habitem en ell.

Els agraïm haver acceptat realitzar aquesta entrevista ja que les seves aportacions estem segures que ens serviran de molta ajuda per tal de poder orientar la investigació així com la preparació de materials per a treballar amb els estudiants la Química Verda.

- 1. Quina importància li concedeix a la Química Verda o Química per a la Sostenibilitat? Quin paper pot jugar i ha de jugar en la nostra societat?**

És molt important la Química Verda i crec que és un repte a assolir en un futur. Cal ser conscient de la quantitat de residus perillosos que genera la nostra societat i com minimitzar-ho. Cal buscar processos químics que generin el mínim de residus.

La nostra societat necessita nous materials, que millorin les propietats dels materials actuals, com el grafè, però que impliquin una mínima despesa energètica a en la seva síntesi, que evitin residus i que siguin més efectius que els materials actuals.

És necessari utilitzar materials renovables i entendre la síntesi de nous materials des d'una perspectiva ecològica, per preservar l'entorn.

2. Pensa que és important tractar-lo en l'educació secundària o en el batxillerat? Com convindria fer-ho? En quins temes?

La Química verda ha d'ensenyar-se a l'escola. El coneixement amb profunditat de diferents materials des de l'escola, sabent les seves aplicacions, toxicitat, facilitat de reutilització etc. Conèixer bé les substàncies ajudarà a prendre decisions en un futur respecte el seu ús. Crec que s'ha d'ensenyar tant a l'ESO com a Batxillerat.

La idea antiga de que la síntesi de nous materials sempre ha de provocar impactes mediambientals negatius hauria de desaparèixer.

La Química verda és pot treballar transversalment en molts temes, quan es parla de mesclures i dissolucions, canvis químics, cinètica química, termodinàmica etc....

És imprescindible en el laboratori ser conscient dels residus que s'obtenen, de com reutilitzar-los per tal de minimitzar l'impacte medio-ambiental. Cal conèixer bé els reactius que utilitzem, d'on provenen, quin és el seu impacte ambiental etc...

3. Tenint en compte la seva implicació en aquest camp de la Química, quins reptes, quines perspectives pensa que se li presenten a la Química Verda en l'actualitat?

- Obtenir materials que generin menys residus contaminants
- generar substàncies amb poca toxicitat
- disseny de processos químics amb molt poc impacte mediambiental
- us de materials renovables
- reduir subproductes innecessaris....

4. Si vol afegir alguna cosa...

És un tema de molta actualitat , que cal treballar a l'escola, ja que sinó no tindrà impacte social.

Moltes gràcies per haver contestat a les preguntes. Aquesta entrevista s'utilitzarà per a la Tesi Doctoral, amb la finalitat entre d'altres de dissenyar i posar a prova materials per a l'ensenyament científic i la química en particular, que presten atenció adequada a la Química Verda.

Entrevista 11: E11

La Química Verda o Química para la Sostenibilidad

En este trabajo estamos investigando la atención que la Enseñanza de las Ciencias presta a la Química Verde.

Somos conscientes del relevante papel que la Química puede jugar y ya está jugando en las medidas frente a la problemática socio-ambiental, causada fundamentalmente por la actividad humana pero, al mismo tiempo, sabemos que existen visiones (frecuentemente no solo entre los estudiantes, sino también en la ciudadanía en general) bastante negativas hacia la Química debido a algunas de las repercusiones que su desarrollo ha tenido. Por eso, en esta investigación estamos analizando la situación, investigando la atención que se presta a la Química Verde y muy particularmente intentando diseñar herramientas de intervención para contribuir a mostrar una visión más real y contextualizada de la Química, es decir una imagen más completa que tenga en cuenta el papel que la Química puede jugar y está jugando ya en la solución de problemas que afectan a nuestro planeta y a los seres vivos que habitamos en el.

Les agradecemos haber aceptado realizar esta entrevista ya que sus aportaciones estamos seguras que nos servirán de mucha ayuda para poder orientar la investigación así como la preparación de materiales para trabajar con los estudiantes la Química Verde.

1. ¿Qué importancia le concede a la Química Verde o Química para la Sostenibilidad? ¿Qué papel puede jugar y tiene que jugar en nuestra sociedad?

La Química Verde puede y debe tener un papel fundamental y revolucionario en nuestra sociedad, ya que puede ayudar a hacer más sostenibles los procesos productivos, tratando de prevenir la contaminación antes de que ésta se produzca. Existen numerosos ejemplos que muestran el potencial de la Química Verde para mejorar los procesos productivos no solamente en términos de la reducción de contaminantes y mejor aprovechamiento de las materias primas (por ejemplo, biomasa), sino también desde el punto de vista de la reducción de los costes de producción.

En la primera fase de la investigación que estamos desarrollando, se ha observado que la atención que la Enseñanza de las Ciencias da a la Química para la Sostenibilidad es muy escasa.

2. ¿Piensa que es importante tratarlo en la Educación Secundaria o en el bachillerato? ¿Cómo convendría hacerlo? ¿En qué temas?

Es muy importante incluir el tema de la Química Verde tanto en Educación Secundaria como en Bachillerato. Se podría incluir en asignaturas tales como Física-Química (temas de Reacciones Químicas, Energía...), Cultura Científica, Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional, Tecnología, Biología, Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente..., en aquellos temas que se presten a hablar de Sostenibilidad o de los problemas y desafíos a los que ha de hacer frente la humanidad.

3. Teniendo en cuenta su implicación en este campo de la Química, ¿Qué retos, qué perspectivas piensa que se le presentan a la Química Verde en la actualidad?

A pesar de ser un concepto relativamente reciente, la Química Verde ha tenido un desarrollo notable, sobre todo en los últimos años.

Así, se han desarrollado tecnologías para optimizar el uso de energía en los procesos químicos, como la utilización de ultrasonido y microondas en la aceleración de reacciones químicas.

Además se han desarrollado tecnologías que permiten la reducción en el consumo de disolventes, como la tecnología de extracción con fluidos supercríticos.

El polémico desarrollo de los biocombustibles es otra área que se ha desarrollado intensamente.

El desarrollo de mejores catalizadores para el proceso de refinación del petróleo, especialmente de petróleos pesados, que son cada vez los más disponibles, es también un área de intensa investigación.

A pesar de estos avances, la Química Verde tiene frente a sí desafíos muy interesantes. Entre estos desafíos podemos mencionar el desarrollo de:

- Materiales estructurales mejorados para la industria.
- Métodos para hacer una reutilización de los materiales de reciclaje.
- Desarrollo molecular de biopolímeros y pequeñas moléculas.
- Productos químicos no perjudiciales.
- Biocatalizadores que no generen residuos.
- Agroquímicos amigables con el medio ambiente

En los tiempos actuales en que los conceptos de Desarrollo Sostenible, ecología, cambio climático y calentamiento global son conceptos que manejamos casi cotidianamente y que implican una conciencia cada vez mayor acerca de los efectos de las actividades humanas sobre el ambiente, es importante destacar la influencia que las Ciencias y en especial la Química poseen sobre estos conceptos.

El desarrollo de la Química Verde está en una etapa crucial, donde se ha demostrado cómo es posible mejorar los procesos actuales con el fin de abatir los efectos de las actividades humanas sobre nuestro planeta. Esperemos que en un futuro no muy lejano la Química Verde sea la manera en que la Química se realice.

4. Si quiere añadir alguna cosa...

Muchas gracias por haber contestado a las preguntas. Esta entrevista se utilizará para la Tesis Doctoral con la finalidad entre otras de diseñar y poner a prueba materiales para la enseñanza científica y la Química en particular, que presten la atención adecuada a la Química Verde

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES ANNEX VII

Jefferson, G. (1984). Transcript notation. In Structures of Social Action. Studies in Conversation Analysis, J. M. Atkinson and J. Heritage.(Eds), Cambridge, Cambridge University Press, ix-xvi.

Annex VIII

ENTREVISTA A EXPERTS EN QUÍMICA VERDA

ANNEX VIII

ENTREVISTA A EXPERTS EN QUÍMICA VERDA

En aquest annex es presenta l'entrevista completa realitzada Avelí Corma com a expert en Química Verda així com un breu currículum. Per tal de facilitar la lectura de la transcripció de les entrevistes realitzades, mostrem a continuació quins han sigut els símbols utilitzats (Gail, 1984):

(1.7): Pausa de 1.7 segons (es pot modificar el número i adaptar-lo segons siga el temps de pausa)

(.): Pausa molt curta, com la d'un punt, no s'utilitza necessàriament el final d'una frase.

(,): La coma indica una entonació contínua, no necessàriament entre les clàusules d'oracions.

(?): Un signe d'interrogació indica una inflexió ascendent, no necessàriament una pregunta.

(!): Un signe d'exclamació indica un to animat, no necessàriament un signe d'exclamació

↑ : Just abans d'una paraula per a indicar un augment en l'entonació

↓ : Just abans d'una paraula per a indicar un descens en l'entonació

xxx=

=yyy: Signes de igual al final d'una intervenció i a l'inici de l'altra per a indicar una intervenció immediatament després de l'altra, però no solapada.

u::m: Dos punts després d'una vocal per a indicar un allargament en la pronunciació d'aquesta

hhh: Indiquen rises (tantes h com dècimes de segon)

((noise)): Doble parèntesis per a indicar sons, accions dels participants o tons (amb ironia, amb complicitat...) amb la qual es diu una frase

mmm: So que es fa amb la boca abans de començar a parlar o durant una intervenció, quan es para a pensar un moment el que es vol dir.

Entrevista EQV1:

M: primer que tot agrair haver acceptat realitzar aquesta entrevista és un privilegi poder conèixer les teves respostes i sobre tot voldria fer-te la pregunta de que quina importància pensa vostè que se li concedeix a la Química Verda o Química per la Sostenibilitat en general la societat(?)

EQV1: Home jo crec que la química no li'n dona molta i a la Química Verda anem a dir o Química Sostenible crec que cada vegada més(.) Jo crec que tots tant els que treballem en Química com els que viuen de la Química a nivell industrial com les persones se donen compte que la química serà Química Verda o no serà.

M: I:: des del teu punt de vista(.) Creus que la gent coneix el concepte(?) O hasta quin punt el paper de la Química Verda en la societat es coneguda(?)

EQV1: E:: jo crec que cada vegada més perquè e:: la gent si que coneix el el concepte de sostenibilitat(,) Química Verda cada vegada sona més lògicament entre gent que llig i gent que està informa no(?) però cada vegada més perquè immediatament sempre te pregunten quina ventaja tindria això des del punt de vista mediambiental e:: respecte a la tecnologia que està utilitzant-se en estos moments(,) jo crec que si està consciència e:: (1s) no sé

M: Estavem dient que en la primera fase de la investigació el que hem fet ha sigut veure com a punt de partida quina atenció se li està prestant a la Química Verda o Química per la Sostenibilitat en general en l'educació i el que hem vist es que ni al currículum apareix i els temes de sostenibilitat que hi havia en l'última reforma s'han tret(,) després a la investigació en didàctica no s'està tenint en compte i els professors com al currículum no apareix tampoc coneixen el concepte(.) Per tant li pregunte a que pensa que serà deguda aquesta mancança d'atenció en general donat el seu paper rellevant en l'actualitat(?)

EQV1: Pues e:: pues si vols que te diga la veritat jo m'he sorprès de que això sigui aixina perquè per una part en tot el que és recerca e:: En tot lo que és química sempre el concepte de sostenibilitat o el concepte de Química més Verda cada vegada que ataquem un nou problema químic sempre el tenim present encara que desenvolles una bona tecnologia la part següent immediatament tots els calcula a vore el grau de sostenibilitat pa vore la huella de CO2 tal tot això(,) immediatament se fa tot això eh(?) e:: entones no entenc com al xiquets no els formen des del primer moment en eixe concepte

M: Clar el que si que he vist es que a la part de la investigació a la part més de la indústria si que s'està tenint en compte però en investigació didàctica

EQV1: Pues ahi esteu vosatros no(?)

M: Perfectament hauré analitzat deu mil articles de diverses revistes espanyoles de didàctica i haure trobat deu que tinguen en compte(,) a la universitat si que he estat analitzant tesis doctorals i a les tesis doctorals sobre tot en química analítica si que hi han directament no el parla de Química Verda però que si et nomena alguns dels principis que estan treballant en aquesta línia però en investigació==

EQV1: En les nostres tesis tu vories que si en moltes d'elles incideixen directament i además se nombra directament a lo llarg de la tesis(.) Des del meu punt de vista els ensenyants el que tenen que fer es quan els ensenyen Química i els ensenyen processos químics i reaccions químiques posar al joves en perspectiva de quina és la química que se feia fa cent anys i quina és la química que se fa hui i com hem anat millorant(.) eixe concepte se pot transmetre molt fàcilment sense necessitat de:: grans manifestacions d'eixa manera(↑) mostrant-los com ha evolucionat i quina és la direcció en la que se vol evolucionar no(?)

M: val(.) Aleshores relacionant amb el que m'estaves dient el que fa a l'educació secundària i batxillerat com creus que convindria incloure a:: aquestos temes o en quins temes creus que es podria plantejar(?) o incloure la Química Verda(?)

EQV1: jo crec que se podria incloure dins de lo que és un curs de Química tu podries o bé una part on se mostrara els avanços que s'han fet en química com volem un món que volem que siga molt més sostenible que siga molt més adequat per a la vida i dins de lo que és la Química com s'ha anat evolucionant en eixe sentit(.) O bé dins d'un curs o bé d'una manera separada on s'aprofitara per exemple història de la ciència que no se'n dona història de la ciència per a mostrar tot este tipus de coses(.) Jo crec que en estos moments a la formació dels joves i això inclueix també la universitat eh(?) hauria d'haver una assignatura que fora història i evolució de la ciència

M: Val i et ve al cap algun tema que creus que si es fa dintre del mateix temari que hi ha un tema en el qual creus que es podria incloure o d'algun tema en particular per exemple reaccions químiques o..

EQV1: Dins de lo que seria un curs de química normal com ho inclouria(?) jo ho inclouria d'eixa manera simplement dient cap a una química sostenible com han evolucionat els processos i les reaccions químiques i les recerques i com hui(↑) com forme hui(↑) fem els productes en comparació a com se feien jo crec que podrien això perfectament posar-ho.

M: vale vale(.) I per a acabar tenint en compte els seus coneixements i experiències i la seva implicació en aquest camp de la Química quins reptes o quines perspectives creus que se li presenten a la Química Verda o Química per a la sostenibilitat en l'actualitat i en un futur(?)

EQV1: En estos moments(.) mira la Química mm: estan per una part els investigadors que lògicament això depèn de la manera de veure el món cadascú però hi ha una altra força molt important que és la indústria (,) la indústria si que ho te clar si que ho te clar que tenen que anar cap a una química més sostenible una química més verda ja te dic en estos moments qualsevol procés que se desenvolupa immediatament tenen que mirar factor E i tenen que mirar huella de CO2 això és obligat i això té un pes específic (.) Per tant les indústries estan conscienciades des de luego en els països més desenvolupats i teu dic jo que si que estan molt conscienciades(.) en estos moments e:: no caben processos que siguen realment contaminants o que tinguen un impacte ambiental negatiu això no passa els filtres en les pròpies empreses eh(?) I després en investigació ho tenim claríssim com forme te dia o anem cap a una Química més sostenible més verda o no anirem

M: val(.) I si vols afegir alguna cosa més

EQV1: Jo crec que el concepte d'alguna manera als estudiants hi ha que hi ha que passar-lo missatges també no domés lo que és cadascuna de les assignatures sino missatges a nivell més global que després tindran el seu reflex en les assignatures i un missatge més global que tenim que fer és que tenim que anar cap a sostenibilitat i sostenibilitat no és domés sostenibilitat mediambiental és també sostenibilitat econòmica i sostenibilitat social no(?) Els tenim que passar el missatge de que no serveix de res si domés volem fer sostenibilitat mediambiental però al mateix temps estem creant una separació entre gent molt rica i gent molt pobra que apenes pot viure això no té sentit si estem acumulant tots els bens en mans de poca gent o poques corporacions que tot això no té sentit no(?) Pues això enfocat d'una forma global i després baixant a la part mediambiental en lo que és química és física en lo que són materials és medicina en tot això(.) Jo crec que se té que donar als xiquets una visió lo més completa possible però al mateix temps conscienciar-los de que la sostenibilitat és més que domés la sostenibilitat mediambiental

M: clar

EQV1: Ho tens clar això(?)

M: Això és el que jo volia plantejar-te perquè clar quan pregunte a la gent sobre tot entrevistes que he fet a gent d'amèrica del Sud els deia química verda i ells em deien ja però jo diferència entre química verda i química sostenible (.) Val química verda seria aquella que té en compte evitar problemes mediambientals fer servir la catàlisi(,) matèries primeres renovables etc i la química sustentable seria aquella que té enllloc de tenir en compte la part mediambiental té en compte altres aspectes(.) Penses el mateix(?) És això que m'estàs dient(?)

EQV1: Digam que la que té en compte els altres aspectes és més general que domés la química(.) Jo partiria al revés jo aniria de la més general a la més particular per exemple podem inventar medicaments acollonants boníssims super específics tot(,) si després domes el podem comprar o gastar la gent molt rica e:.(?) o que té molts mitjans(,) jo crec que no hem fer un servei molt gran(.) Aleshores això també és un aspecte de sostenibilitat(,) sostenibilitat social no(?) Això és important(,) si estem creant indústries i maneres de funcionar que al final indústries que no només són indústries està també tota la part de banking i tot això que al final estem creant una separació de classes on tenim gent molt pobra i gent molt rica i la classe mitjana que és la vertebradora cada vegada va disminuint i disminuint més(,) no estem mantenint una sostenibilitat social eixe organisme no pot viure d'eixa manera no pot progressar se crearan en tensions i se crearan problemes a més de que és injust des del punt de vista humà(.) Jo de ahí partiria i pues que podem fer nosaltres (?) pues dins de cada rama aproximar-nos a això. Què tindrem que fer(?) Pues si mosatros estem fent una química que va destinada a energia tindrem que mirar energies que siguen accessibles quan més accessibles a tot el món millor (.) si estem generant i fent medicaments pues tindrem que vore i treballar en conjunció amb els governs per a vore com això pot arribar de la millor manera possible a la gent i per tant planificar les dos coses (.) Al final te poden dir(,) bueno les empreses privades poder fer lo que vullguen i tu els pots posar domés lleis mediambientals e:. Com a limitants i coma normatives i despres gravar.los en impost això és possible però hihan més maneres que per exemple està clar que una part de la recerca que es fa i que ens permeteix ahí també avançar se basa en la investigació financada per els països i per els governs aleshores hi ha

que arribar a uns acords (.). Dir nosaltres com a país estem posant uns diners en tots aquesta investigació que no té beneficis d'alguna manera això té que tornar a la gent eh(?). Jo aniria més d'una manera a l'altra per . però jo crec que és molt important que als xiquets se li transmetisquen i se repetisquen hasta cansar-se aquest tipus d'idees que al final el que volem és una societat més justa vale(? I el que tenim que fer es desenvolupar tecnologies per a que viscam millor però per a que viscam millor tots, tots, sempre hi hauran uns que viuran millor que altres però el que pijor visca que pugui viure millor

M: Moltes gràcies per haver contestat les preguntes

Currículum



Corma, Avelino: Professor investigador; des de 1990 desenvolupa la seva tasca científica a l'Institut de Tecnologia Química ITQ (CSIC / UPV), centre de recerca creat en 1990 per la Universitat Politècnica de València (UPV) i el Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC)

Avelino Corma va realitzar la seva llicenciatura en Ciències Químiques a la Universitat de València i el seu Doctorat en la Universitat Complutense Madrid, la seva tesi la va desenvolupar sota la direcció del Prof. Antonio Cortés a l'Institut de Catàlisi i Petroquímica (CSIC), seguit d'una estada postdoctoral de dos anys a la Queen 's University (Canadà).

Durant els últims trenta anys ha desenvolupat el seu treball de recerca en Catàlisi Heterogènia tant bàsica com aplicada en col·laboració amb diverses empreses. Treballa en disseny molecular de catalitzadors i en processos catalítics sostenibles en els camps de la refinació d'hidrocarburs i derivats de la biomassa, i química fina; ha treballat en aspectes fonamentals de la catàlisi àcid-base i redox amb l'objecte d'entendre la naturalesa dels centres actius i dels mecanismes de reacció. A partir d'aquests coneixements ha desenvolupat una sèrie de catalitzadors que estan sent utilitzats en diversos processos industrials.

El professor Corma és un expert reconegut internacionalment en catalitzadors sòlids àcids i bifuncionals aplicats al refinament del petroli, petroquímica i processos químics, especialment en la síntesi i aplicació de Zeolites. Ha publicat més de 900 articles en revistes internacionals, ha escrit tres llibres i nombroses revisions. És membre del Comitè d'Edició de les revistes més importants en el camp de la catàlisi, és autor de més de 100 patents d'invenció, una dotzena de les quals han estat aplicades industrialment en processos comercials de craqueig, dessulfuració, isomerització, epoxidació i reaccions químico selectives d'oxidació d'alcohols i hidrogenació.

Ha rebut el premi Príncep d'Astúries d'Investigació Científica i Tècnica (2014), la Medalla d'Honor al foment de la Invenció de la Fundació García Cabrerizo (Spain) (2012), Gran Medalla de l'Acadèmia de les Ciències Francesa (2011), el Mèrit Científic de la Generalitat Valenciana (2011), la Medalla d'Or del Fòrum Química i Societat a la Trajectòria en Investigació Química 2001-2010 (2010), Premi Eni Award (2010), Royal Society of Chemistry Centenary Prize (2010), Rhodia Pierre-Gilles de Gennes Prize for Science and Industry (2010), Bourdart Award in Advanced Catalysis (2009), AV Humboldt - JC Mutis Research Award (2009), Gabor A. Somorjai Award for Creative Research in Catalysis (2008), Karl -Ziegler-Lectureship Max Planck Society (2007), Premi Nacional de Ciència i Tecnologia de Mèxic (2006), Alwin Mittasch of Dechema (2006), Paul Sabatier of the French Society of Chemistry (2006), Federació Iberoamericana de Societats de Catàlisi (SICAT) (2006), Cross Canada Lecture Award (2006), Medalla d'Or de la Reial Societat Espanyola de Química (2005), Breck de la Societat Internacional de Zeolites (IZA) (2004), la Medalla d'Honor al foment de la Invenció de la Fundació García Cabrerizo (Spain) (2004), Ordre al Mèrit Civil d'Espanya (2002), Eugene J. Houdry Award in Applied Catalysis (2002), F. Gault European Award on "Catalysis" (2001), Ipatieff Actr at Northwestern University (2000-2001), Noves Tecnologies Rei Jaume I (2000), Iberdrola Ciència i Tecnologia (Espanya) (1998), F. Ciapetta award of the North American Catalyst Society (1998), CATSA in recognition of research excellence "Distinguished Visitor Award of the Catalysis Society of South Africa ". (1998), Premi d'Investigació Burdinola (Espanya) (1997), Professors Visitants d'Iberdrola (1996), Recerca Dupont (Espanya) (1995), Premi Nacional "Leonardo Torres Quevedo" (Espanya) (1995).

El Professor Corma ha estat investit doctor honoris causa per la Universitat de Cantàbria (2016), Doctor Honoris Causa per la Universitat de Jaen (2015), la Universitat de Bucarest (2014), la Delft University of Technology: TU Delft (2013), University of Ottawa (2012), la Universitat d'Alacant (2010), per la Facultat de Chemistry and Biochemistry of the Ruhr-University Bochum (2010), la Universitat de València (2009), la Universitat Jaume I (2008), per la Technische Universität München (2008), la Universitat Nacional d'Educació a Distància (UNED) (2008) i la Utrecht University (2006).

És membre estranger de la Royal Society del Regne Unit ((2012), La National Academy of Engineering (USA), la Reial Acadèmia d'Enginyeria d'Espanya, La Real Acadèmia de Ciències Exactes, Físiques i Naturals d'Espanya (2011), Acadèmia Europea , Chemical Science Section.

(text adaptat <http://www.avelinocorma.es/biografiacutea.html>)

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES ANNEX VIII

Jefferson, G. (1984). Transcript notation. In Structures of Social Action. Studies in Conversation Analysis, J. M. Atkinson and J. Heritage.(Eds), Cambridge, Cambridge University Press, ix-xvi.

(text adaptat <http://www.avelinocorma.es/biografiacutea.html>)

Annex IX

**PROGRAMA D'ACTIVITATS
COMPLET DUT A TERME EN UN
CENTRE DE LA GENERALITAT
DE CATALUNYA**

ANNEX IX

PROGRAMA D'ACTIVITATS COMPLET DUT A TERME EN UN CENTRE DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA

A continuació es mostra el programa d'activitats complet dut a terme en un centre de la Generalitat de Catalunya.

IRATE UCPART, SELENA CATENA, ANDA DELGADO, ANA DELGADO, JUDITH ALCAIDE

PROGRAMA D'ACTIVITATS

Introducció

La Química ha estat sempre al voltant de les nostres vides. Molts dels avanços que han possibilitat el nostre desenvolupament com a espècie i la millora de la nostra qualitat de la vida són o estan relacionats amb processos químics que hem après per tal d'aprofitar-los.

A.1. Com penseu que afecta la química en la vostra vida? Quines contribucions positives coneixeu de la Química? I negatives?

En la vida quotidiana tot és química (menjar, ambient, salut, roba...), ja que moltes coses estan modificades químicament. La química pot o col·laborar a la vida o matar-nos.

POSITIU:

- Fàrmacs → ajuda a la salut
- Objectes modificats químicament ajuden al dia a dia.
- cotxes → combustible ajuda a mouer-nos

NEGATIU:

- Drogues → mal ús de la química
- menjar → contaminació
- Ambient → contaminació

Una vegada hem reflexionat al voltant de la química i el seu paper en les nostres societats, anem a detenir-nos sobre els problemes actuals als que ha d'enfrontar-se la humanitat, i per tant el paper de la química en les mesures que hem d'adoptar.

Bloc II: Problemes i desafiaments que ha de fer front la ciència i en particular la Química

Madrid activa el protocolo de contaminación y limita la velocidad en los accesos

A partir de las 6 horas de este domingo, la velocidad de circulación en el interior de la M-30 y en las vías de acceso a la ciudad se establecerá a 70 kilómetros por hora.

El Confidencial, 30 d'Octubre 2016

La guerra y la persecución echan de sus casas a 24 personas por minuto

REFUGIADOS Y DESPLAZADOS EN EL MUNDO

La Agencia de la ONU para los refugiados asegura que en 2015 hubo casi seis millones de desplazados forzados más que en 2014.

El País, Septiembre 2016

COF22

La cumbre del clima limpia Marrakech

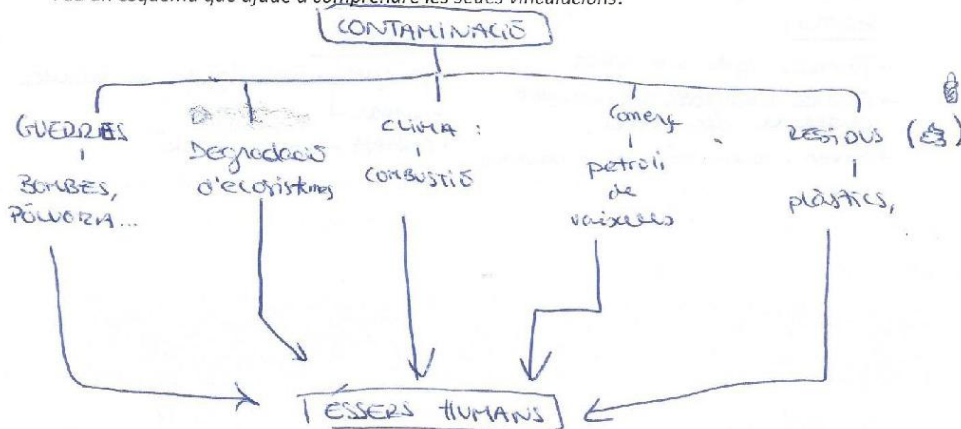
La ciudad marroquí, sede de la COP 22, ha prohibido las bolsas de plástico para ser ejemplar

El País, Noviembre 2016

Aquestes són algunes notícies actuals, que segur conegeu, sobre alguns dels problemes que la humanitat ha de fer front. En relació amb aquestes i altres notícies que ens aporten informació sobre què és i està ocorrent al nostre planeta, responeu a les següents preguntes:

A.2. Quins són els problemes socio-ambientals als quals la humanitat ha de fer front actualment?

Feu un esquema que ajude a comprendre les seues vinculacions.

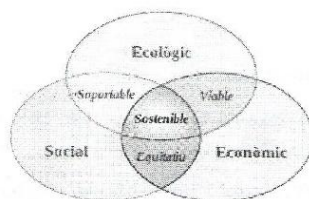


A.3. Quines mesures proposaríeu per a contribuir a la solució dels problemes nomenats?

- Reciclatge
- Transport → caminar o transport conjunt
- Utilitzar més les energies renovables
- Més espais naturals
- Canviar els hàbits (escola verda)
- Reutilització de materials
- Vida sana (no contaminació, esforç)
- Millorar infraestructures (freqüència, dimers)

La Química Verda i les seves aportacions

Dins de les mesures que acabem de veure, la ciència i la química en particular han de jugar un paper important. El camp de la química que està contribuint a la transició cap a societats més sostenibles es diu Química Verda o Química per a la Sostenibilitat.



ANALÍTICA → dany ja fet,
què fem?

VERDA → Abans de que
passi, què fem?

A.4. Conegueu el significat de Química Verda? Expliqueu-ho.

És la química que contribueix en la sostenibilitat del medi ambient.

- Conservació de la natura
- Possibilitat d'evitar i prevenir els problemes socio-ambientals.

Algunes de les aportacions de la Química Verda tenen a veure amb camps com els que anem a desenvolupar en les següents qüestions:

A5. Què penseu que significa "economia atòmica"?

És la previsió que es té, abans de fer una reacció, de producte respecte al rendiment.

major economia atòmica → menys reactiu queda en els productes no desitjats.

A.6. Conegueu el Principi de Precaució? En què consisteix?

Consisteix en evitar o prevenir els impactes mediambientals, catàstrofes naturals, destruccions humanes...

A.7. Les dos preguntes anteriors es relacionen amb dos dels dotze principis de la Química Verda definits en 1998 per Anastas i Warner en el seu llibre *Green Chemistry: Theory and Practice*. Què penseu que haurien de tenir en compte aquests principis per a contribuir a la Sostenibilitat del nostre planeta?

- Prevenció
- Economia atòmica.
- Evitar danys mediambientals.
- Intentar utilitzar el mínim nombre de combustions possibles en la nostra vida quotidiana.
- Utilitzar favorablement als humans la química.
- Prevenció de la producció de residus.

Bloc IV: Catalisi i Sostenibilitat

Entre els diferents camps que desenvolupa la Química Verda per tal de contribuir a la Sostenibilitat, un dels més importants i amb més aportacions és el dedicat a la catàlisi.

A.8. Sabeu en que consisteix el procés de catàlisi? Per què és important?

Consisteix en accelerar les reaccions. → (accelerar, reduir, inhibir).
| perquè així podem obtenir més resultats en menys temps, |
| i per tant aconseguir no utilitzar sessions innecessàries. |

A.9. Coneixeu algun exemple on el procés de catàlisi sigui fonamental per a l'avanç cap a societats més sostenibles? Expliqueu-ho.

- Catalitzador del cotxe
- Refinament del petroli.
- Tractament d'algunes substàncies (aigua ...)

X A.10. Investigueu una reacció química industrial que utilitzi catalitzador en la síntesi dels seus productes. Expliqueu el seu paper en el procés.

A.11 Investigueu en grups algunes de les diferents línies d'actuació de la Química Verda o Química per la Sostenibilitat que s'estan realitzant actualment.

- PROCESSOS QUÍMICS I FOTOQUÍMICS EN CIÈNCIES DE LA VIDA, I
PRODUCCIÓ QUÍMICA SOSTENIBLE.

Transformació de biomassa en productes químics a través de processos sostenibles.

X Tècniques computacionals i d'alta resolució aplicades a processos químics, el seu desenvolupament.

Tècniques fotoquímiques i nanomaterials en ciències de la vida.
(catalitzadors sòlids selectius (redox - àcid base) per a processos químics sostenibles.

A.12. *Quin és el paper de la Química Verda en el desenvolupament de les energies renovables? Analitzeu alguns exemples d'obtenció de substàncies de síntesi o d'altres exemples vinculats al desenvolupament de la Química Verda per la seua contribució a un món més net i sostenible.*

Bloc V: Paper dels centres educatius en la transició cap a la Sostenibilitat

Quan hem parlat de les mesures, ens hem referit als tres tipus que es necessiten per avançar cap a un món més sostenible. Ja hem parlat del paper rellevant de la ciència i de la química en particular, en aquest apartat anem a referir-nos a les mesures educatives.

A.13. Des del punt de vista de les mesures necessàries i urgents per avançar cap a la Sostenibilitat, què es pot fer des de l' institut per a contribuir cap a un planeta més sostenible. Consulteu la pàgina de la OEI, Organització d'Estats Iberoamericans (<http://www.oei.es/>) i avalueu exemples que podeu fer cadascú de vosaltres.

- Reciclar
- Anar en bicicleta, transport públic o caminar a l'institut.
- Fomentar l'educació per la sostenibilitat.
- Vic'n Roll per a tots i no paper de plata, per exemple

Per a completar aquesta primera visió del que suposa la Química Verda, s'ha planificat una visita al Institut de Tecnologia Química, de la Universitat Politècnica de València (<http://itq.upv-csic.es/>), en el que es realitzen nombroses accions i investigacions en el cap de la Química Verda o Química per a la Sostenibilitat.

A.14. Després de visitar l'institut de Tecnologia Química, realitzeu un comentari al voltant de l'interès i les aportacions de la visita.

Per a acabar, a tall de síntesi del que hem estudiat al voltant de la Química i les seues aportacions a la Sostenibilitat, farem la següent activitat:

A.15. Realitzeu una cerca bibliogràfica sobre aportacions rellevants realitzades en aquest camp.

*Algunes pàgines que podeu consultar són <http://www.rsc.org/Membership/Networking/GCN/>
<https://quimicasostenible.wordpress.com>*

Maria Martín, Andrea Lopez, José Bermudo, Ramon Roset, Nidia Barco, Laura Muñoz

PROGRAMA D'ACTIVITATS

Introducció

La Química ha estat sempre al voltant de les nostres vides. Molts dels avanços que han possibilitat el nostre desenvolupament com a espècie i la millora de la nostra qualitat de la vida són o estan relacionats amb processos químics que hem après per tal d'aprofitar-los.

A.1. Com penseu que afecta la química en la vostra vida? Quines contribucions positives

conexeu de la Química? I negatives? *Afecta en tots els àmbits, des del medicaments fins a la nostra respiració o digestió dels aliments. ⊕ Higiene, medicaments, aliments, cosmètics, ⊖ Qualsevol cosa nociva per la nostra salut; aires contaminants, armes biològiques, productes nuclears,...*

Una vegada hem reflexionat al voltant de la química i el seu paper en les nostres societats, anem a detenir-nos sobre els problemes actuals als que ha d'enfrontar-se la humanitat, i per tant el paper de la química en les mesures que hem d'adoptar.

Bloc II: Problemes i desafiaments que ha de fer front la ciència i en particular la Química

Madrid activa el protocolo de contaminación y limita la velocidad en los accesos

A partir de las 6 horas de este domingo, la velocidad de circulación en el interior de la M-30 y en las vías de acceso a la ciudad quedará limitada a 70 kilómetros por hora.

El Confidencial, 30 d'Octubre 2016

La guerra y la persecución echan de sus casas a 24 personas por minuto

REUTERS/ANSA/GETTY IMAGES (Mosú)

La Agencia de la ONU para los refugiados asegura que en 2015 hubo casi seis millones de desplazados forzados más que en 2014.

El País, Septiembre 2016

COP22

La cumbre del clima limpia Marrakech

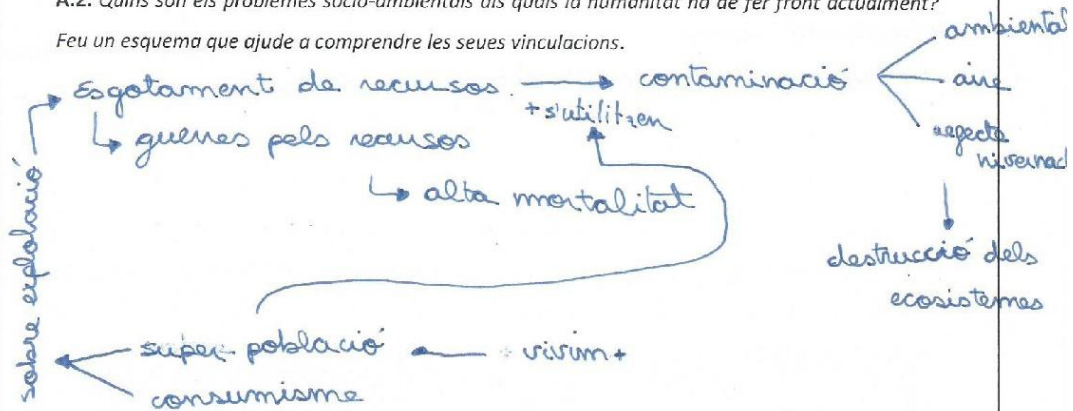
La ciudad marroquí, sede de la COP 22, ha prohibido las bolsas de plástico para ser ejemplar

El País, Noviembre 2016

Aquestes són algunes notícies actuals, que segur conegueu, sobre alguns dels problemes que la humanitat ha de fer front. En relació amb aquestes i altres notícies que ens aporten informació sobre què és i està ocorrent al nostre planeta, responeu a les següents preguntes:

A.2. Quins són els problemes socio-ambientals als quals la humanitat ha de fer front actualment?

Feu un esquema que ajude a comprendre les seues vinculacions.



A.3. Quines mesures proposaríeu per a contribuir a la solució dels problemes nomenats?

Consum sostenible; crear treball, agricultura ecològica

"Disminuir població" Buscar més territori.

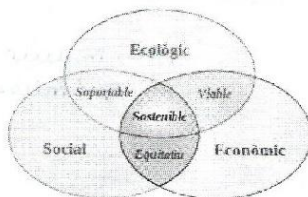
Buscar energies renovables i recursos ilimitats

Investigar principi de precaució.

Incorporar l'educació per la sostenibilitat.

La Química Verda i les seves aportacions

Dins de les mesures que acabem de veure, la ciència i la química en particular han de jugar un paper important. El camp de la química que està contribuint a la transició cap a societats més sostenibles es diu Química Verda o Química per a la Sostenibilitat.



A.4. Conegueu el significat de Química Verda? Expliqueu-ho.

És la química que es centra amb la sostenibilitat i en l'energia neta.

Possibilitat d'evitar i esmenar els problemes socioambientals i evitar ^(construcció) problemes futurs ambientals.

Algunes de les aportacions de la Química Verda tenen a veure amb camps com els que anem a desenvolupar en les següents qüestions:

A5. Què pensem que significa "economia atòmica"?

Estudiar com trobar el millor rendiment a partir dels recursos que tenim i no provocar molts residus.

$$E_A = \frac{\text{massa producte desitjat}}{\text{massa reacció}} \cdot 100$$

A.6. Conegueu el Principi de Precaució? En què consisteix?

Primer pas per prevenir desastres ambientals, humans, energètics, industrials, ...
Mai al final del procés.

A.7. Les dos preguntes anteriors es relacionen amb dos dels dotze principis de la Química Verda definits en 1998 per Anastas i Warner en el seu llibre *Green Chemistry: Theory and Practice*. Què penseu que haurien de tenir en compte aquests principis per a contribuir a la Sostenibilitat del nostre planeta?

1. Controlar l'ús de productes
2. Tres R
3. Respectar el medi
4. Sostenibilitat
5. Millora del rendiment del producte
6. Evitar i reduir la contaminació
7. Utilitzar energies renovables
8. Pensar en un futur, deixant els mateixos recursos
9. Evitar l'hiperconsum
10. Consumir a la població
11. Potenciar la catalisi
12. Reduir els accidents químics

Bloc IV: Catàlisi i Sostenibilitat

Entre els diferents camps que desenvolupa la Química Verda per tal de contribuir a la Sostenibilitat, un dels més importants i amb més aportacions és el dedicat a la catalisi.

A.8. Sabeu en que consisteix el procés de catàlisi? Per què és important?

Accelerar un procés químic, d'aquesta manera es pot estalviar temps i energia.

A.9. Coneixeu algun exemple on el procés de catàlisi sigui fonamental per a l'avanç cap a societats més sostenibles? Expliqueu-ho.

- Refinament del petroli.
- Reducció d'energia en processos industrials.
- Creació de medicament.
- Purificació de gasos.
- Tractament d'aigua.
- Biocatalitzadors.

× A.10. Investigueu una reacció química industrial que utilitzi catalitzador en la síntesi dels seus productes. Expliqueu el seu paper en el procés.

A.11 Investigueu en grups algunes de les diferents línies d'actuació de la Química Verda o Química per la Sostenibilitat que s'estan realitzant actualment.

A.12. Quin és el paper de la Química Verda en el desenvolupament de les energies renovables?
Analitzeu alguns exemples d'obtenció de substàncies de síntesi o d'altres exemples vinculats al desenvolupament de la Química Verda per la seua contribució a un món més net i sostenible.

Materials estructurats com a catalitzadors per la generació de combustibles nets i energies renovables:

- Materials nanoporosos i mesoporosos estructurats per la conservació d'energia.
- Obtenció de compostos petroquímics i combustibles nets a partir de hidrocarburs fòssils.
- Producció d'energia renovable a través de processos químics i fotoquímics.

Bloc V: Paper dels centres educatius en la transició cap a la Sostenibilitat

Quan hem parlat de les mesures, ens hem referit als tres tipus que es necessiten per avançar cap a un món més sostenible. Ja hem parlat del paper rellevant de la ciència i de la química en particular, en aquest apartat anem a referir-nos a les mesures educatives.

A.13. Des del punt de vista de les mesures necessàries i urgents per avançar cap a la Sostenibilitat, què es pot fer des de l' institut per a contribuir cap a un planeta més sostenible. Consulteu la pàgina de la OEI, Organització d'Estats Iberoamericans (<http://www.oei.es/>) i avalueu exemples que podeu fer cadascú de vosaltres.

1. Seguir l'instagram d'escola verda, per saber que passos seguir.

Per a completar aquesta primera visió del que suposa la Química Verda, s'ha planificat una visita al Institut de Tecnologia Química, de la Universitat Politècnica de València (<http://itq.upv-csic.es/>), en el que es realitzen nombroses accions i investigacions en el cap de la Química Verda o Química per a la Sostenibilitat.

A.14. Després de visitar l'institut de Tecnologia Química, realitzeu un comentari al voltant de l'interès i les aportacions de la visita.

Per a acabar, a tall de síntesi del que hem estudiat al voltant de la Química i les seues aportacions a la Sostenibilitat, farem la següent activitat:

A.15. Realitzeu una cerca bibliogràfica sobre aportacions rellevants realitzades en aquest camp.
Algunes pàgines que podeu consultar són <http://www.rsc.org/Membership/Networking/GCN/>
<https://quimicasostenible.wordpress.com>

Laura Gamido

PROGRAMA D'ACTIVITATS

Introducció

La Química ha estat sempre al voltant de les nostres vides. Molts dels avanços que han possibilitat el nostre desenvolupament com a espècie i la millora de la nostra qualitat de la vida són o estan relacionats amb processos químics que hem après per tal d'aprofitar-los.

A.1. Com penseu que afecta la química en la vostra vida? Quines contribucions positives coneixeu de la Química? I negatives?

La química està present en tots els aspectes de la vida, tant a l'interior nostre com a l'exterior, sense ella no podríem explicar els processos bàsics de la vida.

Aspectes positius

- avanços en la medicina
- contribució en la biologia i la genètica.
- Producció de fertilitzants

Aspectes negatius

- Els residus ~~radioactius~~ ^{radioactius} són contaminants

Una vegada hem reflexionat al voltant de la química i el seu paper en les nostres societats, anem a detenir-nos sobre els problemes actuals als que ha d'enfrontar-se la humanitat, i per tant el paper de la química en les mesures que hem d'adoptar.

Bloc II: Problemes i desafiaments que ha de fer front la ciència i en particular la Química

Madrid activa el protocolo de contaminación y limita la velocidad en los accesos

A partir de las 6 horas de este domingo, la velocidad de circulación en el interior de la M-30 y en las vías de acceso a la ciudad quedará limitada a 70 kilómetros por hora.

El Confidencial, 30 d'Octubre 2016

La guerra y la persecución echan de sus casas a 24 personas por minuto

BELEN DOMÍNGUEZ DEBRIAN / Madrid

La Agencia de la ONU para los refugiados asegura que en 2015 hubo casi seis millones de desplazados forzados más que en 2014.

El País, Septiembre 2016

COP22

La cumbre del clima limpia Marrakech

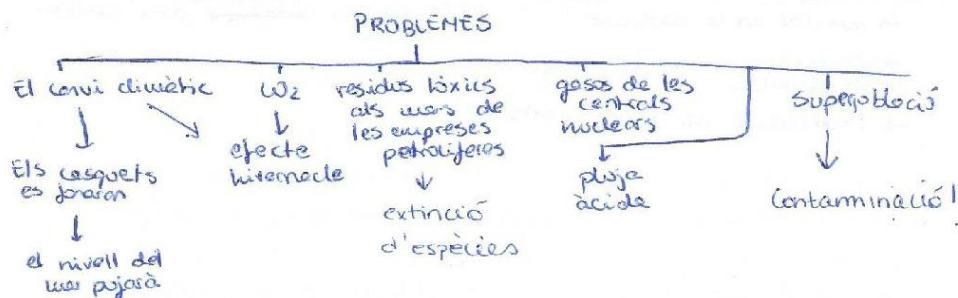
La ciudad marroquí, sede de la COP 22, ha prohibido las bolsas de plástico para ser ejemplar

El País, Noviembre 2016

Aquestes són algunes notícies actuals, que segur conegueu, sobre alguns dels problemes que la humanitat ha de fer front. En relació amb aquestes i altres notícies que ens aporten informació sobre què és i està ocorrent al nostre planeta, responeu a les següents preguntes:

A.2. Quins són els problemes socio-ambientals als quals la humanitat ha de fer front actualment?

Feu un esquema que ajude a comprendre les seues vinculacions.



"Afecta a tots, a tot el món"

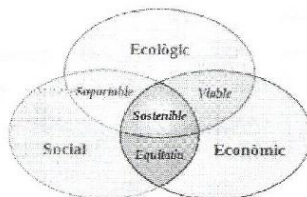
A.3. Quines mesures proposaríeu per a contribuir a la solució dels problemes nomenats?

- Buscar alternatives renovables
- Intentar conscienciar a les persones dels efectes que produeix cada cosa
- No esgotar els recursos naturals
- Invertir en energies renovables.
- Invertir en fonts solars

"La solució és la química verda"

La Química Verda i les seves aportacions

Dins de les mesures que acabem de veure, la ciència i la química en particular han de jugar un paper important. El camp de la química que està contribuint a la transició cap a societats més sostenibles es diu Química Verda o Química per a la Sostenibilitat.



A.4. Conegueu el significat de Química Verda? Expliqueu-ho.

la química que busca el bé per el medi ambient utilitzant productes no contaminants

→ QUÍMICA ←

Algunes de les aportacions de la Química Verda tenen a veure amb camps com els que anem a desenvolupar en les següents qüestions:

A5. Què penseu que significa "economia atòmica"?

amb el menor nombre d'atòms possibles aconseguir el màxim rendiment.

A.6. Conegueu el Principi de Precaució? En què consisteix?

Consisteix en evitar algo abans de que passi, Consisteix en prevenir, com per exemple, l'esgotament de recursos naturals. les indústries poden evitar contaminar si abans pensen en els efectes que provoquen si busquen solucions a partir de la química verda.

A.7. Les dos preguntes anteriors es relacionen amb dos dels dotze principis de la Química Verda definits en 1998 per Anastas i Warner en el seu llibre *Green Chemistry: Theory and Practice*. Què penseu que haurien de tenir en compte aquests principis per a contribuir a la Sostenibilitat del nostre planeta?

- No esgastar energia
- que no continguin substàncies cont.
- Que estigui a l'abast de tota la població
- No perjudicar al medi ambient.
-

Bloc IV: Catàlisi i Sostenibilitat

Entre els diferents camps que desenvolupa la Química Verda per tal de contribuir a la Sostenibilitat, un dels més importants i amb més aportacions és el dedicat a la catàlisi.

A.8. Sabeu en que consisteix el procés de catàlisi? Per què és important?

Serveix per accelerar les reaccions i així s'obté més energia en menys temps.

A.9. Coneixeu algun exemple on el procés de catàlisi sigui fonamental per a l'avanç cap a societats més sostenibles? Expliqueu-ho.

No, perquè no coneixeu el concepte

A.10. Investigueu una reacció química industrial que utilitzi catalitzador en la síntesi dels seus productes. Expliqueu el seu paper en el procés.

A.11 Investigueu en grups algunes de les diferents línies d'actuació de la Química Verda o Química per la Sostenibilitat que s'estan realitzant actualment.

- Processos químics i fotoquímics en ciències de la vida i producció química sostenible
- Transformació de biomassa en productes químics a través de processos sostenibles.
- Tècniques fotoquímiques i nanomaterials en ciències de la vida
- Catalitzadors sòlids selectius, àcid base i redox.

A.12. *Quin és el paper de la Química Verda en el desenvolupament de les energies renovables?
Analitzeu alguns exemples d'obtenció de substàncies de síntesi o d'altres exemples vinculats al desenvolupament de la Química Verda per la seua contribució a un món més net i sostenible.*

Bloc V: Paper dels centres educatius en la transició cap a la Sostenibilitat

Quan hem parlat de les mesures, ens hem referit als tres tipus que es necessiten per avançar cap un món més sostenible. Ja hem parlat del paper rellevant de la ciència i de la química en particular, en aquest apartat anem a referir-nos a les mesures educatives.

A.13. Des del punt de vista de les mesures necessàries i urgents per avançar cap a la Sostenibilitat, què es pot fer des de l' institut per a contribuir cap a un planeta més sostenible. Consulteu la pàgina de la OEI, Organització d'Estats Iberoamericans (<http://www.oei.es/>) i avalueu exemples que podeu fer cadascú de vosaltres.

- Conscientiar als alumnes de l'importància de la química verda.
- No malgastar material del laboratori.

Per a completar aquesta primera visió del que suposa la Química Verda, s'ha planificat una visita al Institut de Tecnologia Química, de la Universitat Politècnica de València (<http://itq.upv-csic.es/>), en el que es realitzen nombroses accions i investigacions en el cap de la Química Verda o Química per a la Sostenibilitat.

A.14. Després de visitar l'institut de Tecnologia Química, realitzeu un comentari al voltant de l'interès i les aportacions de la visita.

Per a acabar, a tall de síntesi del que hem estudiat al voltant de la Química i les seues aportacions a la Sostenibilitat, farem la següent activitat:

A.15. *Realitzeu una cerca bibliogràfica sobre aportacions rellevants realitzades en aquest camp. Algunes pàgines que podeu consultar són <http://www.rsc.org/Membership/Networking/GCN/> <https://quimicasostenible.wordpress.com>*

Annex X

**PROGRAMA D'ACTIVITATS
COMPLET DUT A TERME EN UN
CENTRE DE LA COMUNITAT
VALENCIANA**

ANNEX X

PROGRAMA D'ACTIVITATS COMPLET DUT A TERME EN UN CENTRE DE LA COMUNITAT VALENCIANA

A continuació es mostra els programa d'activitats complet dut a terme en un centre concertat de la Comunitat Valenciana.

04-05-17.

QUÍMICA VERDE EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA.

Ⓐ) ¿Cómo pensáis que afecta la química en nuestra vida?
¿Qué contribuciones positivas conocéis de la química? ¿Y negativas?

Pensamos que nos da la vida por así decirlo, ya que la utilizamos en la mayoría de nuestros procesos orgánicos. A parte, muchas de las cosas que utilizamos a lo largo de nuestra vida tienen relación con la química, por ejemplo; productos de limpieza, medicamentos, pinturas, etc. *

P. 4 → Han desarrollado fuentes de energía que no se conocían, la medicina hace muchos milagros, y gracias a la bioquímica hemos aprendido cómo funciona nuestro cuerpo. **Alimentación, Ⓞ**

N. 4 → Armas de destrucción masiva, armas químicas, contaminación, drogas, etc., **enfermedades (cáncer de pulmón, malformaciones en los fetos), herbicidas**
* Fuego, fabricación de alimentos básicos, metales, potabilización de agua, transporte, etc.

Ⓞ cosmética, pinturas, productos de limpieza, etc.

↳ Capa de ozono ^{por eso}, lluvia ácida, efecto invernadero por acumulación de CO_2 .

Ⓡ) ¿Cuáles son los problemas socio-ambientales con los que la humanidad ha de afrontar actualmente?
¿Hay un esquema con ayuda que ayude a ocuparse de sus vinculaciones.

- Armas destructives.
- medios de transporte (productos aerotransportados)
- Industrialización.
- Guerras.
- todos los tipos de contaminación.
- Enfermedades / ~~por falta de acceso a los recursos, medicamentos.~~
- ~~Muertes a causa de drogas o personas intoxicadas.~~
- Sobreexplotación de especies ~~por una superpoblación,~~
que tiene niveles altos de consumo.
- Extinción de especies.
- Crecimiento demográfico.
- Urbanización descontrolada.

A2) ¿qué medidas propondrías para contribuir a la solución de los problemas mencionados?

- Control de los recursos y de la población.
- Renovar los recursos.
- Crear organizaciones dedicadas a ello.
- ~~Concepción a la población.~~
- ~~transformarla.~~
- Energías renovables.

1. Científico tecnológico, que engloba las medidas, de todos los recursos. Gestión sostenible de recursos. Investigar principios de precaución.
2. Económico y políticos. Agricultura ecológica. Ayudas humanitarias. Normas para prohibir sustancias tóxicas. Potenciar energías renovables.
3. Educativas. Incorporar en la educación para la sostenibilidad.

08-05-17.

A4 ¿cuáles el significado de química verde? explicado.

~~Es la rama de la química que se dedica a la sostenibilidad de recursos naturales, y contribuye al mantenimiento del planeta.~~

Es una química que surge cuando necesitamos nuevos recursos. La química verde se basa en solucionar los problemas que tenemos hoy en día y prevenir los que pueden pasar en el futuro.

La química ambiental soluciona los problemas ambientales.

Origen entre los años 60 y 70.
Nueva disciplina entre la química.

EVITAR Y PREVENIR.

A5 ¿qué piensa que significa economía atómica?

Administración eficaz y eficiente de los bienes de los compuestos químicos.

No lo sé.

La economía atómica va de ahorrar átomos. Tratar de buscar sólo los productos que deseamos y otros subproductos reducirlos al máximo.

$$E.A. = \frac{\text{masa del producto que desea}}{\text{masa total reactivos}} \cdot 100$$

Q6) ¿Conoces el principio de precaución? ¿de qué consiste?

No lo conozco, pero podría ser valorar todas las posibles opciones y todas sus consecuencias posibles para elegir la opción más segura.

Comience tomar una actitud de precaución.
Comenzaría no entrar con todo en esta energía hasta no saber cuáles serían las consecuencias. Evitar las consecuencias negativas.
Conocer las repercusiones.

Q7) Las dos preguntas anteriores se relacionan con dos de los doce principios de la Química Verde definida en 1998 por Anastas y Warner en su libro de la Química Verde: teoría y práctica. ¿Qué principios que tendríamos que tener en cuenta sus principios a contribuir a la sostenibilidad de nuestro planeta?

Minimizar productos contaminantes, prevenir la formación de residuos, evitar la síntesis de sustancias de toxicidad, maximizar la eficiencia energética, utilizar procesos seguros, evitar el uso de sustancias auxiliares, eliminar etapas superfluas innecesarias, utilizar materias primas renovables, minimizar el riesgo de accidentes, etc.

10-05-17.

18) ¿Sabes en qué consiste el proceso de catalisis? ¿Por qué es importante?

Ab: ~~Convertir~~ Acelera las reacciones químicas y también las físicas.

Porque por ejemplo ayuda a ajustar el tiempo que tarda la reacción química al tiempo de secado.

En una empresa farmacéutica.

evita Se disminuyen los residuos, se forman únicamente los productos que quiero y sean más económicos.

Para evitar que los alimentos no se pongan malos.

19) ¿Conoces algún ejemplo de proceso de catalisis siendo fundamental para el avance para el avance de las sociedades más sostenibles? Explicalo.

-Si la reacción de combustión se realiza más rápido se desprenderá menos CO₂.

Todos los coches llevan un catalizador.



reducción de óxidos perjudiciales a la atmósfera.

También sirve para el tratamiento de agua.

También además de que existen detergentes que se producen con biocatalizadores.

A.10 Investiga una reacció química industrial que utilitza un catalitzador en la síntesi de sus productes. Explica el paper en el procés.

Reclamen un Nobel de química per descobrir la reacció del amoníac, foren Haber y Boss. En la 1ª Guerra mundial que lo utilitzaven

$$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$$

para fabricar explosivos.

Añadiendo un poco de hierro hacia la reacción se abajaba el equilibrio con mayor rapidez.

A.11 Investiga en grupo algunas líneas de actuación de la Química Verde o Química para la sostenibilidad que están realizando actualmente

Reacción de fijación del nitrógeno con nitrógeno de gas e hidrógeno de gas, sobre un catalizador de hierro, para producir amoníaco. Éste es difícil de producir a escala industrial.

Obtener biodiesel a través de aceites naturales.

Líquidos iónicos para fabricar los catalizadores.

Síntesis verde para obtener el taxol.

12) ¿Cuál es el papel de la Q. verde en el desarrollo de las energías renovables? Analiza algunos ejemplos de obtención de sustancias de síntesis o de otros ejemplos vinculados al desarrollo de la QV para la contribución de un mundo más sostenible.

En la obtención de la biomasa, biodiésel

Técnicas fotoquímicas y nanotecnológicas en la ciencia de la vida.

13) Desde el punto de vista de las medidas necesarias y sostenibles para avanzar hacia la sostenibilidad, que se puede hacer desde el Instituto para contribuir hacia un planeta más sostenible. Consulta la pág. de la OEI, Organización de Estados Iberoamericanos (<http://www.oei.es/>) y evaluar ejemplos que puedas hacer vosotros.

Cerrar el grifo de agua al lavarte los dientes, apagar las luces cuando haya luz solar, ~~re reciclar, apagar el ordenador al terminar de dictar (uso responsable)~~, usar el transporte público o en bici, al hacer la compra usar bolsas grandes y no de esos de plástico, no tirar los

→ reciclar las bolsas de compra.

restos de alimentos al suelo sino a la basura. Reutilizar envases, no usar productos de limpieza que contaminen el agua. No tirar el aceite usado al fregadero y usarlo para fabricar biodiesel. Recuperar productos biodegradables.

No utilizar fertilizantes en exceso, tener cuidado de los residuos como plásticos, usar energías renovables, respetar los ecosistemas, recoger el agua de lluvia. fabricar jabón con aceite. Utilizar electrodomésticos eficientes, ~~ex~~ cambio de móvil, cambio de ropa, de televisión. Intentar comprar en lugares de precio justo.

AJS Investiga la bibliografía de aportaciones relevantes realizadas en este campo. Algunas pagos que puedes utilizar son:

- <http://www.isc.org/News/Network/GEN/>
- <http://quimicasostenible.wordpress.com>

Modificación en las síntesis tradicionales de hidrocarburos con alto coste energético (WIKIPEDIA).

Desarrollo de métodos, (reducir en generación de residuos), (QUÍMICA SOSTENIBLE WORD PRESS COM).

QUÍMICA VERDE EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

- A.1 ¿Cómo pensáis que afecta la química en nuestra vida? ¿Qué contribuciones positivas conocéis de la química? ¿y negativas?
- Si no estuviera la química, nosotros no existiríamos, estamos formados por compuestos químicos.
 - En medicina, en la alimentación, para productos de belleza y cosmética.
 - En cuanto a la parte negativa, la creación de bombas nucleares, las drogas, exceso de químicos en la alimentación (puede perjudicar las propiedades esenciales del alimento)
- ① Para el fuego, cocinar; Para la fabricación de alimentos básicos, el agua, metales, el transporte.
 - ② Pinturas, ^{Productos de} limpiezas, fuentes de energía, etc.
 - ③ malformaciones de los fetos, Cáncer de pulmón, uso de fertilizantes, herbicidas.
Contaminación en $\left[\begin{array}{l} \text{la capa de ozono} \\ \text{Efecto invernadero.} \end{array} \right.$

A.2. ¿Cuáles son los problemas socioambientales a los cuales la humanidad ha de hacer frente actualmente?

- Creación de armas destructivas.
- Medios de transporte con energía no renovable.
- La indiferencia del gobierno respecto al cambio climático.
- Nuestra indiferencia frente a la decadencia de las condiciones climáticas del planeta.
- Exceso de industrialización.
- Falta de medicamentos por falta de acceso a recursos.
- Sobreexplotación de especies y recursos naturales.
- ~~Sob~~ Superpoblación y consumo elevado.
- La urbanización descontrolada.

A.4. Conoceis el signeficado de química verde?
Explicarlo.

· Utiliza técnicas menos nocivas o dañinas
Para contribuir a la mejora del medio ambiente,
del mundo.

Surge en los años 70 o 80 aproximadamente y no solo está relacionada con solucionar los problemas de ahora, si no también evitarlos en un futuro.

* No es lo mismo que la química ambiental, ya que solo trata de solucionar los problemas actuales del medio ambiente y no prevenirlos.

EVITAR Y PREVENIR

A.5. ¿Qué pensáis que significa "economía atómica"?

Al realizarse una reacción química, intentar aprovechar todos los reactivos y productos para evitar pérdida de elementos y energía. Intentando utilizar los menos posible y obtener los mismos resultados.

· Ahorrar átomos, solo obtener lo que deseamos y los subproductos ser reducidos.

A.8. ¿Qué medidas Propondrías Para Contribuir a la solución de los Problemas nombradas ?.

- Preocuparnos y Poner más Interés para la mejora del planeta.
- Reducir el uso de Productos Contaminantes.
- Controlar la Población.
- Evitar Conflictos bélicos.
- Facilitar el acceso a medicamentos
- Concienciar al gobierno de lo importante que es mantener el Cuidado del planeta.
- Crear organizaciones que se encarguen de solucionar el problema.

Tres pilares importantes:

- Científico - tecnológico que engloba todos los recursos: Energía sostenible, que los procesos no elupen más que su regeneración.
- Economía - política: Medidas gubernamentales, ayudas humanitarias, agricultura ecológica, etc.
- Educativas: de pequeños concienciararnos de cuidar el mundo.

$$E.A = \frac{\text{massa Producte}}{\text{massa reactivo}} \cdot 100$$

A.6. ¿Conocéis el principio de Precaución?
¿En qué consiste?

No me hago una idea, pero creemos que aunque se entente hacer el menor gasto posible, no abusar de esta tecnología.

• Convendría no arriesgarse del todo hasta no conocer las consecuencias.

- Medidas pertinentes
- Evitar consecuencias negativas, por una aplicación precipitada.

A.7. Las dos preguntas anteriores se relacionan con dos de los doce principios de la Química Verde definidos en 1998 por Anastas y Warner en su libro Green Chemistry: Teoría y Práctica. ¿Qué pensáis que tendrían en cuenta estos principios para contribuir a la sostenibilidad de nuestro planeta?

- Eliminar Productos Contaminantes.
- Reutilizar o reciclar.
- Aprovechamiento de los recursos.

- Maximizar la economia redox atómica
- Utilizar Productos y Procesos no tóxicos.
- Optimizar la energía
- Eliminar sustancias auxiliares
- Utilizar materias renovables.
- Maximizar la eficiencia energética.
- Potenciar la catálisis.

A.8. Sabéis en que consiste el proceso de Catálisis? Por qué es importante? 10/05/07

Un catalizador sirve para acelerar las reacciones químicas y en relación con la Química Verde, sirve para ~~obten~~ eliminar Productos químicos nocivos

Un catalizador también frena reacciones químicas.

Es importante ya que en una reacción química, se puede para el proceso de obtención de un producto cuando ya lo tienes y evitar obtener los no deseados.

Obtener el producto que se quiere en el tiempo deseado.

Serviría en:
la Industria farmacéutica.

- disminució de residus
- Evitar la aparició de productes intermedis
- Processos més econòmics.
- Para evitar el desgaste de los alimentos.

A.9. Donarés algún ejemplo donde el proceso de catálisis sea ~~fenómeno~~ fundamental para el avance hacia ~~una~~ sociedades más sostenible? Explicarlo.

- En la producción de combustibles ^(para producir más) y consumo (para gastar menos)
- reduce los óxidos perjudiciales para la atmósfera
- Para el tratamiento del agua (eliminar olores, sabores...)
- Purificación de gases emitidos por automóviles.

A.10. Investigar una reacción química industrial que utilice catalizador en la síntesis de sus productos. Explica su papel en el proceso.

- El proceso Haber-Bosch. Los dieron el Premio Nobel de química, por descubrir el proceso para fabricar amoníaco.

y lo utilizaron para fabricar explosivos en la 2ª guerra Mundial.

La fabricación de Amoníaco se consiguió añadiendo hierro al catalizador; haciendo así que el proceso de obtención sea más rápido.

A.11. Investigar en grupos algunas líneas de actuación de la química Verde o Química para la Sostenibilidad que se están realizando actualmente.

taxel (40 Pasos) → ^(obtención) taxel europeo (1 Paso)
(Para tratar Cáncer) molé. Paclitaxel. ✓

- Líquidos iónicos para fabricar catalizadores

- Bioexpert (Champú sin petróleo).

- Biodiesel a partir de aceites.

A.12. Cuál es el papel de la QV en el desarrollo de las energías renovables?
Analizar algunos ejemplos de obtención de sustancias de síntesis o de otros ejemplos vinculados al desarrollo de la QV para su contribución a un mundo más limpio y sostenible.

Fy Q
1º bach

Nkara Angüé Menerva
10/05/2017

- Obtención de la biomasa.
- Obtención del biodiesel.
- Aplicar la informática a la química
- Técnicas fotoquímica y nanomateriales.

A.13. Desde el punto de vista de las medidas necesarias y urgentes para avanzar hacia la sostenibilidad, que se pueda hacer desde el Instituto para contribuir hacia un planeta más sostenible. Consultar la página de la OEA, Organización de Estados Iberoamericanos (<http://www.oei.es>) y evaluar ejemplos que podéis hacer cada uno de vosotros.

- Apagar las luces (cuando no se estén usando)
- Reciclar
- No utilizar fertilizantes en exceso
- utilizar transportes públicos
- Evitar en gran medida utilizar elementos plásticos (bolsas de plástico, botellas...)
- utilizar energías renovables

- Respetar ecosistemas.
- Recoger agua de lluvia
- reutilizar papel.
- Tener cuidado de residuos contaminantes (Pilas...)
- Respetar los derechos humanos.
- No echar el aceite el fregadero
- Rechazar el consumismo
- Utilizar electrodomésticos eficientes
- Intentar comprar en lugares de Comercio Justo.

- A.15. Realizar una Cerca (búsqueda) bibliográfica sobre aportaciones relevantes realizadas en este campo. Algunas páginas que
- Podéis consultar son <http://www.rsc.org/Membership/Networking/BGN/>
 - <https://quimicasostenible.wordpress.com>.
 - Dispositivos móviles
 - Síntesis orgánica, Para alternativa a los haluros.
 - Elegir un equipo microondas
 - Utilizar microalgas

En la primera pàgina encontramos la tesis doctoral de Ana M^a Peiró Muñoz; donde explica (Capítulo 2) los procesos de catálisis y fotocatalisis heterogénea, con líneas actuales de su investigación.

En la segunda pàgina se plantean posibles problemas y soluciones ocasionados por ~~los~~ la contaminación de los valores de alquiler.

Annex XI

VALORACIONS PROGRAMA D'ACTIVITATS ALUMNES

ANNEX XI

VALORACIONS PROGRAMA D'ACTIVITATS ALUMNES

A continuació es troben les valoracions realitzades pels alumnes que han realitzat el programa d'activitats. En aquest annex es troben tant les valoracions realitzades per els alumnes de Catalunya com els de la Comunitat Valenciana.

AVALUACIÓ DEL TREBALL REALITZAT SOBRE EL TEMA DE LA QUÍMICA

VERDA

L'avaluació que et sol·licitem té com a finalitat millorar en el possible el funcionament d'aquest mòdul dedicat a la Química Verda i la seva importància. Et preguem que indiquis amb el màxim detall possible tot allò que pugui contribuir a aquesta millora, contestant a les següents qüestions:

- 1. Valora de 0 a 10 el programa d'activitats dut a lloc al voltant de la Química Verda** 10

Indica si hi ha algun aspecte que t'hagi interessat particularment i també el que t'hagi semblat que no tenia interès o penses que no s'hauria d'haver treballat en aquest curs: M'ha interessat saber les mesures que hem de prendre per millorar la societat a partir de la Química Verda

- 2. Valora de 0 a 10 fins a quin punt el treball realitzat t'ha ajudat a comprendre el paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles** 7

Possibles comentaris i suggeriments:

- 3. Valora de 0 a 10 la forma en la qual s'ha realitzat el treball en classe (metodologia, materials, treball en grup, etc...)** 9

En quina mesura es pot millorar aquest treball la teva actitud cap a la Química i el seu paper en la societat?

Fer activitats pràctiques

- 4. Afegeix qualsevol altre comentari o suggeriments que vulguis fer**



Gràcies per la teva col·laboració!

AVALUACIÓ DEL TREBALL REALITZAT SOBRE EL TEMA DE LA QUÍMICA VERDA

L'avaluació que et sol·licitem té com a finalitat millorar en el possible el funcionament d'aquest mòdul dedicat a la Química Verda i la seva importància. Et preguem que indiquis amb el màxim detall possible tot allò que pugui contribuir a aquesta millora, contestant a les següents qüestions:

- 1. Valora de 0 a 10 el programa d'activitats dut a lloc al voltant de la Química Verda** 9

Indica si hi ha algun aspecte que t'hagi interessat particularment i també el que t'hagi semblat que no tenia interès o penses que no s'hauria d'haver treballat en aquest curs: En sembla molt interessant la química verda i les seves aplicacions en la societat

- 2. Valora de 0 a 10 fins a quin punt el treball realitzat t'ha ajudat a comprendre el paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles** 10

Possibles comentaris i suggeriments:

- 3. Valora de 0 a 10 la forma en la qual s'ha realitzat el treball en classe (metodologia, materials, treball en grup, etc...)** 9

En quina mesura es pot millorar aquest treball la teva actitud cap a la Química i el seu paper en la societat?

- 4. Afegeix qualsevol altre comentari o suggeriments que vulguis fer**

Gràcies per la teva col·laboració!

AVALUACIÓ DEL TREBALL REALITZAT SOBRE EL TEMA DE LA QUÍMICA VERDA

L'avaluació que et sol·licitem té com a finalitat millorar en el possible el funcionament d'aquest mòdul dedicat a la Química Verda i la seva importància. Et preguem que indiquis amb el màxim detall possible tot allò que pugui contribuir a aquesta millora, contestant a les següents qüestions:

1. Valora de 0 a 10 el programa d'activitats dut a lloc al voltant de la Química Verda 9

Indica si hi ha algun aspecte que t'hagi interessat particularment i també el que t'hagi semblat que no tenia interès o penses que no s'hauria d'haver treballat en aquest curs:

2. Valora de 0 a 10 fins a quin punt el treball realitzat t'ha ajudat a comprendre el paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles 10

Possibles comentaris i suggeriments:

3. Valora de 0 a 10 la forma en la qual s'ha realitzat el treball en classe (metodologia, materials, treball en grup, etc...) 10

En quina mesura es pot millorar aquest treball la teva actitud cap a la Química i el seu paper en la societat?

4. Afegeix qualsevol altre comentari o suggeriments que vulguis fer

Gràcies per la teva col·laboració!

AVALUACIÓ DEL TREBALL REALITZAT SOBRE EL TEMA DE LA QUÍMICA VERDA

L'avaluació que et sol·licitem té com a finalitat millorar en el possible el funcionament d'aquest mòdul dedicat a la Química Verda i la seva importància. Et preguem que indiquis amb el màxim detall possible tot allò que pugui contribuir a aquesta millora, contestant a les següents qüestions:

1. Valora de 0 a 10 el programa d'activitats dut a lloc al voltant de la Química Verda 9

Indica si hi ha algun aspecte que t'hagi interessat particularment i també el que t'hagi semblat que no tenia interès o penses que no s'hauria d'haver treballat en aquest curs:

2. Valora de 0 a 10 fins a quin punt el treball realitzat t'ha ajudat a comprendre el paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles 9

Possibles comentaris i suggeriments:

3. Valora de 0 a 10 la forma en la qual s'ha realitzat el treball en classe (metodologia, materials, treball en grup, etc...)

En quina mesura es pot millorar aquest treball la teva actitud cap a la Química i el seu paper en la societat?

8

4. Afegeix qualsevol altre comentari o suggeriments que vulguis fer

Gràcies per la teva col·laboració!

AVALUACIÓ DEL TREBALL REALITZAT SOBRE EL TEMA DE LA QUÍMICA VERDA

L'avaluació que et sol·licitem té com a finalitat millorar en el possible el funcionament d'aquest mòdul dedicat a la Química Verda i la seva importància. Et preguem que indiquis amb el màxim detall possible tot allò que pugui contribuir a aquesta millora, contestant a les següents qüestions:

1. Valora de 0 a 10 el programa d'activitats dut a lloc al voltant de la Química Verda 9

Indica si hi ha algun aspecte que t'hagi interessat particularment i també el que t'hagi semblat que no tenia interès o penses que no s'hauria d'haver treballat en aquest curs:

M'ha semblat molt interessant la química verda

2. Valora de 0 a 10 fins a quin punt el treball realitzat t'ha ajudat a comprendre el paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles 7

Possibles comentaris i suggeriments:

3. Valora de 0 a 10 la forma en la qual s'ha realitzat el treball en classe (metodologia, materials, treball en grup, etc...)

En quina mesura es pot millorar aquest treball la teva actitud cap a la Química i el seu paper en la societat?

4. Afegeix qualsevol altre comentari o suggeriments que vulguis fer

Gràcies per la teva col·laboració!

AVALUACIÓ DEL TREBALL REALITZAT SOBRE EL TEMA DE LA QUÍMICA VERDA

L'avaluació que et sol·licitem té com a finalitat millorar en el possible el funcionament d'aquest mòdul dedicat a la Química Verda i la seva importància. Et preguem que indiquis amb el màxim detall possible tot allò que pugui contribuir a aquesta millora, contestant a les següents qüestions:

1. Valora de 0 a 10 el programa d'activitats dut a lloc al voltant de la Química Verda 9

Indica si hi ha algun aspecte que t'hagi interessat particularment i també el que t'hagi semblat que no tenia interès o penses que no s'hauria d'haver treballat en aquest curs:

M'ha interessat les aplicacions de la química verda.

2. Valora de 0 a 10 fins a quin punt el treball realitzat t'ha ajudat a comprendre el paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles 9

Possibles comentaris i suggeriments:

3. Valora de 0 a 10 la forma en la qual s'ha realitzat el treball en classe (metodologia, materials, treball en grup, etc...) 8

En quina mesura es pot millorar aquest treball la teva actitud cap a la Química i el seu paper en la societat?

Potser fer activitats més dinàmiques.

4. Afegeix qualsevol altre comentari o suggeriments que vulguis fer

Gràcies per la teva col·laboració!

AVALUACIÓ DEL TREBALL REALITZAT SOBRE EL TEMA DE LA QUÍMICA VERDA

L'avaluació que et sol·licitem té com a finalitat millorar en el possible el funcionament d'aquest mòdul dedicat a la Química Verda i la seva importància. Et preguem que indiquis amb el màxim detall possible tot allò que puga contribuir a aquesta millora, contestant a les següents qüestions:

1. Valora de 0 a 10 el programa d'activitats dut a lloc al voltant de la Química Verda 8

Indica si hi ha algun aspecte que t'hagi interessat particularment i també el que t'hagi semblat que no tenia interès o penses que no s'hauria d'haver treballat en aquest curs: En general no me interessava més la química verda, però el que més interès en clarava era les aplicacions de la química verda.

2. Valora de 0 a 10 fins a quin punt el treball realitzat t'ha ajudat a comprendre el paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles 7

Possibles comentaris i suggeriments:

3. Valora de 0 a 10 la forma en la qual s'ha realitzat el treball en classe (metodologia, materials, treball en grup, etc...) 7

En quina mesura es pot millorar aquest treball la teva actitud cap a la Química i el seu paper en la societat? NO DE

4. Afegeix qualsevol altre comentari o suggeriments que vulguis fer

Gràcies per la teva col·laboració!

AVALUACIÓ DEL TREBALL REALITZAT SOBRE EL TEMA DE LA QUÍMICA VERDA

L'avaluació que et sol·licitem té com a finalitat millorar en el possible el funcionament d'aquest mòdul dedicat a la Química Verda i la seva importància. Et preguem que indiques amb el màxim detall possible tot allò que puga contribuir a aquesta millora, contestant a les següents qüestions:

1. Valora de 0 a 10 el programa d'activitats dut a lloc al voltant de la Química Verda 9

Indica si hi ha algun aspecte que t'hagi interessat particularment i també el que t'hagi semblat que no tenia interès o penses que no s'hauria d'haver treballat en aquest curs:

2. Valora de 0 a 10 fins a quin punt el treball realitzat t'ha ajudat a comprendre el paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles 8

Possibles comentaris i suggeriments:

3. Valora de 0 a 10 la forma en la qual s'ha realitzat el treball en classe (metodologia, materials, treball en grup, etc...) 8

En quina mesura es pot millorar aquest treball la teva actitud cap a la Química i el seu paper en la societat?

4. Afegeix qualsevol altre comentari o suggeriments que vulguis fer

Gràcies per la teva col·laboració!

AVALUACIÓ DEL TREBALL REALITZAT SOBRE EL TEMA DE LA QUÍMICA VERDA

L'avaluació que et sol·licitem té com a finalitat millorar en el possible el funcionament d'aquest mòdul dedicat a la Química Verda i la seva importància. Et preguem que indiquis amb el màxim detall possible tot allò que pugui contribuir a aquesta millora, contestant a les següents qüestions:

1. Valora de 0 a 10 el programa d'activitats dut a lloc al voltant de la Química Verda 9

Indica si hi ha algun aspecte que t'hagi interessat particularment i també el que t'hagi semblat que no tenia interès o penses que no s'hauria d'haver treballat en aquest curs:

2. Valora de 0 a 10 fins a quin punt el treball realitzat t'ha ajudat a comprendre el paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles 8

Possibles comentaris i suggeriments:

3. Valora de 0 a 10 la forma en la qual s'ha realitzat el treball en classe (metodologia, materials, treball en grup, etc...) 9

En quina mesura es pot millorar aquest treball la teva actitud cap a la Química i el seu paper en la societat?

4. Afegeix qualsevol altre comentari o suggeriments que vulguis fer

Gràcies per la teva col·laboració!

AVALUACIÓ DEL TREBALL REALITZAT SOBRE EL TEMA DE LA QUÍMICA VERDA

L'avaluació que et sol·licitem té com a finalitat millorar en el possible el funcionament d'aquest mòdul dedicat a la Química Verda i la seva importància. Et preguem que indiquis amb el màxim detall possible tot allò que pugui contribuir a aquesta millora, contestant a les següents qüestions:

1. Valora de 0 a 10 el programa d'activitats dut a lloc al voltant de la Química Verda 8

Indica si hi ha algun aspecte que t'hagi interessat particularment i també el que t'hagi semblat que no tenia interès o penses que no s'hauria d'haver treballat en aquest curs:

2. Valora de 0 a 10 fins a quin punt el treball realitzat t'ha ajudat a comprendre el paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles 9

Possibles comentaris i suggeriments:

3. Valora de 0 a 10 la forma en la qual s'ha realitzat el treball en classe (metodologia, materials, treball en grup, etc...) 7

En quina mesura es pot millorar aquest treball la teva actitud cap a la Química i el seu paper en la societat?

4. Afegeix qualsevol altre comentari o suggeriments que vulguis fer

Gràcies per la teva col·laboració!

AVALUACIÓ DEL TREBALL REALITZAT SOBRE EL TEMA DE LA QUÍMICA VERDA

L'avaluació que et sol·licitem té com a finalitat millorar en el possible el funcionament d'aquest mòdul dedicat a la Química Verda i la seva importància. Et preguem que indiquis amb el màxim detall possible tot allò que pugui contribuir a aquesta millora, contestant a les següents qüestions:

- 1. Valora de 0 a 10 el programa d'activitats dut a lloc al voltant de la Química Verda** 9

Indica si hi ha algun aspecte que t'hagi interessat particularment i també el que t'hagi semblat que no tenia interès o penses que no s'hauria d'haver treballat en aquest curs:

M'han interessat les aplicacions de la Química Verda.

- 2. Valora de 0 a 10 fins a quin punt el treball realitzat t'ha ajudat a comprendre el paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles** 10

Possibles comentaris i suggeriments:

- 3. Valora de 0 a 10 la forma en la qual s'ha realitzat el treball en classe (metodologia, materials, treball en grup, etc...)** 9

En quina mesura es pot millorar aquest treball la teva actitud cap a la Química i el seu paper en la societat?

- 4. Afegeix qualsevol altre comentari o suggeriments que vulguis fer**

Gràcies per la teva col·laboració!

AVALUACIÓ DEL TREBALL REALITZAT SOBRE EL TEMA DE LA QUÍMICA VERDA

L'avaluació que et sol·licitem té com a finalitat millorar en el possible el funcionament d'aquest mòdul dedicat a la Química Verda i la seva importància. Et preguem que indiquis amb el màxim detall possible tot allò que pugui contribuir a aquesta millora, contestant a les següents qüestions:

- 1. Valora de 0 a 10 el programa d'activitats dut a lloc al voltant de la Química Verda 10**

Indica si hi ha algun aspecte que t'hagi interessat particularment i també el que t'hagi semblat que no tenia interès o penses que no s'hauria d'haver treballat en aquest curs:

- 2. Valora de 0 a 10 fins a quin punt el treball realitzat t'ha ajudat a comprendre el paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles 10**

Possibles comentaris i suggeriments:

- 3. Valora de 0 a 10 la forma en la qual s'ha realitzat el treball en classe (metodologia, materials, treball en grup, etc...) 10**

En quina mesura es pot millorar aquest treball la teva actitud cap a la Química i el seu paper en la societat?

- 4. Afegeix qualsevol altre comentari o suggeriments que vulguis fer**

Gràcies per la teva col·laboració!

AVALUACIÓ DEL TREBALL REALITZAT SOBRE EL TEMA DE LA QUÍMICA VERDA

L'avaluació que et sol·licitem té com a finalitat millorar en el possible el funcionament d'aquest mòdul dedicat a la Química Verda i la seva importància. Et preguem que indiquis amb el màxim detall possible tot allò que pugui contribuir a aquesta millora, contestant a les següents qüestions:

1. Valora de 0 a 10 el programa d'activitats dut a lloc al voltant de la Química Verda 10

Indica si hi ha algun aspecte que t'hagi interessat particularment i també el que t'hagi semblat que no tenia interès o penses que no s'hauria d'haver treballat en aquest curs: *M'ha semblat força interessant totja que he après nous conceptes.*

2. Valora de 0 a 10 fins a quin punt el treball realitzat t'ha ajudat a comprendre el paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles 9

Possibles comentaris i suggeriments:

3. Valora de 0 a 10 la forma en la qual s'ha realitzat el treball en classe (metodologia, materials, treball en grup, etc...) 9

En quina mesura es pot millorar aquest treball la teva actitud cap a la Química i el seu paper en la societat?

perquè d'aquesta manera la gent es consciencia de que és i així es pot millorar de cara a la societat.

4. Afegix qualsevol altre comentari o suggeriments que vulguis fer

Gràcies per la teva col·laboració!

AVALUACIÓ DEL TREBALL REALITZAT SOBRE EL TEMA DE LA QUÍMICA VERDA

L'avaluació que et sol·licitem té com a finalitat millorar en el possible el funcionament d'aquest mòdul dedicat a la Química Verda i la seva importància. Et preguem que indiquis amb el màxim detall possible tot allò que pugui contribuir a aquesta millora, contestant a les següents qüestions:

1. Valora de 0 a 10 el programa d'activitats dut a lloc al voltant de la Química Verda 10

Indica si hi ha algun aspecte que t'hagi interessat particularment i també el que t'hagi semblat que no tenia interès o penses que no s'hauria d'haver treballat en aquest curs: *m'ha semblat tot interessant.*

2. Valora de 0 a 10 fins a quin punt el treball realitzat t'ha ajudat a comprendre el paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles 9

Possibles comentaris i suggeriments: *He descobert la Q.V, entre altres coses.*

3. Valora de 0 a 10 la forma en la qual s'ha realitzat el treball en classe (metodologia, materials, treball en grup, etc...) 9-10

En quina mesura es pot millorar aquest treball la teva actitud cap a la Química i el seu paper en la societat? 😊

4. Afegix qualsevol altre comentari o suggeriments que vulguis fer



Gràcies per la teva col·laboració!

AVALUACIÓ DEL TREBALL REALITZAT SOBRE EL TEMA DE LA QUÍMICA VERDA

L'avaluació que et sol·licitem té com a finalitat millorar en el possible el funcionament d'aquest mòdul dedicat a la Química Verda i la seva importància. Et preguem que indiquis amb el màxim detall possible tot allò que puga contribuir a aquesta millora, contestant a les següents qüestions:

- 1. Valora de 0 a 10 el programa d'activitats dut a lloc al voltant de la Química Verda** 9

Indica si hi ha algun aspecte que t'hagi interessat particularment i també el que t'hagi semblat que no tenia interès o penses que no s'hauria d'haver treballat en aquest curs:

- 2. Valora de 0 a 10 fins a quin punt el treball realitzat t'ha ajudat a comprendre el paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles** 9

Possibles comentaris i suggeriments:

- 3. Valora de 0 a 10 la forma en la qual s'ha realitzat el treball en classe (metodologia, materials, treball en grup, etc...)** 9

En quina mesura es pot millorar aquest treball la teva actitud cap a la Química i el seu paper en la societat?

Amb aquest treball he vist els aspectes positius de fer química verda i ara ho tinc més present.

- 4. Afegeix qualsevol altre comentari o suggeriments que vulguis fer**

Gràcies per la teva col·laboració!

AVALUACIÓ DEL TREBALL REALITZAT SOBRE EL TEMA DE LA QUÍMICA VERDA

L'avaluació que et sol·licitem té com a finalitat millorar en el possible el funcionament d'aquest mòdul dedicat a la Química Verda i la seva importància. Et preguem que indiquis amb el màxim detall possible tot allò que pugui contribuir a aquesta millora, contestant a les següents qüestions:

1. Valora de 0 a 10 el programa d'activitats dut a lloc al voltant de la Química Verda 9

Indica si hi ha algun aspecte que t'hagi interessat particularment i també el que t'hagi semblat que no tenia interès o penses que no s'hauria d'haver treballat en aquest curs: M'han semblat interessants totes les activitats fetes

2. Valora de 0 a 10 fins a quin punt el treball realitzat t'ha ajudat a comprendre el paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles 8

Possibles comentaris i suggeriments:

3. Valora de 0 a 10 la forma en la qual s'ha realitzat el treball en classe (metodologia, materials, treball en grup, etc...) 9

En quina mesura es pot millorar aquest treball la teva actitud cap a la Química i el seu paper en la societat?

4. Afegeix qualsevol altre comentari o suggeriments que vulguis fer

Gràcies per la teva col·laboració!

AVALUACIÓ DEL TREBALL REALITZAT SOBRE EL TEMA DE LA QUÍMICA VERDA

L'avaluació que et sol·licitem té com a finalitat millorar en el possible el funcionament d'aquest mòdul dedicat a la Química Verda i la seva importància. Et preguem que indiquis amb el màxim detall possible tot allò que puga contribuir a aquesta millora, contestant a les següents qüestions:

1. Valora de 0 a 10 el programa d'activitats dut a lloc al voltant de la Química Verda 9

Indica si hi ha algun aspecte que t'hagi interessat particularment i també el que t'hagi semblat que no tenia interès o penses que no s'hauria d'haver treballat en aquest curs:

2. Valora de 0 a 10 fins a quin punt el treball realitzat t'ha ajudat a comprendre el paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles 9

Possibles comentaris i suggeriments:

3. Valora de 0 a 10 la forma en la qual s'ha realitzat el treball en classe (metodologia, materials, treball en grup, etc...)

En quina mesura es pot millorar aquest treball la teva actitud cap a la Química i el seu paper en la societat?

9

4. Afegeix qualsevol altre comentari o suggeriments que vulguis fer

La idea de pensar les preguntes en grups fa que les classes es facin més divertides i interessants.

Gràcies per la teva col·laboració!

Candela

AVALUACIÓ DEL TREBALL REALITZAT SOBRE EL TEMA DE LA QUÍMICA VERDA

L'avaluació que et sol·licitem té com a finalitat millorar en el possible el funcionament d'aquest mòdul dedicat a la Química Verda i la seva importància. Et preguem que indiquis amb el màxim detall possible tot allò que pugui contribuir a aquesta millora, contestant a les següents qüestions:

1. Valora de 0 a 10 el programa d'activitats dut a lloc al voltant de la Química Verda indica si hi ha algun aspecte que t'hagi interessat particularment i també el que t'hagi semblat que no tenia interès o penses que no s'hauria d'haver treballat en aquest curs:

9, les causes i conseqüències juntament amb les seves solucions ha sigut la part més interessant per a mi.

Crec que no es devia suprimir cap de les parts del treball, ja que parla un poc de tots els aspectes i és bo saber aquestes coses. Encara que es podria millorar un poc alguna de les explicacions.

2. Valora de 0 a 10 fins a quin punt el treball realitzat t'ha ajudat a comprendre el paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles

Possibles comentaris i suggeriments:

8, ens dona molta informació sobre la Química Verda però no la suficient com per a comprendre-la totalment.

En lloc de fer-nos buscar tanta informació per a tenir una idea del que vol dir, es podria donar un poc més d'informació per a entendre-ho directament.

3. Valora de 0 a 10 la forma en la qual s'ha realitzat el treball en classe (metodologia, materials, treball en grup, etc...)

En quina mesura es pot millorar aquest treball la teva actitud cap a la Química i el seu paper en la societat?

10, aquest aspecte està molt ben treballat, ja que el treball en grup és el millor per a aquestes coses; si un no sap alguna cosa, pot saber-la un altre company.

4. Afegeix qualsevol altre comentari o suggeriments que vulguis fer

Gràcies per la teva col·laboració!

CHRISTIAN VARGAS EXPÓSITO

AVALUACIÓ DEL TREBALL REALITZAT SOBRE EL TEMA DE LA QUÍMICA VERDA

L'avaluació que et sol·licitem té com a finalitat millorar en el possible el funcionament d'aquest mòdul dedicat a la Química Verda i la seva importància. Et preguem que indiquis amb el màxim detall possible tot allò que pugui contribuir a aquesta millora, contestant a les següents qüestions:

1. Valora de 0 a 10 el programa d'activitats dut a lloc al voltant de la Química Verda

Indica si hi ha algun aspecte que t'hagi interessat particularment i també el que t'hagi semblat que no tenia interès o penses que no s'hauria d'haver treballat en aquest curs:

El programa d'actividades sobre la química verde podría valorarse con un 6 sobre 10. Dentro de esta serie de actividades hay algunas de mayor interés e importancia, como la adaptación de medidas para la sostenibilidad del planeta, y otras como los procesos de catálisis... La actividad no la veo mal, quizá demasiado técnica para este nivel.

2. Valora de 0 a 10 fins a quin punt el treball realitzat t'ha ajudat a comprendre el paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles

Possibles comentaris i suggeriments:

El trabajo lo puntuaria como un 8 ya que me ha servido para conocer el concepto de química verde.

Además he entendido la importancia de tomar medidas necesarias para mantener nuestro planeta.

Estería interesante proponer adoptar estas medidas como un grupo de clase, en todo lo que esté a nuestro alcance.

3. Valora de 0 a 10 la forma en la qual s'ha realitzat el treball en classe (metodologia, materials, treball en grup, etc...)

En quina mesura es pot millorar aquest treball la teva actitud cap a la Química i el seu paper en la societat?

mi valoración para la metodología del trabajo realizado es un 4. No acaba de gustarme la explicación de diferentes temas mediante preguntas, y encima no soporto este tipo de trabajo en grupo.

Puedo intentar comprometerme en realizar actividades saludables para nuestro planeta.

4. Afegeix qualsevol altre comentari o suggeriments que vulguis fer

Es un tema interesante con muchos caminos posibles para guiar la explicación.

Gràcies per la teva col·laboració!

AVALUACIÓ DEL TREBALL REALITZAT SOBRE EL TEMA DE LA QUÍMICA VERDA

L'avaluació que et sol·licitem té com a finalitat millorar en el possible el funcionament d'aquest mòdul dedicat a la Química Verda i la seva importància. Et preguem que indiquis amb el màxim detall possible tot allò que pugui contribuir a aquesta millora, contestant a les següents qüestions:

1. Valora de 0 a 10 el programa d'activitats dut a lloc al voltant de la Química Verda

Indica si hi ha algun aspecte que t'hagi interessat particularment i també el que t'hagi semblat que no tenia interès o penses que no s'hauria d'haver treballat en aquest curs:

Las actividades que realizamos en clase me parecieron interesantes, ya que he aprendido cosas de la química verde que no sabía y estuvieron entretenidas. Le pongo un 7.

2. Valora de 0 a 10 fins a quin punt el treball realitzat t'ha ajudat a comprendre el paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles

Possibles comentaris i suggeriments:

Yo le doy un 7 ya que ese tipo de actividades nos ha ayudado a conocer el campo de la química verde. Ha habido algunos trabajos más interesantes que otros. Pero en general las actividades han estado bien.

3. Valora de 0 a 10 la forma en la qual s'ha realitzat el treball en classe (metodologia, materials, treball en grup, etc...)

En quina mesura es pot millorar aquest treball la teva actitud cap a la Química i el seu paper en la societat?

A mí particularmente, me ha gustado mucho la forma en cómo hacer las actividades en grupo ya que es más entretenido.

4. Afegeix qualsevol altre comentari o suggeriments que vulguis fer

Gràcies per la teva col·laboració!

AVALUACIÓ DEL TREBALL REALITZAT SOBRE EL TEMA DE LA QUÍMICA VERDA

L'avaluació que et sol·licitem té com a finalitat millorar en el possible el funcionament d'aquest mòdul dedicat a la Química Verda i la seva importància. Et preguem que indiquis amb el màxim detall possible tot allò que pugui contribuir a aquesta millora, contestant a les següents qüestions:

1. Valora de 0 a 10 el programa d'activitats dut a lloc al voltant de la Química Verda. Indica si hi ha algun aspecte que t'hagi interessat particularment i també el que t'hagi semblat que no tenia interès o penses que no s'hauria d'haver treballat en aquest curs:

Lo valoro con un 9, porque hay cosas muy útiles e interesantes como la economía atómica (que personalmente es lo que más me ha interesado), pero hay una cosa que no tenía interés, los 12 principios de la Química Verde, porque hay algunas que no se llegan a entender del todo.

2. Valora de 0 a 10 fins a quin punt el treball realitzat t'ha ajudat a comprendre el paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles

Possibles comentaris i suggeriments:

10, porque me ha ayudado a comprender que hay que hacer todo lo posible para seguir creciendo y desarrollando como sociedad pero reduciendo lo posible el daño al planeta.

3. Valora de 0 a 10 la forma en la qual s'ha realitzat el treball en classe (metodologia, materials, treball en grup, etc...)

En quina mesura es pot millorar aquest treball la teva actitud cap a la Química i el seu paper en la societat?

4. El trabajo ha estado muy bien y ha sido muy interesante. La explicación del profesor también ha estado muy bien y al estar en grupo ha sido bastante divertido, pero yo modificaría la parte de las 12 preguntas para que se entendiera mejor. Este trabajo me ha ayudado a aprender cosas nuevas y a valorar más el planeta, y ahora hago cosas (aunque sean pequeñas) para contribuir a mejorar el planeta, como por ejemplo, cerrar el grifo al lavarme los dientes, ya que antes me lo dejaba abierto o apagar los luces que no sean necesarias.

4. Afegeix qualsevol altre comentari o suggeriments que vulguis fer

El trabajo podría estar también en Castellano, porque hay gente como yo que no entiende muy bien el valenciano y le cuesta un poco más entenderlo.

Gràcies per la teva col·laboració!

AVALUACIÓ DEL TREBALL REALITZAT SOBRE EL TEMA DE LA QUÍMICA VERDA

L'avaluació que et sol·licitem té com a finalitat millorar en el possible el funcionament d'aquest mòdul dedicat a la Química Verda i la seva importància. Et preguem que indiquis amb el màxim detall possible tot allò que pugui contribuir a aquesta millora, contestant a les següents qüestions:

1. Valora de 0 a 10 el programa d'activitats dut a lloc al voltant de la Química Verda. Indica si hi ha algun aspecte que t'hagi interessat particularment i també el que t'hagi semblat que no tenia interès o penses que no s'hauria d'haver treballat en aquest curs:

8 Me ha parecido muy bien, es una cosa buena para la sociedad y el progreso sostenible y una solución a la sociedad desmerurada con tantos problemas

Un concepte que m'he fixat molt, és el concepte de economia atòmica

2. Valora de 0 a 10 fins a quin punt el treball realitzat t'ha ajudat a comprendre el paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles

Possibles comentaris i suggeriments:

10, pues ciertamente antes de esta presentación no tenía ninguna idea de la química verde ni de la economía atómica ni ninguno de los conceptos que este tema trata

En mi opinión lo explica muy bien

3. Valora de 0 a 10 la forma en la qual s'ha realitzat el treball en classe (metodologia, materials, treball en grup, etc...)

En quina mesura es pot millorar aquest treball la teva actitud cap a la Química i el seu paper en la societat?

Q Me ha gustado el hecho de que el trabajo se hiciera por grupos o con ayuda de internet y el apoyo visual

En mi opinion este trabajo tiene pocas cosas que mejorar, a mi me ha hecho reflexionar sobre el aporte a esta sociedad de la Química Verde y me ha puesto a favor del desarrollo de esta

4. Afegeix qualsevol altre comentari o suggeriments que vulguis fer

Gràcies per la teva col·laboració!

AVALUACIÓ DEL TREBALL REALITZAT SOBRE EL TEMA DE LA QUÍMICA VERDA

L'avaluació que et sol·licitem té com a finalitat millorar en el possible el funcionament d'aquest mòdul dedicat a la Química Verda i la seva importància. Et preguem que indiquis amb el màxim detall possible tot allò que pugui contribuir a aquesta millora, contestant a les següents qüestions:

1. Valora de 0 a 10 el programa d'activitats dut a lloc al voltant de la Química Verda

Indica si hi ha algun aspecte que t'hagi interessat particularment i també el que t'hagi semblat que no tenia interès o penses que no s'hauria d'haver treballat en aquest curs:

9. En general me ha gustado mucho porque, aunque nos repiten por distinguir los medios el hecho de cuidar el planeta y actuar sobre ellos, pero suele durar a largo plazo. La química verde también enseña a prevenir problemas como la contaminación, que dañan el planeta.

2. Valora de 0 a 10 fins a quin punt el treball realitzat t'ha ajudat a comprendre el paper de la Química Verda en les mesures que es deuen adoptar per avançar cap a societats sostenibles

Possibles comentaris i suggeriments:

9. Anteriormente pensaba que la química verde simplemente estaba relacionada con energías renovables, puede que esté relacionado, pero no es lo mismo. La química verde intenta conseguir casi los mismos resultados que cualquier otra energía pero produciendo mucho menos gasto, concretamente estoy hablando de Economía atómica.

3. Valora de 0 a 10 la forma en la qual s'ha realitzat el treball en classe (metodologia, materials, treball en grup, etc...)

En quina mesura es pot millorar aquest treball la teva actitud cap a la Química i el seu paper en la societat?

9. El trabajo se ha realizado en grupo y me parece bien porque de esa forma complementamos las ideas de unos y de otros hasta llegar a una idea común. Sí ha mejorado ya que, aunque no lo relacionaba al 100%. Con industrias, si pensaba en estética, farmacias, medicina e incluso a veces algo negativo.

4. Afegeix qualsevol altre comentari o suggeriments que vulguis fer

La química verde es un avance para el cuidado del medioambiente, y el planeta en general, por el método preventivo desde un principio y porque hace ver que si no cuidamos del mundo en que vivimos con acciones limpias, nos quedaremos sin tierra y sin tierra, nosotros no existimos.

Gràcies per la teva col·laboració!

REFERÈNCIES
BIBLIOGRÀFIQUES

Es presenta a continuació les referències bibliogràfiques que han sigut citades en cada un dels capítols que formen aquest treball d'investigació. Amb la finalitat de facilitar la seva localització, s'inclou al final de les dades de cada referència indicant entre claudàtors, els capítols en els quals apareixen. Les referències incloses en la Presentació i índex apareixen indicades com [0].

1. AAAS (1990). *Science for all americans. A project 2061 report on literacy goals in Science, Mathematics, and Technology*. New York: Oxford University Press. [3]
2. AAAS (1993). *Benchmarks for Science Literacy: A project 2061 report*. New York: Oxford University Press. [3]
3. Acevedo, J. A. (2004). Reflexiones sobre las Finalidades de la Enseñanza de las Ciencias: Educación científica para la ciudadanía, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1 (1), 3-16. [3]
4. Acevedo Díaz, J.A., Vázquez Alonso, A., Manassero Mas, M. A. i Acevedo Romero, P. (2003). Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3), 353-376. [3]
5. Aguilar, S. (1997). El reto del medio ambiente. Conflictos e intereses en la política medioambiental europea. Madrid: Alianza Editorial. [2]
6. Aikenhead, G. S. (1985). Collective decision making in the social context of science, *Science Education*, 69(4), 453-475. [2]
7. Aktoudianakis, E., Chan, E., Edward, A. R., Jarosz, I., Lee, V., Mui, L. Thatipamala, S. S i Dicks, A. P. (2008). "Greening Up" the Suzuki Reaction, *Journal of Chemical Education*, 85(4), 555-557. [5]
8. Aktoudianakis, E., Chan, E., Edward, A. R, Jarosz, I., Lee, V., Mui, L., Thatipamala, S. S i Dicks, A. P. (2009). Comparing the Traditional with the Modern: A Greener, Solvent-Free Dihydropyrimidone Synthesis, *Journal of Chemical Education*, 86(6), 730-732. [5]

9. Almenar, R., Bono, E. i García, E. (1998). *La sostenibilidad del desarrollo: El caso valenciano*. Valencia: Fundació Bancaixa. [2]
10. Altava, B., Burguete, M. I. i Luis, S. V. (2013). Educación cooperativa en Química Verde: la experiencia Española, *Educación Química*, 24(E1), 132-138. [5]
11. Altava-Benito, B., Burguete-Azcárate, M. I., i Luis-Lafuente, S. V. (2013). Educación cooperativa en Química Verde: La experiencia española, *Educación Química*, 24(1), 132-138. [2]
12. Alves Porto, P., Corio, P., Maximiano, F. A. i Fernandez, C. (2009). Química Ambiental e Química Verde no conjunto do conhecimento químico: concepções de alunos de graduação em Química da Universidade de São Paulo, *Educación Química*, 20(4), 398-404. [2] i [5]
13. Amador, C. (Coordinador) (2013). Áreas emergentes de la Educación Química. Química y Sostenibilidad. *Educación Química*, 24 (2), 182-214. [1]
14. Anastas, P. i Warner, J. (1998). *Green Chemistry: Theory and Practice*. New York: Oxford University Press. [2] i [7]
15. Anderson, A. (1997a). *Media, Culture and Society*. Londres: UCL. [3]
16. Anderson, A. (1997b). *Media, Culture and the environment*. Pensilvania: UCL Press. [3]
17. Andraos, J. (2015). Simplified Application of Material Efficiency Green Metrics to Synthesis Plans: Pedagogical Case Studies Selected from Organic Syntheses, *Journal of Chemical Education*, 92(11), 1820-1830. [5]
18. Arroyo-Carmona, R. E., Bernès, S., González-Vergara, E., Méndez-Rojas, M. A i Pérez-Benítez, A. (2012). Síntesis microquímica y microelectroquímica de acetato de cobre(II) a partir de vinagre: Un ejemplo de Química Verde, *Educación Química*, 23(E1), 127-135. [5]
19. Ascher, W. (2006). Long-term strategy for sustainable development: strategies to promote far-sighted action. *Sustainability Science*, 1, 15-22. [1]
20. Aubrecht, K. B., Padwa, L., Shen, X i Bazargan, G. (2015). Development and Implementation of a Series of Laboratory Field Trips for Advanced High School Students To Connect Chemistry to Sustainability, *Journal of Chemical Education*, 92(4), 631-637. [5]
21. Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive view*. New York: Holt. [3]
22. Ausubel, D. P. (1978). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. Mexico: Trillas. [3]
23. Ávila Zárraga, J. G. (2009). Síntesis fotoquímica mediante luz solar, *Educación Química*, 20(4), 426-432. [2] i [7]
24. Aznar, P., Martínez-Agut, M. P., Palacios, B., Piñero, A. i Ull, A. (2011). Introducing sustainability into university curricula: an indicator and baseline survey of the views of

university teachers at the University of Valencia, *Environmental Education Research*, 17(2), 145-166. [3]

25. Aznar, P. i Ull, M. A. (2009). La formación de competencias básicas para el Desarrollo Sostenible: el papel de la universidad, *Revista de Educación*, Núm. extra, MEC, 219-239. [1], [2]

26. Aznar, P., Ull, M. A., Martínez Agut, M.P. i Piñero, A. (2017). Evaluar para transformar: evaluación de la docencia universitaria bajo el prisma de la Sostenibilidad, *Enseñanza de las Ciencias*, 35(1), 5-27. [1] i [3]

27. Bass, R. E. i Herson, A. I. (1993) Mastering NEPA: a step-by-step approach. California: Press Books. [2]

28. Bell, B. F. i Pearson, J. (1992). Better Learning, *International Journal of Science Education*, 14(3), 349-361. [3]

29. Bennett, G. (2006). A Green Enantioselective Aldol Condensation for the Undergraduate Organic Laboratory, *Journal of Chemical Education*, 83(12), 1871-1872. [5]

30. Borsese, A. i Esteban, S. (2005). Química, educación ambiental y vida cotidiana: El ozono troposférico, *Enseñanza de las ciencias*, 23(2), 251-561. [5]

31. Bovet, P., Rekecewicz, P., Sinaï, A. i Vidal, A. (2008). *Atlas Medioambiental de Le Monde Diplomatique*. París: Cybermonde. [2], [6] i [7]

32. Broswimmer, F. J. (2005). *Ecocidio. Breve historia de la extinción en masa de las especies*. Pamplona: Laetoli. [2]

33. Brown, L. R. (1998). El futuro del crecimiento. En The Worldwatch Institute, *La situación del mundo*. Barcelona: Icaria. [2]

34. Brown, L. R. i Mitchell, J. (1998). La construcción de una nueva economía. En Brown, L. R., Flavin, C. i French, H. *La situación del mundo 1998*. Barcelona: Ed. Icaria. [2]

35. Brown, T., Le May, H. i Bursten, B. (2004). *Química, La ciencia central*, novena edición en español. México: Prentice Hall. [2]

36. Burbules, N. i Linn, M. (1991). Science education and philosophy of science: congruence or contradiction?, *International Journal of Science Education*, 13 (3), 227-241. [3]

37. Burdet, R. i Sudjic, D. (2008). *The Endless City*. London: Phaidon. [2], [6] i [7]

38. Burmeister, M i Eilks, I. (2011). Teaching about plastics and education for sustainable development in chemistry education, Comunicació presentada en la 9a conferència d'ESERA. [5]

39. Burmeister, M i Eilks, I. (2013). Issues of sustainable development and green chemistry for innovating secondary chemistry teacher education, Comunicació presentada en la 10ª conferencia d'ESERA. [5]

40. Bybee, R. (1991). Planet Earth in Crisis: How Should Science Educators Respond? *The American Biology Teacher*, 53(3), 146-153. [0], [1], [2] i [3]
41. Bybee, R. (1997). Towards an Understanding of Scientific Literacy. En Graeber, W., Bolte, C. (Eds) *Scientific Literacy*. Kiel: IPN. [1], [3]
42. Bybee, R. i De Boer, G. (1994). Research on goals for the science curriculum, en Gabel, D.L. *Handbook of Research en Science Teaching and Learning*. New York: McMillan P.C. [1] i [3]
43. Caamaño, A. i Izquierdo, M. (2003). El currículum de química del bachillerato en Cataluña: todavía muy lejos de una química contextualizada, *Alambique*, 36, 60-67. [3]
44. Caamaño, A. i Vilches, A. (2001). La alfabetización científica y la educación CTS: un elemento esencial de la cultura de nuestro tiempo, *Enseñanza de las Ciencias*, núm. extra, tomo 2 (VI Congreso), 21-22. [3]
45. Cacciatore, K. (2006). Teaching Lab Report Writing through Inquiry: A Green Chemistry Stoichiometry Experiment for General Chemistry, *Journal of Chemical Education*, 83(7), 1039-1041. [5]
46. Cacciatore, K. L., Amado, J., i Evans, J.J. (2008). Connecting Solubility, Equilibrium, and Periodicity in a Green, Inquiry Experiment for the General Chemistry Laboratory, *Journal of Chemical Education*, 85(2), 251-253. [5]
47. Calero, M. (2003). *La atención de la prensa a la situación de emergencia planetaria*. Trabajo de Investigación de Tercer Ciclo. Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i Socials, Universitat de València. [3]
48. Calero, M. (2007). *La atención de la prensa a la situación de emergencia planetaria*. Tesis Doctoral. Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals. Universitat de València. [3]
49. Calero, M., Gil-Pérez, D. i Vilches, A. (2006). La atención de la prensa a la situación de emergencia planetaria, *Didáctica de las Ciencias experimentales y Sociales*, 20, 69-88. [3]
50. Calero, M., Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2013). Necesidad de la transición a la sostenibilidad: papel de los medios de comunicación en la formación ciudadana, *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 27, 235-254. [3]
51. Calleja Nieto, E., Carrillo Chávez, M., González Muadás, R. M., Montagut Bosque, P. i Sansón Ortega, C. (2005). Nuevos contenidos, nuevos enfoques. Trabajos prácticos en microescala. Comunicació presentada en *el VII Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las ciencias*, 1-5. [5]
52. Callejas Restrepo, M.M., Vázquez Alonso, A., Ochoa Camacho, E., (2016). Contrucción del conocimiento didáctico del contenido sobre un tema CTS (La unión de dos culturas) por

una profesora universitària al aplicar una seqüència de ensenyanza y aprendizaje, *Revista Indagatio*, 8(1), 3558-3578. [3]

53. Cañal, P. (2006). La alfabetización científica en la infancia, *Aula de Infantil*, 33, 5-9. [3]

54. Careta, S., Solà, A. i Erra, M. (2014). Els residus en un laboratori de Secundària. Les 3 R + S de salut, *Educació Química*, 19, 58-62. [5]

55. Carrascosa, J. (2005a). El problema de las concepciones alrnativas en la actualidad (Parte I). Análisis sobre las causas que las originan y/o mantienen, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 183-208. [3]

56. Carrascosa, J. (2005b). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte II El cambio en las concepciones alternativas, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 388-402. [3]

57. Carrascosa, J., Gil Pérez, D. i Valdés, P. (2005). ¿Cómo hacer posible el aprendizaje significativo de conceptos y teorías? En: Gil- Pérez, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo, C., Valdés, P. i Vilches, A. (Eds.). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago: OREALC/UNESCO. [3]

58. Carrascosa, J., Martínez Torregrosa, J., Furió, C. i Guisasaola, J. (2008). ¿Qué hacer en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria?, *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 5(2), 118-133. [3]

59. Carretero, M. i Voss, J. (1994). *Cognitive and instructional processes in history and the social sciences*. Earlbaum: New Jersey. [3]

60. Carson, R. (1962). *Silent Spring*. Boston, USA: Houghton Mifflin.[2]

61. Castillo Urueta, P. i Navarro León, C.F. (2006). Un suelo, Un excelente laboratorio de Química. Una propuesta de enseñanza experimental en microescala con enfoque CTS i ciudadano del ambiente. Comunicació presentada en el IV Seminari Ibèric CTS, Màlaga, España. [5]

62. Casullo, P. (2016). *Introducción de conceptos de Química Verde en Educación Secundaria: ventajas y desafíos*. Tesis doctoral. Universidad de Uruguay. [3] i [6]

63. Chade Vergara, P. O.(2014). Superación de las visiones deformadas de las ciencias a partir de la incorporación de la historia de la física a la enseñanza, *Eureka*, 11(1), 34-53. [3]

64. Chalmers, A. (1990). *La ciencia y cómo se elabora*. Madrid: Siglo XXI. [3]

65. Chamizo, J.A. (2011). La imagen pública de la Química, *Educación Química*, 22(4), 320-331.[2]i [3]

66. Cheney, M. L., Zaworotko, M. J., Beaton, S. i Singer, R. D. (2008). Cocrystal Controlled Solid-State Synthesis. A Green Chemistry Experiment for Undergraduate Organic Chemistry, *Journal of Chemical Education*, 85(12), 1649-1651. [5]

67. Chrobak, R. (1998). *Metodologías para lograr aprendizaje significativo*. Universidad Nacional de Comahue. Argentina: Editorial EDUCO. [3]
68. Chun, S., Oliver, J. S., Jackson, D. F. i Kemp, A. (1999). *Scientific Literacy: An Educational Goal of the Past Two Centuries. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, Boston: MA. [3]
69. Clark J. H. (1999). Green Chemistry: challenges and opportunities, *Green Chemistry*, 1(1), 1-8. [2]
70. Clark, W. C. i Dickson, N. M. (2003). Sustainability science: the emerging research program, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(14),8059-8061. [3]
71. Climent, T. (2009). Química para un mundo sostenible: ¿Qué hacer desde los laboratorios?, *Educació Química*, 4, 21-28. [5]
72. Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (1988). CMMAD. *Nuestro Futuro Común*. Madrid: Alianza. [0], [1] i [2]
73. Corominas Viñas, J. (2011). Química dels gasos a petita escala << Química talla S>>, *Educació Química*, 9, 48-52. [5]
74. Corral, L. E., Fernández Sánchez, L. i Rodríguez Ibañez, O. (2005). Trampas de carbón activado para evitar contaminantes en los laboratorios de química, *Educación Química*, 16(3), 486-489. [5]
75. Cortés Rodríguez, A. J., Duvan Reyes, J. i Bustos Velazco, E. H. (2017). Secuencia didáctica en química verde. Comunicació presentada en el *X Congrés Internacional sobre investigació en la didàctica de las ciències*. [5]
76. Cortina, A. i Pereira, G. (2009) (Eds.). *Pobreza y libertad. Erradicar la pobreza desde la perspectiva de Amartya Sen*. Madrid: Tecnos. [2]
77. De Boer, G. B. (1997). Historical perspectives on scientific literacy. En W. Gräber i C. Bolte (Eds.), *Scientific Literacy: An International Symposium*, 69-86. Kiel: IPN. [3]
78. De Boer, G. B. (2000). Scientific literacy: *another look* at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform, *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601. [3]
79. De la Hoz Ayuso, A. (2009). Los estudios de posgrado en química sostenible en España, *Educación Química*, 20(4), 405-411. [2] i [5]
80. Declaració de Budapest (1999). Marco General de Acción de la Declaración de Budapest. <http://www.oei.org.co/cts/budapest.htm> [3]
81. Delibes, M. i Delibes de Castro, M. (2005). *La Tierra herida. ¿Qué mundo heredarán nuestros hijos?* Barcelona: Destino. [2]

82. Delors, J. (Coord.) (1996). *La educación encierra un tesoro. Informe a la Unesco de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI*. Madrid: Santillana. Ediciones Unesco. [2] i [3]
83. Diamond, J. (2006). *Colapso*, Barcelona: Debate. [1] i [2]
84. Dillon, J. (2009). On Scientific Literacy and curriculum reform, *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 201-213. [3]
85. Dimopoulos, K. i Koulaidis, V. (2003). Science and Technology Education for citizenship: the potencial role of the press, *Science Education*, 87, 241-256. [3]
86. Dintzner, M., Wucka, P. i Lyons, T. (2006). Microwave-Assisted Synthesis of a Natural Insecticide on Basic Montmorillonite K10 Clay, *Journal of Chemical Education*, 83(2), 270-272. [5]
87. Doria Serrano, M.C. (2009). Química Verde: un nuevo enfoque para el cuidado del medio ambiente, *Educación Química*, 20(4), 412-420. [2] i [5]
88. Driver, R. i Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science, *Studies in Science Education*, 13, 105-122. [3]
89. Duarte, C. (Coord.) (2006). *Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. Madrid: CSIC. [0], [1], [2] i [3]
90. Duarte, R. C. C., Ribeiro, M. G., i Machado, A. A.(2015). Using Green Star Metrics To Optimize the Greenness of Literature Protocols for Syntheses, *Journal of Chemical Education*, 92(5), 1024-1034. [5]
91. Duarte Santos, F. (2007). *Qué Futuro? Ciência, Tecnologia, Desenvolvimento e Ambiente*. Lisboa: Gradiva. [2], [6] i [7]
92. Dunbar, R. (1999). *El miedo a la ciencia*. Madrid: Alianza. [3]
93. Duschl, R. (1990). *Restructuring science education: The role of theories and their importance*. New York: Teacher College Press, Columbia University. [3]
94. Duschl, R. (1995). Más allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual, *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 3-14. [3]
95. Dzyuba, V. S., Kollar, K. D. i Sabnis, S. S. (2009). Synthesis of Imidazolium Room-Temperature Ionic Liquids. Exploring Green Chemistry and Click Chemistry Paradigms in Undergraduate Organic Chemistry Laboratory, *Journal of Chemical Education*, 86(7), 856-858. [5]
96. Edwards, M. (2003). *La atención a la situación del mundo en la educación científica*. Tesis doctoral. Universitat de València. [3]

97. Edwards, M., Gil Pérez, D., Vilches, A. i Praia, J. (2004). La atención a la situación del mundo en la educación científica, *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (1), 47-63. [0], [1] i [3]
98. Edwards, M., Gil, D., Vilches, A. i Praia, J. (2005). La atención a la situación de emergencia planetaria en revistas de didáctica de las ciencias y educación científica. En Pedro Membiela i Yolanda Padilla (Eds.) (2005). *Retos y Perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en los inicios del siglo XXI*. Educación Editora ISBN 84-689-3283-3. [3]
99. Engelman, R. (2012). Nueve estrategias para no alcanzar una población de 9000 millones. En Worldwatch Institute, *La situación del mundo 2012. Hacia una prosperidad sostenible*. Barcelona: Icaria.[2]
100. Espinet, B. (1999). Los problemas ambientales (PA) y la Educación Ambiental: una reflexión, *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 7, 2-7. [3]
101. FECYT (2007). *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España 2006*. Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. [3]
102. Fernandes de Goes, L., Henrique Leal, S., Corio, P. i Fernandez, C. (2013a). Aspectos do conhecimento pedagógico do conteúdo de Química Verde em professores universitários de química, *Educación Química*, 24(E1), 113-123. [2] i [5]
103. Fernandes Goes, L., Henrique Leal, S., Corio, P. i Fernandez, C. (2013b). Pedagogical content knowledge aspects of green chemistry of organic chemistry university teachers, Comunicació presentada en la 10^a conferencia d'ESERA. [5]
104. Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A. i Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza, *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477-488. [3]
105. Ferreira-Gauchía, C., Vilches, A. i Gil-Pérez, D. (2012). Concepciones docentes acerca de la naturaleza de la tecnología y de las relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente en la educación tecnológica, *Enseñanza de las Ciencias*, 30(2), 253-272. [3]
106. Folch, R. (1998). *Ambiente, emoción y ética*. Barcelona: Ed. Ariel. [1] i [2]
107. Folke, C. (2013). Respetar los límites del planeta y recuperar la conexión con la biosfera. En Worldwatch Institute, *The State of the World 2013: Is Sustainability Still Possible?* New York: W.W. Norton. Capítulo 2. [2]
108. Fourez, G. (1997). Scientific and Technological Literacy, *Social Studies of Science*, 27, 903-936. [3]
109. Fraser, B. J., Tobin, K. G., i McRobbie, C. J. (Eds). (2012). *Second international handbook of science education*. Dordrecht: Springer. [3]
110. French, H., Gardner, G. i Assadourian, E. (2005). Sentando las bases para la paz. En Worldwatch Institute. *La situación del mundo 2005*. Barcelona: Ed. Icaria. [3]

111. Furió, C. (2006). La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la Química. Una cuestión controvertida, *Educación Química*, 17, 222-227. [3] i [6]
112. Furió, C. i Gil, D. (1978). *El programa-guía: una propuesta para la renovación de la Didáctica de la Física y la Química en el Bachillerato*. ICE. Universitat de València. [3]
113. Furió, C. i Guisasola J. (1998). Construcción del concepto de potencial eléctrico mediante el aprendizaje por investigación, *Revista de Enseñanza de la Física*, 11(1), 25-37. [3]
114. Furió, C. i Vilches, A. (1997). Las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias y las relaciones CTS, en Del Carmen (Coor): *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori, 47-71. [3]
115. Furió, C., Vilches, A., Guisasola, J. i Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica?, *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (3), 365-376. [3]
116. Furió, C., Vilches, A., Guisasola, J. i Romo, V. (2002). Spanish teachers' views of the goals of science education in secondary education. *Research in Science & Technological Education*, 20, 1, 39-52. [3]
117. Gadea, I., Vilches, A. i Gil-Pérez, D. (2009). Posibles usos de la prensa en la educación científica y tecnológica. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 23, 153-169. [3]
118. Gail, J. (1984). Transcript notation. In Structures of Social Action. Studies in Conversation Analysis, J. M. Atkinson and J. Heritage.(Eds), Cambridge, Cambridge University Press, ix-xvi. [5], [A.V], [A.VI] i [A.VII]
119. Gallegos, N. R. (1997). *Una sola conciencia. Enfoque holístico sobre el futuro de la humanidad*. México: Pax. [3]
120. García, A. i Castro, M. A. (2014). Evolución de las creencias de los alumnos de secundaria sobre la relación ciencia y tecnología, *Avances en ciencia e ingeniería*, 5(3), 95-102. [3]
121. García, C. (2015). La percepción de la ciencia, tecnología e innovación en estudiantes del nivel medio y medio superior de la zona metropolitana de Guadalajara, México, *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 6(11), 100-121. [3]
122. García, J. i Martínez, F.J. (2010). Cómo y que enseñar de la biodiversidad en la alfabetización científica, *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 28(2), 175-184. [2]
123. García-Carmona, A., Criado, A. M., Cañal, P. (2014). Alfabetización científica en la etapa 3-6 años: un análisis de la regulación estatal de enseñanzas mínimas, *Enseñanza de las ciencias*, 32(2), 131-149. [3]

124. García Manrique, C., Salazar Vela, G. i Sánchez, M. (2005). Microescala en el laboratorio de Química Orgànica. Síntesis de Fenacetina. Comunicació presentada en *el VII Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las ciencias*, 1-5. [5]
125. García-Ruiz, M., Maciel Magaña, S., i Vázquez Alonso, A., (2014). La ciencia, la tecnología y la problemàtica socio-ambiental: secuencias de enseñanza-aprendizaje para promover actitudes adecuadas en los futuros profesores de Primaria, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 13(3), 267-291. [3]
126. Gardner, P. L. (1975). Attitudes to Science, *Studies in Science Education*, 2, 1-41. [3]
127. Garritz, A. (2009). Química Verde y reducción de riesgos, *Educación química*, 20(4), 394-397. [2] i [3]
128. Garritz, A. (2011). Las contibuciones de la Química al bienestar humano, *Educación Química*, 22(1), 2-7. [0] i [3]
129. Gavídia, V. (2004). La escuela promotora de salud y sostenibilidad, *Revista Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 18, 65-80. [2]
130. Gavídia, V. (2005). Los retos de la divulgación y enseñanza científica en el próximo futuro, *Revista Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 19, 91-102. [1], [3]
131. Gavídia, V. (2008). Las actitudes en la educación científica, *Revista Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 22, 53-66. [2],[3]
132. Gayford, C. (1993). Where are we now with environment and education? *International Journal of Science Education*, 15(5), 471-472. [3]
133. Gayford, C. (1998). The Perspectives of Science Teachers in relation to Current Thinking about Environmental Education, *Research in Science & Technological Education*. 16(2), 101-113. [3]
134. Geli, A. M. (2000). La evaluación de los procesos y de los resultados de la enseñanza de las ciencias, en Perales, J. i Cañal, P. (Eds.) *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Marfil. [3]
135. Geli, A.M. (2005). *La Formació per a la sostenibilitat a les universitats*. ISBN: 84-393-6945, Barcelona: Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya. [3]
136. Geli, A. M. (2009). Cómo ambientalizar los estudios superiores, *Cuadernos de pedagogía*, 392, 34-35. [3]
137. Geli, A.M., Junyent, M. i Arbat, E. (2005). La sostenibilidad en la formación inicial del profesorado: aplicación del modelo ACES, *Enseñanza de las Ciencias*, número extra VII Congreso. <http://www.blues.uab.es/~sice23/>. [3]

138. Geli, A.M., Junyent, M. i Sánchez, S. (Eds.). (2004). *Acciones de intervención y balance final del proyecto de Ambientalización Curricular de los Estudios Superiores*. Girona: UdG-red ACES. [1], [3]
139. Gil, D. (1993). Enseñanza de las Ciencias. En Gil, D. i De Guzmán, M. (1993). *Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. Tendencias e Innovaciones. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)*. Madrid: Editorial Popular. [3]
140. Gil, D. i Carrascosa, J. (1994). 'Bringing Pupils' Learning Closer to a Scientific Construction of Knowledge: A Permanent Feature in Innovations in Science Teaching'. *Science Education*, 78(3), 301-315. [3]
141. Gil, D., Carrascosa, J. Furió, C. i Martínez Torregrosa, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. ICE/Universidad de Barcelona. Barcelona: Horsori. [3]
142. Gil-Pérez, D., Carrascosa, J., Dumas-Carré, A., Furió, C., Gallego, N., Gené, A., González, E., Guisasola, J., Martínez, J., Pessoa, A. Salinas, J., Tricárico, H. i Valdés, P. (1999). ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 503-512. [3]
143. Gil, D., Gavídia, V., Vilches, A. i Martínez-Torregrosa, J. (1998). La educación científica ante las actuales transformaciones científico-tecnológicas, *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 12, 43-63.
144. Gil-Pérez, D., Guisasola, J., Moreno, A., Cachapuz, A., Pessoa, A., Martínez, J., Salinas, J., Valdés, P., González, E., Gené, A., Dumas, A., Tricárico, H. i Gallego, R. (2002), Defending constructivism in science education, *Science & Education*, 11, 557-571. [3]
145. Gil-Pérez, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo, C., Valdés, P. i Vilches, A. (Eds.) (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago de Chile: OREALC/ UNESCO. [3]
146. Gil, D. i Martínez Torregrosa, J. (1987). Los programas-guía de actividades: una concreción del modelo constructivista del aprendizaje de las ciencias, *Investigación en la Escuela*, 3, 3-12. [3]
147. Gil-Pérez, D. i Martínez Torregrosa, J. (2005). Para qué y cómo evaluar. La evaluación como instrumento de regulación y mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje. En: Gil-Pérez et al. (Eds.). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago de Chile: OREALC/ UNESCO. [3]

148. Gil-Pérez, D. i Vilches, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. *Investigación en la Escuela*, 43, 27-37. [3]
149. Gil Pérez, D. i Vilches, A. (2004a). La formación del profesorado de ciencias secundaria y de universidad. La necesaria superación de algunos mitos bloqueadores. *Educación Química*, Vol. 15(1), 43-51. [3]
150. Gil Pérez, D. i Vilches, A. (2004b). Contribución de la ciencia a la cultura ciudadana. *Cultura y Educación* 16(3), 259-272. [1] i [3]
151. Gil Pérez, D. i Vilches, A. (2006). ¿Cómo puede contribuir el Proyecto PISA a la mejora de la enseñanza de las ciencias y de otras áreas de conocimiento? *Revista de Educación*, núm. extraordinario, 295-311. [3]
152. Gil Pérez, D., Vilches, A., Astaburuaga, R. i Edwards, M. (2000). La atención a la situación del mundo en la educación de futuros ciudadanos y ciudadanas, *Investigación en la escuela*, 40, 40-56. [3]
153. Gil Pérez, D., Vilches, A., Edwards, M., Praia, J., Marques, L. i Oliveira, T. (2003). A proposal to enrich teachers' perception of the state of the world. First results. *Environmental Education Research*, 9(1), 67-90. [0], [1], [3]
154. Gil-Pérez, D., Vilches, A. i Ferreira-Gauchía, C. (2008). Overcoming the Oblivion of Technology in Physics Education. In Vicentini, M. & Sassi, E. (Editors) *Connecting Research in Physics Education with Teacher Education*. ICPE (International Commission on Physics Education, <http://web.phys.ksu.edu/icpe/Publications/index.html>). [3]
155. Gil Pérez, D., Vilches, A. i Ferreira-Gauchía, C. (2010). Overcoming the Oblivion of Technology in Physics Education. In Vicentini, M. i Sassi, E. (Editors). *Connecting Research in Physics Education with Teacher Education*. ICPE (International Commission on Physics Education). pp. 51-71. ISBN 0-9507510-5. [3]
156. Gil Pérez, D., Vilches, A., Toscano, J.C. i Macías, O. (2006). Década de la Educación para un futuro sostenible (2005-2014). Un necesario punto de inflexión en la atención a la situación del planeta, *Revista Iberoamericana de Educación*, 40, 125-178. [3]
157. Giordan, A. (1982). *La enseñanza de las Ciencias*. Madrid: Pablo del Río. [3]
158. Girardet, H. (2001). *Creando ciudades sostenibles*. Valencia: Tilde. [2], [6] i [7]

159. Gonell, F., Puga, A. V., Julian-Lopez, B., García, H., Corma, A. (2016) Copper-doped titania photocatalysts for simultaneous reduction of CO₂ and production of H₂ from aqueous sulfide, *Applied Catalysis*, 180, 263-270. [2]
160. González, M. L. i Valea, A. (2009). El compromiso de enseñar química con criterios de sostenibilidad: la Química Verde, *Educació Química*, 20(2), 48-52. [2], [5], [6] i [7]
161. Gräber, W. i Stork, H. (1984). Die Entwicklungs psychologie Jean Piagets als Mahnerin und Helferin im natur wissenschaftli-chen Unterricht, *Der Mathematische und naturwissen-schaftliche Unterricht*, 37(4), 193-201. [3]
162. Graham, K. J., Jones, T. N., Schaller, C. P. i McIntee, E. J. (2014). Implementing a Student-Designed Green Chemistry Laboratory Project in Organic Chemistry, *Journal of Chemical Education*, 91(11), 1895-1900. [5]
163. Guilbert, L. i Meloche, D. (1993). L'idée de science chez des enseignants en formation: un lieu entre l'histoire des sciences et l'hétérogénéité des visions?, *Didaskalia*, 2, 7-30. [3]
164. Guisasola J. i De La Iglesia, R. (1997). 'Erein Projectua': Proyecto de Ciencias para la ESO basado en el planteamiento de situaciones problemáticas, *Alambique*, 13, 83-93. [3]
165. Hayden, T. (2008). *El estado del planeta*. National Geographic España. Madrid: RBA. [2], [6] i [7]
166. Hernández, J.G. i Juaristi, E. (2013). Reacciones asimétricas organocatalizadas en ausencia de disolvente: una estrategia para hacer más "verde" la organocatálisis, *Educación Química*, 24(E1), 96-102. [5]
167. Hodson, D. (1992). In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education*, 14(5), 541-566. [3]
168. Hodson, D. (1993). Philosophy stance of secondary school science teachers, curriculum experiences and children's understanding of science: some preliminary findings, *Interchange*, 24(1 i 2), 41-52. [3]
169. Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future, *International Journal of Science Education*, 25 (6), 645-670. [2]
170. Hodson, D. (2011). *Looking to the Future. Building a Curriculum for Social Activism*. Rotterdam: Sense Publishers. [2]
171. Holbrook, J. (2000). School Science Education for the 21st Century - Promoting Scientific and Technological Literacy (STL). En línea en Wirescript Magazine - Education. <http://wirescript.com/magazine/jh0001.htm>. [3]

172. Holton, G. (1996). *Einstein, history, and other passions: the rebellion against science at the end of the twentieth century*. Harlow: Addison-Wesley Pub.Co. [3]
173. Hooper, M.M. i De Boef, B. (2009). A Green Multicomponent Reaction for the Organic Chemistry Laboratory, *Journal of Chemical Education*, 86(9), 1077-1079. [5]
174. Huertas Ortiz, D.Z. i Usaquén Hernandez, K.L. (2015). Secuencia de enseñanza de conceptos fundamentales generales de química orgánica e hidrocarburos: una propuesta centrada desde la resolución de problemas de tipo CTSA, *Revista del Sistema de Práctica Pedagógica y Didáctica*, 54, 23-34. [3]
175. Hutzinger, O. (1982). *The Handbook of Environmental Chemistry*. Berlin: Springer-Verlag. [2]
176. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2007). Working Group III Report: *Mitigation of Climate Change*, In "Climate Change 2007" IPCC, *Fourth Assessment Report (AR4)*. [1]
177. Irabien, A., Cristobal, J., Albo, J. i Dominguez-Ramos, A. (2009). La intensificación sostenible de los procesos químicos, *Química e Industria*, 589, 28-33. [5]
178. Izquierdo, M. (1996). Cognitive Models of Science and the Teaching of Science. History of Science and Curriculum. *European Research in Science Education*, 2, 106-117. [3]
179. Izquierdo, M. (2000). Fundamentos epistemológicos de la didáctica de las ciencias. En: F. Perales y P. Cañal (eds.). *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Marfil: Alcoy. [3]
180. Izquierdo, M. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar, *Journal of the Argentine Chemical Society*, 92(4/6), 115-136. [3]
181. Izquierdo, M. (2006a). La educación química frente a los retos del tercer milenio, *Educación Química*, núm extraordinario, 286-299. [3]
182. Izquierdo, M. (2006b). Por una enseñanza de las ciencias fundamentada en valores humanos, *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(30), 867-882. [3]
183. Izquierdo, M., Caamaño, A. i Quintanilla, M. (2007). *Investigar en la enseñanza de la Química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar*. España: Universidad Autónoma de Barcelona. [3]
184. Jegstada, K. M i Tonette Sinnesa, A. (2015). Chemistry Teaching for the Future: A model for secondary chemistry education for sustainable development, *Internacional Journal of Science Education*, 37 (4), 655-683. [5]
185. Jiménez, M.P. (1998). Diseño curricular: indagación y razonamiento en el lenguaje de las ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 203-216. [3]

186. Jiménez Liso, M. R. i De Manuel Torres, E. (2009). El regreso de la química cotidiana: ¿regresión o innovación? *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, Vol. 27 (2) 257-272. [3]
187. Jiménez-Liso, M. R., Hernández-Villalobos, L. i Lapetina, J. (2010). Dificultades i propuestas para utilizar las noticias científicas de la prensa en el aula de ciencias, *Revista Eureka sobre enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(1), 107-126. [3]
188. Jiménez-Liso, M. R., López Gay, R. i Márquez, M. M. (2010). Química y cocina: del contexto a la construcción de modelos, *Alambique*, 65, 33-44. [3]
189. Jiménez-Liso, M. R., Sánchez, M. A i de Manuel, E. (2001). Aprender química de la vida cotidiana más allá de lo anecdótico. *Alambique*, 28, 53-62. [3]
190. Jiménez-Liso, M. R., Sánchez, M. A. i De Manuel, E. (2003). Química cotidiana: ¿amenizar, sorprender, introducir o educar?, en Pinto, G. (coord.). *Didáctica de la Química y Vida cotidiana*, 15-23. Madrid: Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Madrid. [3]
191. Jones-Wilson, M. (2005). A Green Starting Material for Electrophilic Aromatic Substitution for the Undergraduate Organic Laboratory, *Journal of Chemical Education*, 82(4), 616-617. [5]
192. Jornet Martínez, N. (2015). Estudio de nuevos (nano)materiales para el desarrollo de metodologías analíticas sostenibles. Tesis Doctoral. Universitat de València. [5]
193. Kates, R. W., Clark, W.C., Corell, R., Hall, J. M., Jaeger, C.C., Lowe, I., Mccarthy, J. J., Schellnhuber, H. J., Bolin, B., Dickson, N. M., Faucheux, S., Gallopin, G. C., Grübler, A., Huntley, B., Jäger, J., Jodha, N. S., Kasperson, R. E., Mabogunje, A., Matson, P., Mooney, H., Moore, B. I., O'Riordan, T. i Svedin, U. (2001). Sustainability Science., *Science*, 292:5517, 641-642. [1]
194. Kates, R.W., Clark, W.C., Corell, R, Hall, J.M., Jaeger, C.C., Lowe, I., McCarthy, J.J., Schellnhuber, H. J., Bolin, B., Dickson, N. M., Faucheux, S., Gallopin, G.C., Grübler, A., Huntley, B., Jäger, J., Jodha, N. S., Kasperson, R. E., Mabogunje, A., Matson, P., Mooney, H., Moore, B., O'Riordan, T. i Svedin, U. (2001). Sustainability science, *Science*, 292,641–642. [1] i [3]
195. Kennedy, S. A. (2016). Design of a Dynamic Undergraduate Green Chemistry Course, *Journal of Chemical Education*, 93(4), 645-649. [5]
196. Kin Kee,W. i Hong Chan, W. (2005). Demonstration of environmental chemistry with microscale chemistry and a low-cost four-led based photom, *Educación Química*, 16(4), 510-513. [5]
197. Klingshirn, M. A, Wyatt, F. A., Hanson, R. M. i Spessard,G. O. (2008). Determination of the Formula of a Hydrate: A Greener Alternative, *Journal of Chemical Education*, 85(6), 819-821. [5]

198. Komiyama, H. i Takeuchi, K. (2006). Sustainability science: building a new discipline, *Sustainability, Science*, 1(1), 1-6. [1] i [3]
199. König, B. (2008). Developing and Disseminating NOP: An Online, Open-Access, Organic Chemistry Teaching Resource To Integrate Sustainability Concepts in the Laboratory, *Journal of Chemical Education*, 85(7), 1000-1005. [5]
200. Lawson, A. E. (1978). The development and validation of a class-room test of formal reasoning, *Journal of Research in Science Teaching*, 15(1), 11-24. [3]
201. León Cedeño, F. (2009). Implementación de algunas de las técnicas de la Química Verde (o química sustentable) en docencia, *Educación Química*, 20(4), 441-446. [2] i [5]
202. Lewin, R. (1997). *La sexta extinción*. Barcelona: Tusquets Editores. [1]
203. López Nieto, J. M. (2011). *La Química Verde*. CSIC. Madrid: Editorial Catarra. [2]
204. López, J., Gil-Pérez, D., Vilches, A. i González, E. (2005). Papel de la Energía en nuestras vidas. Una ocasión privilegiada para el estudio de la situación del mundo, *Revista de Enseñanza de la Física*, 18, 2, 53-91. [3]
205. Lozano, R. i Watson, M.K. (2013). Chemistry Education for Sustainability: Assessing the chemistry curricula at Cardiff University, *Educación Química*, 24(2), 184-192. [5]
206. Lubchenco, J. (1998). Entering the century of the environment: A new social contract for science, *Science*, 279, 491-497. [0] i [1]
207. Lynas, M. (2004). *Marea alta. Noticia de un mundo que se calienta y cómo nos afectan los cambios climáticos*. Barcelona: RBA. [2]
208. Manchanayakage, R. (2012). Designing and Incorporating Green Chemistry Courses at a Liberal Arts College To Increase Students' Awareness and Interdisciplinary Collaborative Work, *Journal of Chemical Education*, 90(9), 1167-1171. [5]
209. Marco, B. (2000). La alfabetización científica. En Perales, F. i Cañal, P. (Eds.): *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 141-164. Alcoi: Marfil. [1] i [3]
210. Marco, B. (2004). Alfabetización científica: un puente entre la ciencia escolar y las fronteras científicas. *Cultura y Educación*. 16(3), 273-288. [1] i [3]
211. Marques, C. A. (2012). Estilos de pensamiento de profesores italianos sobre a Química Verde na educação química escolar, *Revista eletrónica de Enseñanza de las ciencias*, 11(2), 316-340. [5]
212. Marques, L., Vilches, A., Gil- Pérez, D., Praia, J. i Thompson, D. (2008a). The Current Planetary Crisis: a Missing Dimension in Science Education, en Azeteiro, U.M., Gonçalves, F., Pereira, R., Pereira, M.J., Leal-Filho, W. and Morgado, F., *Science and environmental education. Towards the integration of Science Education, Experimental Science Activities and Environmental Education*, 25-47. [1] i [3]

213. Marques, R., Pedrosa, A., Paixao, F., Martins, I., Caamaño, A., Vilches A., i Martín Díaz, M. J. (Coord.) (2008b). *Ciencia, Tecnología y Sociedad en la Enseñanza de las Ciencias. Educación Científica y desarrollo Sostenible*. V Seminario Ibérico/ I Iberoamericano de CTS no Ensino das Ciências, Aveiro: Universidade de Aveiro. [3]
214. Martin, E i Kellen-Yuen, C. (2007). Microwave-Assisted Organic Synthesis in the Organic Lab: A Simple, Greener Wittig Reaction, *Journal of Chemical Education*, 84(12), 2004-2006. [5]
215. Martins, I. (Coord.). (2000). *O Movimento CTS na Península Ibérica*. Aveiro: Universidade de Aveiro. [3]
216. Martins, I., Paixão, F. i Marques Vieira, R. (Eds.) (2004). *Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciências*. Aveiro: Universidade de Aveiro. [3]
217. Martins, I., Pedrosa, M^a. A., Ferreira, A. J. i Simoes, M^a. O. (2014). Química e educação para a sustentabilidade: fundamentos e propostas curriculares para Timor-Leste, *Educació Química*, 17, 20-29. [2]
218. Marzo Rojas, I. (2010). Efecto del tipo y contenido de aceites esenciales sobre las propiedades mecánicas y barrera de películas comestibles basadas en zeína. Trabajo final de carrera de. Universidad Pública de Navarra. [2]
219. Mascarell, L. i Vilches, A. (2014). Química para la Sostenibilidad en la formación del profesorado. Comunicació presentada en el VIII Seminário Iberico/ IV Iberoamericano CTS, Bogotá, Colombia. [5]
220. Mascarell, L. i Vilches Peña, A. (2016a). Química Verde y Sostenibilidad en la Educación en Ciencias en Secundaria, *Enseñanza de las Ciencias*, 34(2), 25-42. [1], [4] i [5]
221. Mascarell, L. i Vilches, A. (2016b). Química para la Sostenibilidad en la formación del profesorado. *Indagatio Didáctica*, 8(1), 16-29. [4]
222. Marzábal, A. i Izquierdo, M. (2017). Análisis de las estructuras textuales de los textos escolares de química en relación a su función docente. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(1), 111-132. [4]
223. Matthews, M. R. (1991). Un lugar para la historia y la filosofía en la enseñanza de las Ciencias, *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 11-12, 141-155. [3]
224. Mattson, B. (2005). Microscale gas chemistry, *Educación Química*, 16(4), 514-528. [5]
225. Maximiano, F.A., Silva, P.A. (2013). A utilização de uma metodologia que transforma textos em mapas e redes conceituais no estudo da compreensão do tema química verde por alunos de um curso de graduação em química. Comunicació presentada en el IX *Congres Internacional sobre investigació en la didàctica de las ciències*, 2225-2232. [5]

226. Mayor Zaragoza, F. (2000). *Un mundo nuevo*. Barcelona: UNESCO/Círculo de lectores. [0], [2], [6] i [7]
227. Mazarío Triana, I. i Mazarío Triana, A.C. (2003). *El constructivismo: Paradigma de la escuela contemporánea*. Cuba: Universidad de Matanza. [3]
228. McKenzie L., Huffman, L. i Hutchison, J. (2005). The Evolution of a Green Chemistry Laboratory Experiment: Greener Brominations of Stilbene, *Journal of Chemical Education*, 82(2), 306-310. [5]
229. Mead, M. i Métraux, R. (1973). Image of the scientists among high-school students. In: Eiduson, B., Beckman, L., *Science as a career choice*. New York. [3]
230. Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J. i Behrens, W. (1972). *Los límites del crecimiento*. Madrid: Fondo de Cultura Económica. [2]
231. Meadows, D. H., Randers, J. i Meadows, D. L. (2006). *Los límites del crecimiento 30 años después*. Barcelona, España: Galaxia Gutemberg. [2]
232. Medir, R. M., Heras, R. i Geli, A. M. (2014). Guiding documents for environmental education centres: an analysis in the Spanish context, *Environmental Education Research*, 20(5), 680-694. [3]
233. Mendes Sandri, M. C. i Santin Filho, O. (2016). Construindo saberes docentes na formação didático-pedagógica de licenciados em Química através do enfoque CTSA, *Revista Indagatio*, 8(1), 3867-3885. [3]
234. Méndez Vivar, J. (2005). El color verde predomina en el futuro de la Química, *Educación Química*, 16(E), 192-198. [5]
235. Meneses, J., Corrales, C. i Valencia, M. (2007). Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca, *Revista Escuela de Ingeniería de Antioquia*, num 8, 57-67. [2]
236. Mercer, S. M., Andraos, J. i Jessop, P. G. (2012). Choosing the Greenest Synthesis: A Multivariate Metric Green Chemistry Exercise, *Journal of Chemical Education*, 89(2), 215-220. [5]
237. Mestres, R. (2008). Química Sostenible: conceptos, objetivos y estrategias, *Química e Industria*, 576, 30-34. [5]
238. Mestres, R. (2013). Química Sostenible: Naturaleza, fines y ámbito, *Educación Química*, 24, núm. extraordinario, 103-112. [2] i [5]
239. Mihok, M. Keiser, J. Bortiatynski, J. i Mallouk, T. (2006). An Environmentally Focused General Chemistry Laboratory, *Journal of Chemical Education*, 83(2), 250-252. [5]
240. Mono M. S, Zvi S. i Ronald M. P. (1999). Microscale Chemistry and Green Chemistry: Complementary Pedagogies, *Journal of Chemical Education*, 70(12), 1684-1686. [2]

241. Montagut, P., Nieto, E. i Sansón, C. (2006). Química Verde y microescala: por un futuro mejor, *Alambique*, 47, 86-94. [2], [3] i [5]
242. Montes-Navajas, P., Serra, M., Corma, A. García, H. (2014). Contrasting photocatalytic activity of commercial TiO₂ samples for hydrogen generation, *Catalysis Today*, 225, 52-54. [2]
243. Mora Ticó, P. (2012). El moviment ecologista a Catalunya: el seu origen, evolució i inserció a la societat catalana. Tesis Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona. [2]
244. Moreno Yus, M. A., i Bolarín Martínez, M. J. (2015). Análisis de los procesos educativos y organizativos para la sostenibilidad: una propuesta de cambio, *Foro de Educación*, 13(19), 35-53. [3]
245. Muñoz Ortuño, M. (2015). Desarrollo de estrategias analíticas para la identificación de contaminantes emergentes. Tesis Doctoral. Universitat de València. [5]
246. Naciones Unidas (1992). *Conference on Environment and Development, Agenda 21 Rio Declaration, Forest Principles*. Paris: UNESCO. [0] i [1]
247. Novak, J. D. (1982). *Teoría y práctica de la educación*. Madrid: Alianza. [3]
248. Novo, M. (2005). Educación ambiental y educación no formal: Dos realidades que se realimentan, *Revista de Educación*, 338, 145-165. [3]
249. Novo, M. (2006). *El desarrollo sostenible. Su dimensión ambiental y educativa*. Madrid: UNESCO-Pearson. [2]
250. Occelli, M. i Valeiras, N. (2013). Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: Una revision bibliográfica, *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 133-152. [3]
251. OCDE (2006). *Evaluación de la Competencia Científica, Matemática y Lectora: Un marco teórico para PISA 2006*. Paris: OECD. [3]
252. Ochoa Camacho, E. i Gutiérrez Gómez, G.L. (2013). Actitudes frente a la relación CTS de estudiantes de licenciatura en ciencias naturales, *Praxis & Saber*, 4(7), 245-264. [3]
253. Oliver, J.S., Jackson, D.F., Chun, S., Kemp, A., Tippins, D.J., Leonard, R., Kang, N.H. i Rascoe, B. (2001). The Concept of Scientific Literacy: A View of the Current Debate as an Outgrowth of the Past Two Centuries. *Electronic Journal of Literacy through Science*, 1(1), 1-33. [3]
254. Oliveros Ruíz, M. A., Vargas Osuna, L. E., Valdez Salas, B. i Sevilla García, J. J. (2014). *Concepción de la ciencia, tecnología y sociedad de los estudiantes de Ingeniería de dos instituciones de educación superior del espacio común*. Universidad Politécnica de Baja California e Instituto Tecnológico de Mexicali. [3]

255. Olmedo Estrada, J. C. (2011). Educación y Divulgación de la Ciencia: Tendiendo puentes hacia la alfabetización científica, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(2), 137-148. [3]
256. Oñorbe, A. (2007). Estudio Experimental de reacciones químicas en mini laboratorio, *Alambique*, num 53, 115-118. [5]
257. Oreskes, N. (2004). The Scientific Consensus on Climate Change, *Science*, 306 (5702), 1686. [2]
258. Orr, D. W. (1995). Educating for the Environment. Higher education's Challenge of the Next Century. *Change*, May/June, 43-46. [0] i [3]
259. Orr, D. W. (2013). Gobernanza durante la emergencia de larga duración. En Worldwatch Institute, *The State of the World 2013: Is Sustainability Still Possible?* New York: W.W. Norton. (Versió en castellà con el títol "¿Es aún posible lograr la Sostenibilidad?", editada en Barcelona por Icaria). Capítol 26. [2]
260. Osborne, J. F. (2006). *Hacia una "Ciencia para Todos": El papel de las Ideas, la Evidencia y la Argumentación*. La cultura científica en la escuela, María José Sáez Brezmes (Coordinadora). Valladolid: Universidad de Valladolid, Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial. [3]
261. Osborne, J. F., Simon, S. i Collins, S. (2003). Attitudes towards Science: A Review of the Literature and its Implications, *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079. [3]
262. Osuna, L., Verdú, R. i Martínez Torregrosa, J. (2002). Enseñar y aprender en una estructura problematizada, *Alambique*, 34, 47-55. [3]
263. Pascual, J. A., Esteban, G., Martínez, R., Molina, J. i Ramírez, E. (2000). La integración de la educación ambiental en la ESO: datos para la reflexión, *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 227-234. [3]
264. Passos Cortes, L. i Fernández, C. (2009). Social representations of "environmental chemistry": contributions to chemist's and chemistry teacher's education. Comunicació presentada en la 81 Conferència d'ESERA. [5]
265. Pearce, F. (2007). *La última generación*. Benasque, Huesca: Barrabes Editorial. [2]
266. Pedretti, E. (2002). T. Kuhn Meets T. Rex: Critical Conversations and New Directions in Science Centers and Science Museums, *Studies in Science Education*, 37, 1-42. [3]
267. Pedretti, E. (2004). Perspectives on learning through critical issues-based science center exhibitions, *Science Education*, 88(1), 34-47. [3]
268. Pedretti, E. (2006). Informal Science Education: critical Conversations and New Directions (Editorial), *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 6(1), 1-4. [3]

269. Penick, J.E. i Yager, R. E. (1986). Trends in science education: some observations of exemplary programme in the United States, *European Journal of Science Education*, 8(1), 1-8. [3]
270. Perales, F.J. (1996). La evaluación en la Didáctica de las Ciencias. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 27, 179-188.
271. Peres Gonçalves, F., Francisco Yunes, S., Isabelle Guaita, R., Alberto Marques, C., Pires, T. C. M, Ricardo M.Pinto J. i A.S.C. Machado, A. (2017). La dimensión ambiental de la experimentación en la enseñanza de la química: consideraciones sobre el uso de la métrica holística “estrella verde”, *Educación Química*, 28 (2), 99-106. [5]
272. Pérez de las Heras, M. (1997). *La conservación de la naturaleza*, Madrid: Ed. Acento. [3]
273. Pérez, A. (2005). *Evaluación nacional de actitudes y valores hacia la ciencia en entornos educativos*. Madrid: FECYT. [3]
274. Pessoa de Carvalho A. i Gil-Pérez, D. (1995), *Formação de professores de ciências. Tendências e inovações*. São Paulo: Cortez Editora. [3]
275. Piaget, J. (1969). *El nacimiento de la inteligencia en el niño*. Madrid: Aguilar, S. A. [3]
276. Porras Contreras, Y. A. (2014). Una propuesta de aprendizaje de “la estructura de la materia” desde la perspectiva Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), *Góndola*, 9(1), 89-97. [3]
277. Porto Alves, P., Corio, P., Maximiano, F. i Fernández, C. (2009). Química Ambiental e Química Verde: Como se integram às áreas tradicionais da química na visao de graduandos. Comunicació presentada en *el VIII Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las ciencias*, 1526-1532. [5]
278. Pozo, J. (1997). La crisis de la educación científica, ¿volver a lo básico o volver a constructivismo?, *Alambique*, 14, 91-104. [3]
279. Pozo, J. i Gómez Crespo, M. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Ediciones Morata, S.L. [3]
280. Praia, J., Gil Pérez, D. i Edwards, M. (2000). Percepções de professores de ciências portuguesas e espanhóis da situação do mundo, *O Movimento CTS na Península Ibérica* (Universidade de Aveiro: Aveiro), 147-160. [3]
281. Prieto, J. (2014). Actualización del currículum en educación química: la importancia de la luz solar en nuestra vida, *Educación Química*, 17, 12-19. [2]
282. Puig, E. i Geli de Ciurana, A. M.(2007) Educar para la sostenibilidad: hacia un modelo psicopedagógico de educación para la sostenibilidad desde el ámbito de la educación formal .

- Nuevas tendencias en investigación en Educación Ambiental*. Madrid (ESP): Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. [1]
283. Punter, P., Ochando, M. i García, J. (2011). Spanish Secondary School Students' Notions on the Causes and Consequences of Climate Change, *International Journal of Science Education*, 33(3), 447-464. [2], [6] i [7]
284. Ranke, J., Bahadir, H., Christensen, J. E., Huddle, G. H., Rogers, J. L., Yung, H. i Mohan, R. S. (2008). The Discovery-Oriented Approach to Organic Chemistry. 7. Rearrangement of trans-Stilbene Oxide with Bismuth Trifluoromethanesulfonate and Other Metal Triflates, *Journal of Chemical Education*, 85(9), 1274-1275. [5]
285. Rennie, L., Feher, E., Dierking, L. i Falk, J. (2003). Towards an Agenda for Advancing Research on Science Learning in Out-of-School Settings, *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 112-120. [3]
286. Reyes-Sánchez, L.B. (2012). Aporte de la Química Verde a la construcción de una ciencia socialmente responsable, *Educación Química*, 23(2), 222-229. [5]
287. Ribeiro, M. G. i Machado, A. S. (2011). Meta IAcetylacetonate Synthesis Experiments: Which Is Greener?, *Journal of Chemical Education*, 88(7), 947-953. [5]
288. Rifkin, J. (2010). *La civilización empática. La carrera hacia una conciencia global en un mundo en crisis*. Barcelona: Paidós. [2]
289. Robles, A., Solbes, J., Cantó, J. R. i Lozano O.R. (2015). Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar en el primer ciclo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 361-376. [3]
290. Rocard, M., Csemerly, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. i Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission: Community Research. [3]
291. Rojas, J. C., Urdaneta, E. M., i Guevara, L. B. M. (2014). Estrategias para el aprendizaje significativo de procesos de fabricación mediante orientación constructivista, *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, (75), 92-103. [3]
292. Sachs, J. (2005). *El fin de la pobreza. Cómo conseguirlo en nuestro tiempo*. Barcelona: Debate. [2]
293. Sachs, J. (2008). *Economía para un planeta abarrotado*. Barcelona: Debate. [1] i [2]
294. Sánchez Mendoza, M., Vázquez Sánchez, A., García Manrique, C i Ávila Zágarra, J.G. (2013). Reducción de nitrocompuestos utilizando el sistema Pd/H₂N-NH₂/Mw, *Educación Química*, 24(3), 347-350. [5]
295. Sánchez Ron, M. (1994). *¿El conocimiento científico prenda de felicidad?* En: Nadal J. (Ed.), *El mundo que viene*. Madrid: Alianza. [1] i [3]

296. Sánchez, A. L. A. S., González, P. G., i Sánchez, J. D. R. S. (2016). Motivación hacia el aprendizaje de la Química Orgánica en una Ingeniería de perfil no químico, mediante el apoyo de un Edublog, *Revista Internacional de Aprendizaje en Ciencia, Matemáticas y Tecnología*, 1(1), 34-50. [3]
297. Sanmartí, N., Simón, M. i Márquez, C. (2006). La evaluación como proceso de autorregulación, diez años después. *Alambique*, 48, 32-41. [3]
298. Sapiña, F. (2014). Sostenibilitat i materials: explorant els lligams entre producció d'energia i nous materials, *Educació Química*, 17, 30-36. [2]
299. Sastre, F., Puga, A. V., Liu, L., Corma, A. i García, H. (2014). Complete Photocatalytic Reduction of CO₂ to Methane by H₂ under Solar Light Irradiation, *Journal of the American Chemical Society*, 136 (19), 6798–6801. [2]
300. Schibeci, R.A. (1984). Attitudes to Science: an update, *Studies in Science Education*, 11, 26-59. [3]
301. Sen, A. i Kliksberg, B. (2007). *Primero la gente*. Barcelona: Deusto. [2]
302. Sharp, D. (1998). Sociedad, Medios de Comunicación y Ciencia, *Quark*, 13, 48-58. [3]
303. Sjøberg, S. (1997). Scientific literacy and school science. Arguments and second thoughts. En S. Sjøberg i E. Kallerud (Eds.): *Science, technology and citizenship. The public understanding of science and technology in Science Education and research policy*, 9-28. Oslo: NIFU. En <http://folk.uio.no/sveinsj/Literacy.html>. [3]
304. Sobral, A. (2006). Synthesis of meso-Diethyl-2,2'-dipyrrromethane in Water. An Experiment in Green Organic Chemistry, *Journal of Chemical Education*, 83(11), 1665-1666. [5]
305. Solbes, J. (2002). *Les empremtes de la Ciència. Ciència, Tecnologia, Societat: Unes relacions controvertides*. Alzira: Germania. [3]
306. Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias?, *Alambique*, 67, 53-62. [3]
307. Solbes, J., Furió, C., Gavidia, V. i Vilches, A. (2004). Algunas consideraciones sobre la incidencia de la investigación educativa en la enseñanza de las ciencias, *Investigación en la Escuela*, 52, 103-109.
308. Solbes, J. i Vilches, A. (1992). El modelo constructivista y las relaciones CTS, *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (2), 181-186. [3]
309. Solbes, J. i Vilches, A. (1997). STS interactions and the teaching of Physics and Chemistry. *Science Education*, 81(4), 377-386. [1] i [3]
310. Solbes, J. i Vilches, A. (2004). Papel de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana, *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), 337-348. [3]

311. Solbes, J. i Vilches, A. (2005). Las relaciones CTSA y la formación ciudadana. En Membiela, P. i Padilla, Y. (Eds.) *Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología y Sociedad en los inicios del siglo XXI*, 15-22, Vigo: Educación Editora. [3]
312. Solbes, J., Viches, A i Gil Pérez, D. (2001). El enfoque CTS y la formación del profesorado, Pedro Membiela (Ed.), *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia Tecnología-Sociedad*. Madrid: Narcea. Capítulo 11, 163-175. [3]
313. Soledad Mansilla, D., Celeste Muscia, G. i Ariel Ugliarolo, E. (2014). Una fundamentación para la incorporación de la Química Verde en los currículos de Química Orgánica, *Educación Química*, 25(1), 56-59. [2] i [5]
314. Souza da Rocha, Q. G., Della Volpe, A. L., Pierrotti de Castro, F., Rodrigues de Miranda, M. C. i Rodrigues Filho, G. (2017). Educação Ambiental nas Aulas de Química: A Experiência de uma Sequência Didática sobre Química Verde. Comunicació presentada en el *X Congrés Internacional sobre investigació en la didàctica de las ciències*. [5]
315. Spanevello, R.A., Suárez, A.G. i Sarotti, M.A. (2013). Fuentes alternativas de materia prima, *Educación Química*, 24(E1), 124-131. [2] i [5]
316. Spektor-Levy, O., Kesner, I. i Mevarech, Z. (2013). Science and Scientific Curiosity in Pre-school. The teacher's point of view, *International Journal of Science Education*, 35(13), 2226-2253. [3]
317. Stanley E. (2007). *Introducción a la química ambiental*. Barcelona: Editorial Reverté. [2]
318. Stark, A., Ott, D., Kralisch, D., Kreisel, G. i Ondruschka, B. (2010). Ionic Liquids and Green Chemistry: A Lab Experiment, *Journal of Chemical Education*, 87(2), 191-201. [5]
319. Steinfeld, A. (2006). Accessibility and intelligent transportation systems. *US Department of Education, Interagency Committee on Disability Research (ICDR)*. Washington: DC. [3]
320. Succaw, G.L, i Doxsee, M.K. (2009). Palladium-Catalyzed Synthesis of a Benzofuran: A Case Study in the Development of a Green Chemistry Laboratory Experiment, *Educación Química*, 20(4), 433-440. [2] i [5]
321. Summerton, L., Hunt, A.J. i Clark, J.H. (2013). Green Chemistry for postgraduates, *Educación Química*, 24(E1), 150-155. [2] i [5]
322. Talanquer, V. (2014). Desarrollando pensamiento químico en contextos sociales y ambientales, *Educación Química*, 17, 4-11. [2]
323. Tarazona Teruel, I. (2015). Desarrollo de métodos analíticos para la determinación de filtros UV: de los productos cosméticos al cuerpo humano y al medio ambiente. Tesis Doctoral. Universitat de València. [5]

324. Teixeira, J. M., Nedrow Byers, J., Perez, M. G. i Holman, R. W. (2010). The Question-Driven Laboratory Exercise: A New Pedagogy Applied to a Green Modification of Grignard Reagent Formation and Reaction, *Journal of Chemical Education*, 87(7), 714-716. [5]
325. Tilbury, D. (1995). Environmental Education for Sustainability: defining the new focus of environmental education in the 1990s, *Environmental Education Research*, 1(2), 195-212. [3]
326. Tippins, D.J., Nichols, S.E. i Kemp, A. (1999). Cultural myths in the making: The ambiguities of science for all. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. Boston: MA. [3]
327. Tuxill, J. i Bright, C. (1998). *La red de la vida se desgarrá*. En The Worldwatch Institute, *La situación del mundo*, Barcelona: Icaria. [1]
328. Ull, M. A. (2008). El impacto de la actividad universitaria sobre el medio ambiente. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5, 356-366.
329. Ull, M. A.; Martínez Agut, M. P.; Piñero, A i Aznar Minguet, P. (2010). Análisis de la introducción de la sostenibilidad en la enseñanza superior en Europa: compromisos institucionales y propuestas curriculares, *Eureka*, 7(número extraordinario), 413-432. [1]
330. Ull, M. A., Martínez-Agut, M. P., Piñero, A. i Aznar-Minguet, P. (2014). Perceptions and attitudes of Teacher-Training towards environment and Sustainability, *Social and Behavioral Sciences*, 131, 453-457. [1] i [3]
331. UNESCO (2012). *Aportes de la Química al mejoramiento de la calidad de vida*, Montevideo. [2]
332. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (1980). *World Conservation Strategy. Living Resource Conservation for Sustainable Development*, accesible en <http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/WCS-004.pdf>. [2]
333. Valdés R. i Valdés P. (1999). Tres ideas básicas de la didáctica de las ciencias. En: Valdés P., Sifredo C., Núñez J. i Valdés R., *Enseñanza-aprendizaje de la Física en las condiciones contemporáneas*. La Habana: Academia. [3]
334. Van Arnum, S. (2005). An Approach Towards Teaching Green Chemistry Fundamentals, *Journal of Chemical Education*, 82(11), 1689-1692. [5]
335. Vázquez, A. i Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: Un indicador inquietante para la educación científica, *Eureka*, 5(3), 274-292. [3]
336. Vázquez-Alonso, A., i Manassero-Mas, M. A. (2012a). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 9(1), 2-33. [3]

337. Vázquez-Alonso, A., Manassero-Mas, M. A. (2012b). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 2): Una revisión desde los currículos de ciencias y la competencia PISA, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 34-55. [3]
338. Vázquez Alonso, A. i Manassero Mas, M.A. (2012c). Secuencias de enseñanza-aprendizaje CTS contextualizadas en química del proyecto EANCYT, *Educació Química*, 11, 32-39. [3]
339. Vázquez-Alonso, A. i Manassero-Mas, A. (2016). La formación del profesorado sobre temas CTS: Un modelo para mejorar sus concepciones, *Revista Indagatio*, 8(1), 1-18. [3]
340. Velasco Bejarano, B., Delgado, F., Arroyo, G., Penieres, G., Martínez, J.O., Noguez Córdova, O. i Miranda Ruvalcaba, R. (2009). Irradiación infrarroja: nueva manera para activar reacciones, un acercamiento al protocolo de la Química Verde, *Educación Química*, 20(4), 421-425. [2] i [5]
341. Ventura Gayete, J. F. (2005). Desarrollo de métodos analíticos medioambientalmente sostenibles por espectrometría FTIR. Tesis Doctoral. Universitat de València. [5]
342. Vigotsky, L.S. (1968). *Pensamiento y lenguaje*. La Habana: Edición Revolucionaria. [3]
343. Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press. [1], [2], [3], [6] i [7]
344. Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2007). Emergencia planetaria: necesidad de un planteamiento global, *Educatio Siglo XXI*, 25, 19-50. [2], [6] i [7]
345. Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2007). La necesaria renovación de la formación del profesorado para una educación científica de calidad. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 22, 67-85. [3]
346. Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2008). Educació Química i Sostenibilitat, *Educació Química*, 1, 30-39. [5]
347. Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2009). Una situación de emergencia planetaria a la que debemos y podemos hacer frente, *Revista de Educación*, núm. extraordinario 2009, 101-122. [0], [1], [2] i [3]
348. Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2011a). Química y educación química para un futuro sostenible, *Química e Industria*, 596, 48-49. [5]
349. Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2011b). Papel de la Química y su enseñanza en la construcción de un futuro sostenible (Extraordinario de 2011 dedicado al "Año Internacional de la Química"), *Educación Química*, 22 (2), 103-111. [0], [1], [2], [3], [5], [6] i [7]
350. Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2012). La educación para la Sostenibilidad en la universidad: el reto de la formación del profesorado, *Profesorado*, 16 (2), 25-43. [3] i [6]

351. Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2013). Ciencia de la Sostenibilidad: Un nuevo campo de conocimientos al que la química y la educación química están contribuyendo, *Educación Química*, 24(2), 199-206. [2]
352. Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2013a). La Ciencia de la Sostenibilidad en la formación del profesorado de ciencias, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (Núm. Extraordinario), 749-762. [5]
353. Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2013b). Creating a Sustainable Future: Some Philosophical and Educational Considerations for Chemistry Teaching, *Science & Education*, 22(7), 1857-1872. [5]
354. Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2013c). Ciencia de la Sostenibilidad: Un nuevo campo de conocimientos al que la química y la educación química están contribuyendo, *Educación Química*, 24(2), 199-206. [5]
355. Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2014a). Educació Química i Ciència de la Sostenibilitat. Una nova i potent font de motivació per als estudiants. *Educació Química*, 17, 37-44. [1], [2] i [5]
356. Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2014b). La incorporación de la Ciencia de la Sostenibilidad en la formación de Docentes en Educación CTSA. Comunicació presentada en el VIII Seminàrio Iberic/ IV Iberoamericano CTS, Bogotà, Colombia. [5]
357. Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2015a). Ciencia de la Sostenibilidad: ¿Una nueva disciplina o un nuevo enfoque para todas las disciplinas? *Revista Iberoamericana de Educación (RIE)*, 69 (1), 39-60. [1]
358. Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2015b). La incorporación de la Ciencia de la Sostenibilidad en la formación de Docentes en Educación CTSA. Comunicació presentada en el V Seminàrio Iberic CTS, Bogotà, Colombia. [5]
359. Vilches, A. i Gil Pérez, D. (2016). La transición a la Sostenibilidad como objetivo urgente para la superación de la crisis sistémica actual. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2), 395-407. [6]
360. Vilches, A., Gil Pérez, D., Calero, M. (2013). Contribución de la educación científica a la apropiación de los objetivos de desarrollo sostenible, Comunicació presentada en el IX Congrés Internacional sobre investigació en la didàctica de les ciències, 3717-3721. [5]
361. Vilches, A., Gil Pérez, D., Edwards, M. i Praia, J. (2003). Science Teachers' Perceptions of the Current Situation of Planetary Emergency. En Psilos et al., (Eds.) *Science Education Research in the Knowledge- Based Society*. Dordrecht: Kluwer. [3]
362. Vilches, A., Gil Pérez, D. i Oliva, J.M. (2010). Editorial, Presentación del Monográfico, En el ecuador de la Década de la educación por un futuro sostenible, *Revista Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las Ciencias*, vol. 7 (número extraordinario), 167-171. [1]

363. Vilches, A., Macías, O. i Gil Pérez, D. (2009). *Década de la Educación para la sostenibilidad. Temas de Acción Clave*. Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI. (ISBN 978-84-7666-213-7). [1]
364. Vilches, A., Macías, O. i Gil-Pérez, D. (2014). *La transición a la Sostenibilidad. Un desafío urgente para la ciencia, la educación y la acción ciudadana. Temas clave de reflexión y acción*. Madrid: OEI. ISBN 978-84-7666-204-5. [2], [3], [6] i [7]
365. Vilches, A., Marques, L., Gil Pérez, D. i Praia, J. (2012). The Need for Contributions to the Decade of Education for a Sustainable Future: an Ethical Commitment. In Gonçalves, F., Pereira, R., Filho, W.L. and Azeteiro, U.M. (Eds.), Chapter 1, pp. 11-32, *Contributions to the UN Decade of Education for Sustainable Development*. Frankfurt am Main: Peter Lang GmbH. [1]
366. Vilchez, E. (2009). La problemática ambiental en los medios, *Enseñanza de las Ciencias*, 27 (3), 421-432. [3]
367. Wheatley, G.H. (1991). Constructivist perspectives on Science and Mathematics learning, *Science Education*, 75(1), 9-21. [3]
368. Wolpert, L. (1992). *La naturaleza no natural de la ciencia*. Madrid, Acento Editorial. [3]
369. Worldwatch Institute (1984-2017). *The State of the World*. New York: W.W. Norton. [0], [1], [2], [3], [6] i [7]
370. Worldwatch Institute (2007). *State of the World 2007: Our urban Future*. New York: W.W. Norton. [2],[6] i [7]
371. Worldwatch Institute (2010). *La situación del mundo 2010. Cambio cultural. Del consumismo hacia la sostenibilidad*. Barcelona: Icaria. [2], [6] i [7]
372. Zamora, J. (2005). *¿Hay una “crisis de vocaciones” científico-tecnológicas? El tránsito de la Enseñanza Secundaria a la Universidad*. Madrid: FECYT. [3]
373. Zapata, M.A. (2016). *La motivación de los estudiantes en el aprendizaje de la química*. Tesis doctoral: Universidad Tecnológica de Pereira. [3]
374. Zovinka, E. P. i. Stock, A.E. (2010). Microwave Instruments: Green Machines for Green Chemistry? *Journal of Chemical Education*, 87(4), 350-352. [5]

Referencias web

(<http://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/convenios-internacionales/ce-conv-int-berna.aspx>) (Visitat 31/07/2017) [2]

(http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/act-emis/normativa_agotadoras_capa_ozono.aspx) (Visitat 31/07/2017) [2]

- <http://abcchem.org/> (Visitat 31/07/2017) [2]
- <http://aia-cts.web.ua.pt/> (Visitat 18/2/17) [4]
- <http://blogs.iec.cat/scq/2016/09/22/jornada-sobre-processos-quimics-sostenibles/> (Visitat 22/08/2017) [2]
- <http://congresoenseciencias.org/> (Visitat 18/2/17) [4]
- <http://es.unesco.org/gap> (Visitat 20/02/2017) [6]
- <http://euchems-seville2016.eu/> (Visitat 22/08/2017) [2]
- http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/l28060_es.htm (Visitat 22/08/2017) [2]
- <http://globalsymposium2011.org/es> (Vist 22/8/17) [1]
- <http://itq.upv-csic.es> (Visitat 20/02/2017) [6]
- <http://itq.upv-csic.es/> (Visitat 22/08/2017) [2]
- <http://portal.unesco.org> (Vist 22/8/17) [1]
- <http://portal.unesco.org/es> (Visitat 20/04/2016) [3]
- <http://portal.unesco.org/es/> (Visitat 28/08/2017) [2]
- http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=13055&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html (Visitat 22/08/2017) [2]
- <http://roderic.uv.es/> (Visitat 1/11/2016) [4]
- <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002310/231074s.pdf> (Visitat 20/04/2016) [3]
- <http://web.archive.org/web/20110901233340/http://www.cites.org/eng/disc/what.shtml> (Visitat 22/08/2017) [2]
- <http://www.8gcc.unizar.es/Committees.html> (Visitat 22/08/2017) [2]
- <http://www.apice-dce.com/> (Visitat 18/2/17) [4]
- http://www.cosce.org/pdf/Informe_ENCLENDE.pdf (Visitat 20/04/2016) [3]
- <http://www.cosmos.com.mx/blog/1713/la-importancia-de-los-catalizadores-en-el-sector-industrial> (Visitat 28/02/2017) [6]
- <http://www.epa.gov/compliance/basics/nepa.html> (vistat 22/08/2017) [2]
- <http://www.esera.org/> (Visitat 18/2/17) [4]
- http://www.feique.org/wp-content/uploads/2016/10/informe_rse_2013-download41-informe-rse-2013.pdf (Visitat 22/08/2017) [2]
- <http://www.greenchemistrynetwork.org/> (Visitat 22/08/2017) [2]

- <http://www.icq.uia.mx/webicq/eventos.htm> (Visitat 22/08/2017) [2]
- http://www.inecc.gob.mx/descargas/ai/con_105.pdf (Visitat 22/08/2017) [2]
- <http://www.iupac.org/> (Visitat 22/08/2017) [2]
- http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/pol-med/iniciativas_internacionales.aspx (Visitat 31/07/2017) [2]
- <http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/naciones-unidas/protocolo-kioto.aspx> (Visitat 31/07/2017) [2]
- http://www.mapama.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/proteccion-internacional-mar/convenios-internacionales/convenio_de_barcelona.aspx (Visitat 31/07/2017) [2]
- <http://www.oei.es/> (Visitat 1/03/2017) [6]
- <http://www.oei.es/> (Visitat 3/05/17)
- <http://www.oei.es/decada> (Visitat 20/04/2016) [3]
- <http://www.oei.es/decada/boletin101.php> (Visitat 26/4/2016) [3]
- <http://www.oei.es/historico/decada/hacer.php> (Visitat 28/02/2017) [6]
- <http://www.quimicaysociedad.org/>(Visitat 22/08/2017) [2]
- <http://www.rsc.org/> (Visitat 22/08/2017) [2]
- <http://www.rsc.org/Membership/Networking/GCN/> (Visitat 20/02/2017) [6]
- <http://www.rsc.org/Membership/Networking/GCN/> (Visitat 3/05/17)
- <http://www.suschem-es.org/2013/index.asp#.VVInfvntmko> (Visitat 22/08/2017) [2]
- <http://www.un.org/es/documents/udhr/> (Vist 22/8/17) [1]
- http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/documents/docs_sdissues.htm (Vist 22/8/17) [1]
- <http://www.un.org/spanish/millenniumgoals/> (Vist 22/8/17) [1]
- <http://www.unesco.org/new/es/unesco/themes/education-for-sustainable-development/> (Visitat 20/02/2017) [6]
- http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/ERI/pdf/Aichi-Nagoya_Declaration_EN.pdf (Vist 22/8/17) [1]
- <http://www.uv.es/posgrau/pdfDO/quimicasostenible.pdf> (Visitat 22/08/2017) [2]
- <https://quimicasostenible.wordpress.com> (Visitat 20/02/2017) [6]
- <https://quimicasostenible.wordpress.com> (Visitat 3/05/17)
- <https://quimicasostenible.wordpress.com/> (Visitat 22/08/2017) [2]

ÍNDEX ONOMÀSTIC

A continuació presentem un índex onomàstic alfabètic de tots els autors referenciats en aquest treball d'investigació indicant, en cada cas, els números de les referències corresponents en el llistat de Referències Bibliogràfiques, de forma que es pot trobar fàcilment quins són els treballs dels quals són autors o coautors i en quins capítols apareixen referenciats.

AAAS	[1,2]
Acevedo Díaz, J.A.	[3, 4]
Acevedo Romero, P.	[4]
Aguilar, S.	[5]
Aikenhead, G. S.	[6]
Aktoudianakis, E.	[7, 8]
Alberto Marques, C.	[271]
Albo, J.	[177]
Almenar, R.	[9]
Altava-Benito, B.	[10, 11]
Alves Porto, P.	[12]
Amado, J.	[46]
Amador, C.	[13]
Anastas, P.	[14]
Anderson, A.	[15, 16]
Andraos, J.	[17, 236]
Arbat, E.	[137]
Ariel Ugliarolo, E.	[313]
Arroyo,G.	[340]
Arroyo-Carmona, R.E.	[18]
Ascher, W.	[19]
Assadourian, E.	[110]
Astaburuaga, R.	[152]
Aubrecht, K. B.	[20]

Ausubel, D.P	[21, 22]
Ávila Zágara, J.G.	[23, 294]
Aznar Minguet, P.	[24,25, 26, 329, 330]
Bahadir, H.	[284]
Bass, R.E.	[27]
Bazargan, G.	[20]
Beaton, S.	[66]
Behrens, W.	[230]
Bell, B. F.	[28]
Bennett, G.	[29]
Bernès, S.	[18]
Bolarín Martínez, M. J.	[244]
Bolin, B.	[193, 194]
Bono, E.	[9]
Bortiatynski, J.	[239]
Bovet, P.	[31]
Bright, C.	[327]
Broswimmer, F. J.	[32]
Brown, L. R.	[33,34]
Brown, T.	[35]
Burbules, N.	[36]
Burdet, R.	[37]
Burguete-Azcárate, M. I.	[10,11]
Burmeister, M	[38, 39]
Bursten, B.	[35]
Bustos Velazco, E. H.	[75]
Bybee, R.	[40, 41, 42,]
Caamaño, A.	[43, 44, 213]
Cacciatore, K. L.	[45, 46]
Cachapuz, A.	[104, 144]
Calero, M.	[47, 48, 49, 50, 360]
Calleja Nieto, E.	[51]
Callejas Restrepo, M.M.	[52]
Cañal, P.	[53, 123, 134, 209]
Cantó, J.R.	[289]
Careta, S.	[54]
Carrascosa, J.	[55, 56, 57, 58, 104, 140, 141, 142]
Carretero, M.	[59]
Carrillo Chávez, M.	[51]
Carson, R.	[60]
Castillo Urueta, P.	[61]
Castro, M. A.	[120]
Casullo, P.	[62]
Celeste Muscia, G.	[313]

Chade Vergara, P., O	[63]
Chalmers, A.	[64]
Chamizo, J.A.	[65]
Chan, E.	[7,8]
Cheney, M. L.	[66]
Christensen, J. E.	[284]
Chrobak, R.	[67]
Chun, S.	[68, 253]
Clark, J.H.	[69, 321]
Clark, W.C.	[70, 193, 194]
Climent, T.	[71]
Collins, S.	[261]
Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo	[72]
Corell, R	[193, 194]
Corio, P.	[12, 102, 103, 277]
Corma, A.	[159, 242, 299]
Corominas Viñas, J.	[73]
Corral, L. E.	[74]
Corrales, C.	[235]
Cortés Rodríguez, A. J.	[75]
Cortina, A.	[76]
Criado, A. M.	[123]
Cristobal, J.	[177]
Csemerly, P.	[290]
De Boef, B.	[173]
De Boer, G. B.	[42, 77, 78]
De la Hoz Ayuso, A.	[79]
De La Iglesia R.	[164]
De Manuel Torres, E.	[186]
Declaració de Budapest	[80]
Delgado, F.	[340]
Delibes de Castro, M.	[81]
Delibes, M.	[81]
Della Volpe, A. L.	[314]
Delors, J.	[82]
Diamond, J.	[83]
Dicks, A. P.	[7, 8]
Dickson, N. M.	[70, 193, 194]
Dierking, L.	[285]
Dillon, J.	[84]
Dimopoulos, K.	[85]
Dintzner, M.	[86]
Dominguez-Ramos, A.	[177]

Doria Serrano, M.C.	[87]
Doxsee, M.K.	[320]
Driver, R.	[88]
Duarte, C.	[89]
Duarte, R. C. C.	[90]
Duarte Santos, F.	[91]
Dumas-Carré, A.	[142, 144]
Dunbar, R.	[92]
Duschl, R.	[93, 94]
Duvan Reyes, J.	[75]
Dzyuba, V. S.	[95]
Edward, A. R	[7, 8]
Edwards, M	[96, 97, 98, 152, 153, 280, 361]
Eilks, I.	[38, 39]
Engelman, R.	[99]
Erra, M.	[54]
Espinet, B.	[100]
Esteban, G.	[263]
Esteban, S.	[30]
Evans, J.J.	[46]
Falk, J.	[285]
Faucheux, S.	[193, 194]
FECYT	[101]
Feher, E.	[285]
Fernandes de Goes, L.	[102]
Fernández Sánchez, L.	[74]
Fernandez, C.	[12, 102, 103]
Fernández, I.	[104]
Ferreira, A.J.	[216]
Ferreira-Gauchía, C.	[105, 154, 155]
Folch, R.	[106]
Folke, C.	[107]
Fourez, G.	[108]
Francisco Yunes, S.	[271]
Fraser, B. J.	[109]
French, H	[34, 110]
Furió C.	[59, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 141, 142]
Gadea, I.	[117]
Gail, J.	[118]
Gallego, N.	[142]
Gallego, R.	[144]
Gallegos, N. R.	[119]
Gallopín, G. C.	[193, 194]
García Manrique, C.	[124, 294]

García, A.	[120]
García, C.	[121]
García, E.	[9]
García, H.	[159, 242, 299]
García, J.	[122, 283]
García-Carmona, A.	[123]
García-Ruiz, M.	[125]
Gardner, G.	[110]
Gardner, P. L.	[126]
Garritz, A.	[127, 128]
Gavidia, V.	[129, 130, 131, 143]
Gayford, C.	[132, 133]
Geli de Ciurana, A.M.	[134, 135, 136, 137, 138, 232, 282]
Gené, A.	[142, 144]
Gil Pérez, D.	[49, 50, 57, 97, 98, 104, 105, 112, 117, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 204, 212, 274, 280, 312, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365]
Giordan, A.	[157]
Girardet, H.	[158]
Gómez Crespo, M.	[279]
Gonell, F.	[159]
González Muadás, R. M.	[51]
González, E.	[142, 144, 204]
González, M. L.	[160]
González, P. G.	[296]
González-Vergara, E.	[18]
Gräber, W.	[77, 161]
Graham, K. J.	[162]
Grübler, A.	[193, 194]
Guevara, L. B. M.	[291]
Guilbert, L.	[163]
Guisasola, J.	[58, 113, 115, 116, 142, 144, 164]
Gutiérrez Gómez, G.L.	[252]
Hall, J. M.	[193, 194]
Hanson, R. M.	[197]
Hayden, T.	[165]
Hemmo, V.	[290]
Henrique Leal, S.	[102, 103]
Heras, R.	[232]
Hernández, J.G.	[166]
Hernández-Villalobos, L.	[187]
Herson, A.I.	[27]
Hodson, D.	[167, 168, 169, 170]

Holbrook, J.	[171]
Holman, R. W.	[324]
Holton, G.	[172]
Hong Chan, W.	[196]
Hooper, M.M	[173]
Huddle, G. H.	[284]
Huertas Ortiz, D.Z.	[174]
Huffman ,L.	[228]
Hunt, A.J	[321]
Huntley, B.	[193, 194]
Hutchison, J.	[228]
Hutzinger, O.	[175]
Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)	[176]
Irabien, A.	[177]
Isabelle Guaita, R.	[271]
Izquierdo, M.	[43, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 222]
Jackson, D.F.	[68, 253]
Jaeger, C.C.	[193, 194]
Jäger, J.	[193, 194]
Jarosz, I.	[7, 8]
Jegstada, K.M	[184]
Jessop, P. G.	[236]
Jiménez Liso,M. R.	[185, 186, 187, 188, 189, 190]
Jodha, N. S.	[193, 194]
Jones, T. N.	[162]
Jones-Wilson, M.	[191]
Jorde, D.	[290]
Jornet Martínez, N.	[192]
Juaristi, E.	[166]
Julian-Lopez, B.	[159]
Junyent, M.	[137, 138]
Kang, N.H.	[253]
Kasperson, R. E.	[193, 194]
Kates, R. W.	[193, 194]
Keiser, J.	[239]
Kellen-Yuen, C.	[213]
Kemp, A.	[68, 253, 326]
Kennedy, S. A.	[195]
Kesner, I.	[316]
Kin Kee,W.	[196]
Kliksberg, B.	[301]
Klingshirn, M. A,	[197]
Kollar, K. D.	[95]

Komiyama, H.	[198]
König, B.	[199]
Koulaidis, V.	[85]
Kralisch, D.	[318]
Kreisel, G.	[318]
Lapetina, J.	[187]
Lawson, A. E.	[200]
Le May, H.	[35]
Lee, V.	[7, 8]
Lenzen, D.	[290]
León Cedeño, F	[201]
Leonard, R.	[253]
Lewin, R.	[202]
Linn, M.	[36]
Liu, L.	[299]
López Gay, R.	[188]
López, J.	[203, 204]
Lowe, I.	[193, 194]
Lozano, O.R.	[205]
Lozano, R.	[289]
Lubchenko, J.	[206]
Luis, S.V.	[10]
Luis-Lafuente, S. V.	[11]
Lynas, M.	[207]
Lyons, T.	[86]
Mabogunje, A.	[193, 194]
Macedo, B.	[57, 145]
Machado, A.	[90, 271, 287]
Macías, O.	[156, 363, 364]
Maciel Magaña, S.	[126]
Mallouk, T.	[239]
Manassero Mas, M.A.	[4, 335, 336, 337, 338, 339]
Manchanayakage, R.	[208]
Marco, B.	[209, 210]
Marques Vieira, R.	[213, 216]
Marques, C.A.	[211]
Marques, L.	[212, 365]
Márquez, C.	[297]
Márquez, M.M.	[188]
Martín Díaz, M. J.	[213]
Martin, E.	[214]
Martínez Agut, M.P.	[24, 26, 329, 330]
Martínez Torregrosa, J.	[57, 58, 141, 142, 144, 145, 146, 147, 262]
Martínez, F.J.	[122]

Martínez, J.O.	[240]
Martínez, R.	[263]
Martins, I.	[213, 215, 216, 217]
Marzábal, A.	[222]
Marzo Rojas, I.	[218]
Mascarell, L.	[219, 220, 221]
Matson, P.	[193, 194]
Matthews, M. R.	[223]
Mattson, B.	[224]
Maximiano, F.A.	[12, 225, 277]
Mayor Zaragoza, F.	[226]
Mazarío Triana, A.C.	[227]
Mazarío Triana, I.	[227]
Mccarthy, J. J.	[193, 194]
McIntee, E. J.	[162]
McKenzie L.	[228]
McRobbie, C. J.	[109]
Mead, M.	[229]
Meadows, D. H.	[230, 231]
Meadows, D. L.	[230, 231]
Medir, R.M.	[232]
Meloche, D.	[163]
Mendes Sandri M.C.	[233]
Méndez Vivar, J.	[234]
Méndez-Rojas, M.A	[18]
Meneses, J.	[235]
Mercer, S. M.	[236]
Mestres, R.	[237, 238]
Métraux, R	[229]
Mevarech, Z.	[316]
Mihok, M.	[239]
Miranda Ruvalcaba,R.	[340]
Mitchell, J.	[34]
Mohan, R. S.	[284]
Molina, J.	[263]
Mono, M.S.	[240]
Montagut Bosque, P.	[51, 241]
Montes-Navajas, P.	[242]
Mooney, H.	[193, 194]
Moore, B.	[193, 194]
Mora Ticó, P.	[243]
Moreno, A.	[144]
Moreno Yus, M. A.	[244]
Mui, L.	[7, 8]

Muñoz Ortuño, M.	[245]
Naciones Unidas	[246]
Navarro León, C.F.	[61]
Nedrow Byers, J.	[324]
Nichols, S.E.	[326]
Nieto, E.	[241]
Noguez Córdova, O.	[340]
Novak, J. D.	[247]
Novo, M.	[248, 249]
O'Riordan, T.	[193, 194]
Ocelli, M.	[250]
OCDE	[251]
Ochando, M.	[283]
Ochoa Camacho, E.	[52, 252]
Oldham, V.	[88]
Oliva, J.M.	[362]
Oliveira, T.	[153]
Oliver, J.S.	[68, 253]
Oliveros Ruíz, M. A.	[254]
Olmedo Estrada, J.C.	[255]
Ondruschka, B.	[318]
Oñorbe, A.	[256]
Oreskes, N.	[257]
Orr, D. W.	[258, 259]
Osborne, J. F.	[260, 261]
Osuna, L.	[254, 262]
Ott, D.	[318]
Padwa, L.	[20]
Paixão, F.	[213, 216]
Palacios, B.	[24]
Pascual, J. A.	[263]
Passos Cortes, L.	[264]
Pearce, F.	[265]
Pearson, J.	[28]
Pedretti, E.	[266, 267, 268]
Pedrosa, M ^a .A.	[213, 217]
Penick, J.E.	[269]
Penieres, G.	[340]
Perales, F.J.	[270]
Pereira, G.	[76]
Peres Gonçalves, F.	[271]
Pérez de las Heras, M.	[272]
Perez, M. G.	[324]
Pérez-Benítez. A.	[18]

Pessoa de Carvalho A.	[142, 144, 274]
Piaget, J.	[275]
Pierrotti de Castro, F.	[314]
Piñero, A.	[24, 26, 329, 330]
Pires, T. C. M	[271]
Porras Contreras, Y. A.	[276]
Porto Alves, P.	[277]
Pozo, J.	[278, 279]
Praia, J	[97, 98, 104, 153, 212, 280, 361, 365]
Prieto, J.	[281]
Puga, A. V.	[159, 299]
Puig, E.	[282]
Punter, P.	[283]
Quintanilla, M.	[183]
Ramírez, E.	[263]
Randers, J.	[230, 231]
Ranke, J.	[284]
Rascoe, B.	[253]
Rekacewicz, P.	[31]
Rennie, L.	[285]
Reyes-Sánchez, L.B.	[286]
Ribeiro, M. G.	[90, 287]
Ricardo, M.	[271]
Rifkin, J.	[288]
Robles, A.	[289]
Rocard, M.	[290]
Rodrigues de Miranda, M. C.	[314]
Rodrigues Filho, G.	[314]
Rodríguez Ibañez, O.	[74]
Rogers, J. L.	[284]
Rojas, J. C.	[291]
Romo, V.	[115, 116]
Ronald, M.P.	[240]
Sabnis, S. S.	[95]
Sachs, J.	[292, 293]
Salazar Vela, G.	[124]
Salinas, J.	[142, 144]
Sánchez Mendoza, M.	[294]
Sánchez Ron, M.	[295]
Sánchez, A. L. A. S.	[296]
Sánchez, J. D. R. S.	[296]
Sánchez, M.A.	[124, 189, 190]
Sánchez, S.	[138]
Sanmartí, N.	[297]

Sansón Ortega, C.	[51, 241]
Santin Filho, O.	[233]
Sapiña, F.	[298]
Sarotti, M.A.	[315]
Sastre, F.	[299]
Schaller, C. P.	[162]
Schellhuber, H.J.	[193, 194]
Schibeci, R.A.	[300]
Sen, A.	[301]
Serra, M.	[242]
Sevilla García, J. J.	[254]
Sharp, D.	[302]
Shen, X	[20]
Sifredo, C.	[145]
Silva, P.A.	[225]
Simoes, M ^a O.	[217]
Simón, M.	[297]
Simon, S.	[261]
Sinaï, A.	[31]
Singer, R. D.	[66]
Sjøberg, S.	[303]
Sobral, A.	[304]
Solà, A.	[54]
Solbes, J	[289, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312]
Soledad Mansilla, D.	[313]
Souza da Rocha, Q. G.	[314]
Spanevello, R.A.	[315]
Spektor-Levy, O.	[316]
Spessard, G. O.	[197]
Stanley E.	[317]
Stark, A.	[318]
Steinfeld, A.	[319]
Stock, A.E.	[374]
Stork, H.	[161]
Suárez, A.G.	[315]
Succaw, G.L,	[320]
Sudjic, D.	[37]
Summerton, L.	[321]
Svedin, U.	[193, 194]
Takeuchi, K.	[198]
Talanquer, V.	[322]
Tarazona Teruel, I.	[323]
Teixeira, J.M.	[324]
Thatipamala, S. S.	[7, 8]

Thompson, D.	[212]
Tilbury, D	[325]
Tippins, D.J.	[253, 326]
Tobin, K. G.	[109]
Tonette Sinnesa, A.	[184]
Toscano, J.C.	[156]
Tricárico, H.	[142, 144]
Tuxill, J.	[327]
Ull, M.A.	[24, 25, 26, 328, 329, 330]
UNESCO	[331]
Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)	[332]
Urdaneta, E. M.	[291]
Usaquén Hernandez, K.L.	[174]
Valdés, P.	[57, 142, 144, 145, 333]
Valdés, R.	[333]
Valdez Salas, B.	[354]
Valea, A.	[160]
Valeiras, N.	[250]
Valencia, M.	[235]
Van Arnum, S.	[334]
Vargas Osuna, L. E.	[254]
Vázquez Alonso, A.	[4, 52, 125, 294, 335, 336, 337, 338, 339]
Velasco Bejarano, B.	[340]
Ventura Gayete, J. F.	[341]
Verdú, R.	[262]
Vidal, A.	[31]
Vigotsky, L.S.	[342]
Vilches, A.	[44, 49, 50, 97, 98, 105, 114, 115, 116, 117, 143, 145, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 204, 212, 213, 219, 220, 221, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365]
Vilchez, E.	[366]
Voss, J.	[59]
Walwerg-Henriksson, H.	[290]
Warner, J.	[14]
Watson, M.K.	[205]
Wheatley, G.H.	[367]
Wolpert, L.	[368]
Worldwatch Institute	[369, 370, 371]
Wucka, P.	[86]
Wyatt, F. A.	[197]
Yager, R. E.	[269]
Yung, H.	[284]

Zamora, J.	[372]
Zapata, M.A.	[373]
Zaworotko, M. J.	[66]
Zovinka, E. P.	[374]
Zvi, S.	[240]

