

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

TREBALL FINAL DE MÀSTER



Utilització de la placa Arduino per a experiments de Física i Química

Memòria del Treball Final del Màster Universitari en Professor

d'Educació Secundària presentada per:

JOSEP AITOR SORNÍ LASERNA

Tutoritzada per:

Dr. Francisco TARÍN MARTÍNEZ

Dr. Hèctor Javier PÉREZ CELADA

Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i Socials

València, juliol de 2015

“España no alcanzará su pleno florecimiento cultural y político mientras los docentes de todos los grados no acierten a fabricar, en cantidad suficiente, el español que nos hace mucha falta, es decir, un tipo humano tan impersonal por abnegado, tan firme y entero de carácter, tan tolerante y abierto a todas las ideas, tan esforzado y constante en su empeño, tan agudamente sensible a nuestros infortunios que, reaccionando pujantemente contra las causas de nuestro atraso y de nuestros errores, consagre, lo mejor de sus energías y de sus luces a la prosperidad del país, al servicio del Estado y al enaltecimiento de la Nación”

Santiago Ramón y Cajal

Agraïments

Gràcies a la meva mare: sense la seva ajuda i cura no existiria aquesta tesi.

Gràcies als meus tutors, Francisco Tarín i Héctor Pérez: Ells van creure quan els vaig exposar l'idea d'este TFM, em van animar a investigar i anar més enllà per a fer el millor possible esta memòria, i em van encaminar per poder estimar i ser capaç d'aprendre en aquest magnífic món.

Gracies a les professores i professors del IES Ramon Muntaner de Xirivella, on vaig tindre l'increïble oportunitat de fer el pràcticum del Màster. La professora Pilar Varas mereix una menció especial, per tot el que em va ensenyar (i aguantar, tot hi ha que dir-ho) i la seva guia i confiança a l'hora de donar les classes en l'aula i al laboratori. També tinc que agrair l'ajuda del director del centre, Juan Luis Carrión, que em va facilitar tota la documentació del centre per al pràcticum sense problemes i me va permetre assistir a les seues classes de Física i Química de 1r i 2n de Batxillerat. A la resta del claustre, també vos agraiïx el vostre interès i ajud.

Gracies als meus amics, que amablement van comprendre el meu estat d'ànim i han entés per què no podia ser un amic a temps complet. Diego Martín, que ens coneixem des de que estàvem junts al CERN i treballàvem al detector ATLAS, compartint tantes experiències i aventures que quasi es podria escriure un llibre de tot el que vam passar.

La inestimable ajuda de Fani Grande ha fet possible que aconseguisca expressar-me i ordenar el meu treball per tal d'arribar a les meues metes personals.

Menció apart per als meus amics del grau d'Enginyeria Informàtica: Carlos Cobo, Pau Mora, Lisardo Fernández i Javier Abreu, que em desafiaren amb els problemes de programació i alguns trucs.

A tots vosaltres, que heu estat ahí, no més us puc dir: **Gracies**.

Índex

Índex de Taules.....	8
Índex de Figures	10
Capítol 1: Introducció i plantejament del problema	12
1.1 Introducció	12
1.2 Objectiu general	12
1.2.1 Algunes dades de l'Arduino.....	12
1.3. Plantejament del problema.....	15
Capítol 2: Formulació i fonamentació de les hipòtesis	16
2.1 Hipòtesis.....	16
2.2 Marc contextual. Anàlisi del currículum	16
2.2.1 Llei Orgànica d'Educació.....	16
2.2.2 Llei Orgànica per a la Millora de la Qualitat Educativa	20
2.3 Fonamentació didàctica	25
2.3.1 Dificultats d'aprenentatge	25
2.3.2. Dificultats en la realització de treballs pràctics de laboratori.....	26
2.3.3. Propostes d'ensenyament que faciliten l'aprenentatge dels estudiants.....	27
2.3.4. Propostes d'aprenentatge que faciliten la realització de treballs pràctics	29
2.4 Avaluació	33
Capítol 3: Metodologia.....	36
3.1 Introducció	36
3.2 Disseny del qüestionari dels professors.....	36
3.3 Disseny del qüestionari d'estudiants	36
3.3.1 Fiabilitat dels qüestionaris. Alfa de Cronbach.....	36
3.3.2 Qüestionari d'actituds.....	37
3.3.3 Qüestionari d'estudiants de TMI. Concepte de pH.	37
3.3.4 Qüestionari als estudiants de Física Aplicada. Sòlid rígid	38
3.4 Programa d'activitats	39
3.4.1 Programa d'activitats de la pràctica de laboratori de sòlid rígid amb Arduino	39
3.4.2 Programa d'activitats de la pràctica de laboratori de pH amb Arduino	43
3.5. Avaluació de la proposta didàctica	47
Capítol 4: Anàlisi de resultats.....	48
4.1 Introducció	48
4.2 Anàlisi dels resultats obtinguts amb el qüestionari de professors	48
4.3 Anàlisi dels resultats obtinguts amb els qüestionaris d'estudiants	48
4.3.1 Qüestionari d'actituds	49

4.3.2 Qüestionari de coneixements	51
Capítol 5: Conclusions i perspectives	56
5.1 Conclusions.....	56
5.2 Perspectives	56
Bibliografia	58
Apèndix A: Resultats estadístics obtinguts amb SPSS.....	64
Apèndix B: Muntatge experimental i programació per a la pràctica de sòlid rígid	66
B.1 Connexions entre el sensor i la placa Arduino	66
B.2 Programació de la placa Arduino	66
B.3 Script de Matlab.....	67

Índex de Taules

Taula 1.1: Característiques tècniques de la placa Arduino.	13
Taula 2.1: Objectius i dificultats en la realització de treballs pràctics de laboratori.	27
Taula 2.2: Paràmetres a tenir en compte a l'hora de dissenyar una seqüència d'aprenentatge	29
Taula 2.3: Resultats de la recerca en revistes de didàctica, educació i Física sobre articles amb contingut sobre l'Arduino, i altres ítems.....	30
Taula 3.1: Qüestionari de professors.	36
Taula 3.2: Qüestionari actitudinal d'estudiants.	37
Taula 3.3: Qüestionari conceptual pre-test / post-test realitzat per l'alumnat de TMI.....	38
Taula 3.4: Qüestionari conceptual pre-test / post-test realitzat per l'alumnat de Física Aplicada.	39
Taula 4.1: Resultats del qüestionari realitzat pels professors de Física i Química.....	48
Taula 4.2: Resultats en % del qüestionari actitudinal realitzat per l'alumnat de 4t d'ESO.	49
Taula 4.3: Qüestionari actitudinal realitzat per l'alumnat de 4t d'ESO.....	49
Taula 4.4: Valors de la significació de la regressió logística multinomial.....	51
Taula 4.5: Rang i tipus de benefici intrínsec definits per Hake.....	52
Taula 4.6: Benefici intrínsec obtingut durant el EXAO del pH-metre.	52
Taula 4.7: Ítems del qüestionari conceptual pre-test / post-test realitzat per l'alumnat de TMI.	52
Taula 4.8: Benefici intrínsec obtingut durant el EXAO del sòlid rígid.	53
Taula 4.9: Ítems del qüestionari conceptual pre-test/post-test realitzat per l'alumnat de Física Aplicada.	53
Taula 4.10: Percentatge de respostes correctes (pre-test/post-test) per al qüestionari del pH.	53
Taula 4.11: Percentatge de respostes correctes (pre-test/post-test) per al qüestionari del sòlid rígid.....	54
Taula A.1: Alfa de Cronbach per al qüestionari actitudinal.....	64
Taula A.2: Resultats estadístics de la prova de Wilcoxon per al qüestionari de sòlid rígid.	64
Taula A.3: Mitjes estadístiques del pre-test i el post-test per al qüestionari de sòlid rígid.....	64
Taula A.4: Resultats estadístics de la prova de Wilcoxon per la qüestionari de pH.	64
Taula A.5: Valors estadístics per al pre-test i el post-test per al qüestionari de pH.	65

Índex de Figures

Figura 1.1: Imatge d'un Arduino Uno com el que s'ha utilitzat en esta memòria de Màster. Les característiques tècniques se donen en la taula 1.1.....	14
Figura 1.2: Sensor de pH MCI-TDD-01554.....	14
Figura 1.3: Sensor de moviment HC SR04.....	14
Figura 2.1: Portades d'introducció de les pàgines webs de (a) Pasco, (b) Edmund Scientifics, (c) Ventus ciència experimental i (d) Didaciencia.	31
Figura 3.1: Imatge del paper indicador i l'escala de pH (amb valors del 1 al 11), tal i com es diu a l'activitat 5.	45
Figura 3.2: Imatge del sensor de pH per a la placa Arduino.	45
Figura 4.1: Ordenació dels estudiants realitzada per EMDnM d'acord amb el grup i la utilització prèvia de sensors.	50
Figura 4.2: Gràfic del percentatge de respostes correctes per ítem al qüestionari de pH.	54
Figura 4.3: Gràfic del percentatge de respostes correctes per pregunta al qüestionari de sòlid rígid.....	54
Figura B.1: Esquema del les connexions entre el sensor i la placa Arduino.	66

Capítol 1: Introducció i plantejament del problema

1.1 Introducció

Els professors i les professores de secundària, batxillerat o formació professional es troben en una tessitura complicada a l'hora de planificar les pràctiques de laboratori de l'assignatura: Per un lloc, s'ha d'afavorir l'aprenentatge de la física i química fent que els estudiants assolisquen els objectius de l'assignatura. Per l'altre costat, s'ha de procurar que la ciència que aprenen s'adapte al seu nivell. És per això que quan es dona les pràctiques de laboratori els professors i les professores de Física i Química es troben front a un dilema: Han d'adaptar-se a una serie de pràctiques rígides, on els estudiants es limiten a seguir una mena de recepta? O, pel contrari, han de canviar la realització de les pràctiques i fer-les com una investigació científica? (Solbes, 2009; Mäntylä i Nousiainen, 2014).

Durant la realització del pràcticum es va tindre l'ocasió de treballar amb els alumnes al laboratori de Física i Química fent les pràctiques de laboratori. Estes pràctiques es donaven dins de l'assignatura optativa de 4t d'ESO, Temes Monogràfics d'Investigació. L'objectiu de l'assignatura és doble: Guiar als alumnes en l'aprenentatge de l'ús dels sensors aplicats a senzilles experiències de laboratori, i que els estudiants aprenguen a exposar els seus resultats, obtinguts al laboratori, públicament, adoptant tots els requeriments i tècniques per a fer una exposició adequada.

El més desconcertant era que els estudiants seguien un guió totalment esquematitzat, fet per l'empresa PASCO, i que en l'assignatura de Física i Química no se realitzara cap experiència en el laboratori o en el aula. La realització de les pràctiques esquemàtiques provocava una falta d'interés i avorriment, on l'objectiu dels estudiants era acabar el més aviat possible. No analitzaven per ells mateixos les dades obtingudes i manifestaven un complet desinterés pels resultats, com vaig tindre l'oportunitat de vore quan els preguntava.

En estudis recents (Kanter i Konstantopoulos, 2010; Chen et al., 2014; Bueno et al., 2011; Solbes, Montserrat, i Furió, 2013; Solbes et al., 2008) es pot constatar que esta tendència està canviant. Des de fa uns anys a les revistes d'investigació i les pàgines web dels departaments didàctics de Física i Química hi han experiments, bé de càtedra, bé de pràctiques de laboratori (de la Fuente, 2011; Ramírez et al., 2006; Torres, 2010), on els estudiants preparen, toquen, mesuren i, el més important, interpreten els resultats obtinguts.

1.2 Objectiu general

L'objectiu d'esta memòria és promocionar noves formes de realitzar pràctiques tant en l'Educació Secundària Obligatòria i el Batxillerat i, més concretament, estudiar les possibilitats que té la plataforma digital Arduino i els sensors (que habitualment poden trobar-se en qualsevol tenda d'electrònica).

1.2.1 Algunes dades de l'Arduino

Arduino és una plataforma que està tenint un gran auge i desenvolupament en la xarxa mitjançant una gran comunitat d'usuaris. També té l'avantatge de ser una plataforma de codi i components oberta, el que permet modificar i utilitzar els dissenys i programes oferits en la xarxa, i fins i tot, contribuir amb les idees desenvolupades pels particulars. Per als propòsits de esta memòria, que s'aniran desenvolupant al llarg d'este treball, esta plataforma presenta una serie d'avantatges que es poden resumir en:

- Baix cost, tant de la placa com dels components necessaris

- Multi-plataforma, ja que funciona en tots els sistemes operatius més habituals: Linux, Windows, Apple, etc.
- Té un entorn de programació (IDE) fàcil d'usar i ràpid d'aprendre.
- El software d'Arduino està publicat en codi obert.
- El hardware en que està basat Arduino també és de llicència lliure, qualsevol pot construir la seva pròpia placa.

Arduino és una placa de circuit imprès molt simple, basada en el microcontrolador de codi obert provinent de la plataforma (també de codi obert) Wiring, amb l'objectiu de fer més simple i accessible el disseny de circuits electrònics amb microcontroladors. A més, l'empresa certifica que en la seva fabricació s'ha reduït a zero l'emissió de contaminants.

El funcionament consisteix en dissenys simples de maquinari lliure amb processadors Atmel AVR en una placa amb pins d'entrada/Eixida (E/S). L'entorn de desenvolupament implementa el llenguatge Processing de Wiring, molt semblant a C++. L'Arduino es pot utilitzar per desenvolupar objectes interactius autònoms o pot ser connectat a programari de l'ordinador (com ara MATLAB, Macromedia Flash, Processing, Max/MSP, Pure Data). L'Arduino té l'avantatge de que les seues plaques es poden muntar a mà (hi han tutorials per a fer-ho) o adquirir-se i els IDE de font oberta es poden descarregar gratuïtament. Com a curiositat, Arduino és un nom propi masculí italià que significa "gran amic".

L'Arduino UNO, que és amb el que s'ha realitzat esta memòria, posseeix 14 pins o ports entrades o eixides digitals, dels quals 6 es poden configurar com eixides per a senyals PWM (fins a 8 bits), i 6 ports d'entrada analògics. Per al rellotge integra un ressonador ceràmic de 16 MHz. Per a comunicar-se amb el PC, té de serie una connexió USB i un connector de pins per a programació ICSP. Addicionalment li podem car una placa amb connexió Ethernet o fins i tot SIM per tal d'interactuar amb ella.

La taula 1.1 ens resumix les característiques tècniques de l'Arduino Uno. Altres plaques Arduino disponibles al mercat i que complixen amb les necessitats descrites en esta memòria son l'Arduino Due, i la placa Arduino Yun.

Microcontrolador	Atmega 328
Voltatge d'operació	5 V
Voltatge d'entrada (Recomanat)	7-12 V
Voltatge d'entrada (Límit)	6-20 V
Pins d'entrada/Eixida digital	14 (6 poden usar-se com eixida PWM)
Pins d'entrada analògica	6
Corrent continua per pin IO	40 mA
Corrent continua en el pin 3.3 V	50 mA
Memòria Flash	32 KB (0.5 KB ocupats pel Bootloader)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Freqüència de rellotge	16 MHz

Taula 1.1: Característiques tècniques de la placa Arduino.



Figura 1.1: Imatge d'un Arduino Uno com el que s'ha utilitzat en esta memòria de Màster. Les característiques tècniques se donen en la taula 1.1

Com a complements de la placa Arduino es mostren el sensor de pH MCI-TDD-01554 (Figura 1.2) i el sensor de moviment HC-SR04 (Figura 1.3). El preu dels sensors és prou inferior al d'adquisició del kit comercial, disponible en les tendes i llocs webs especialitzats.



Figura 1.2: Sensor de pH MCI-TDD-01554.

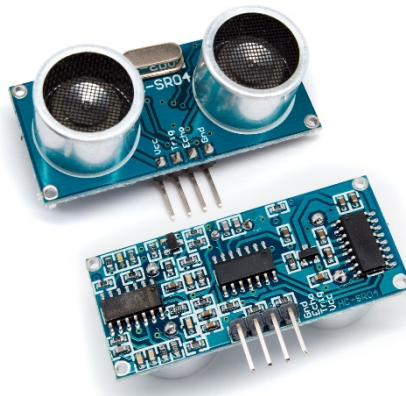


Figura 1.3: Sensor de moviment HC SR04.

1.3. Plantejament del problema

Tenint en compte tot l'anterior, el problema que es planteja és la realització d'experiments assistits per ordinador dins de les pràctiques de laboratori, mitjançant l'ús de la placa Arduino, als cursos de quart d'ESO i segon de Batxillerat.

Capítol 2: Formulació i fonamentació de les hipòtesis

2.1 Hipòtesis

Les hipòtesis d'este treball són dos:

- El professors no utilitzen de forma habitual els recursos TICs en les seues classes de Física i Química
- Els alumnes de 4t d'ESO i 2n de Batxillerat milloren el seu aprenentatge quan utilitzen EXAO en els treballs pràctics de laboratori de Física i Química i, en concret la placa Arduino.

2.2 Marc contextual. Anàlisi del currículum

Com a punt de partida, se realitzarà un estudi dels continguts relacionats amb els sensors. Degut a que quan s'estava realitzant esta memòria hi havien dues lleis d'educació, la vigent *Llei Orgànica d'Educació* (LOE), que s'aplica fins este curs acadèmic 2014-2015, i la que s'aplicarà completament el següent curs acadèmic 2015-2016, la *Llei Orgànica per a la Millora de la Qualitat Educativa* (LOMCE), s'analitzaran totes dues.

2.2.1 Llei Orgànica d'Educació

Per a la LOE se revisaran els següents Reals Decrets i Decrets:

- REAL DECRETO 1631/2006, del 29 de desembre, per el que s'estableixen les ensenyances mínimes corresponents a l'Educació Secundària Obligatòria.
- REAL DECRETO 1467/2007, del 2 de novembre, per el que s'estableix l'estructura del batxillerat i se fixen les seues ensenyances mínimes.
- DECRET 102/2008 del 11 de juliol de la Conselleria d'Educació de la Generalitat Valenciana.

Segons el REAL DECRETO 1631/2006 s'estableix que:

Article 3. Objectius de l'educació secundària obligatòria. L'educació secundària obligatòria ha de contribuir a desenvolupar en els alumnes i les alumnes les capacitats que els permeten:

- f) Concebre el coneixement científic com un saber integrat que s'estructura en diferents disciplines, així com conèixer i aplicar els mètodes per identificar els problemes en els diversos camps del coneixement i de l'experiència.
- g) Desenvolupar l'esperit emprenedor i la confiança en si mateix, la participació, el sentit crític, la iniciativa personal i la capacitat per aprendre a aprendre, planificar, prendre decisions i assumir responsabilitats.

El Real Decret 1467/2007 estableix que:

3r ESO:

Física i química.

2. Descriure propietats de la matèria en els seus diferents estats d'agregació i utilitzar el model cinètic per interpretar-les, i diferenciar la descripció macroscòpica de la interpretació amb models. Es tracta de comprovar que l'alumnat coneix les propietats dels gasos, portant a terme experiències senzilles que les posen de manifest, concep el model cinètic que les explica i que,

a més, és capaç d'utilitzar-lo per comprendre el concepte de pressió del gas, arribar a establir les lleis dels gasos i interpretar els canvis d'estat. Així mateix es valoren competències procedimental com ara la representació i la interpretació de gràfiques en què es relacionen la pressió, el volum i la temperatura.

4t ESO:

Bloc 1. Continguts comuns.

Familiarització amb les característiques bàsiques del treball científic: plantejament de problemes i discussió del seu interès, formulació d'hipòtesis, estratègies i dissenys experimentals, anàlisi i interpretació i comunicació de resultats.

Per la batxillerat, el Decret 102/2008 estableix que:

Article 5: Objectius

El batxillerat contribuirà a desenrotllar en l'alumnat les capacitats que li permeten:

- j) Comprendre els elements i els procediments fonamentals de la investigació i dels mètodes científics. Conèixer i valorar de forma crítica la contribució de la ciència i la tecnologia en el canvi de les condicions de vida, així com refermar la sensibilitat i el respecte cap al medi ambient.
- k) Refermar l'esperit emprenedor amb actituds de creativitat, flexibilitat, iniciativa, treball en equip, confiança en un mateix i sentit crític.

1r de Batxillerat: Física i Química

II. Objectius generals

El desenrotllament d'esta matèria ha de contribuir al fet que les alumnes i els alumnes adquirisquen les capacitats següents:

- 4. Utilitzar les estratègies o destreses pròpies de la investigació científica, tant documentals com experimentals, per a resoldre problemes, realitzar treballs pràctics i, en general, explorar situacions i fenòmens desconeguts per a ells; reconeixent el caràcter de la ciència com a procés canviant i dinàmic.
- 5. Mostrar actituds científiques com la busca d'informació exhaustiva, la capacitat crítica, la necessitat de verificació dels fets, la posada en qüestió del que és obvi, l'obertura davant de noves idees.
- 6. Comprendre les complexes interaccions entre la física i química i la tècnica i l'impacte d'ambdós en la societat i el medi ambient, valorant la necessitat de no degradar l'entorn i d'aplicar la ciència a una millora de les condicions de vida actuals.

III. Nuclis de continguts

1. Aproximació al treball científic

Els continguts que corresponen a este nucli són: Procediments que constitueixen la base del treball científic: plantejament de problemes, formulació i contrastació d'hipòtesis, disseny i desenrotllament d'experiments, interpretació de resultats, comunicació científica, estimació de la incertesa de la mesura, utilització de fonts d'informació. Importància de les teories i models

dins dels quals es du a terme la investigació. Actituds en el treball científic: Qüestionament del que és obvi, necessitat de comprovació, de rigor i de precisió, obertura davant de noves idees.

Hàbits de treball i indagació intel·lectual.

3. La mesura

Els continguts que corresponen a este nucli són:

- Magnituds: tipus i la seua mesura.
- Unitats. Factors de conversió.
- Mesures directes i indirectes.
- Representacions gràfiques.
- Instruments de mesura: sensibilitat i precisió.
- Errors en la mesura.

IV. Criteris d'avaluació

1. Utilitzar els procediments que constitueixen la base del treball científic i explicar la naturalesa evolutiva de la ciència i les seues relacions amb la tècnica i la societat.

Este criteri tracta d'avaluar si els estudiants, en els diversos temes, utilitzen els dits procediments. En concret, el plantejament de problemes, l'emissió d'hipòtesi, el disseny i la realització d'experiments per al seu contrast, la interpretació de resultats, la comunicació apropiada de les activitats realitzades, el maneig de bibliografia, etc. També, si coneixen el caràcter temptatiu dels conceptes i models científics i la seua evolució, les relacions de la Física amb la Tecnologia i les implicacions d'ambdós en la societat i en el medi ambient, així com les profundes influències de la societat en la ciència.

5. Dissenyar i muntar circuits, per a predir i determinar experimentalment la intensitat i la diferència de potencial entre dos punts qualssevol. Este objectiu pretén avaluar la capacitat no sols de realitzar càlculs, sinó també d'efectuar muntatges de circuits elèctrics elementals (que incloguen un generador, un motor, etc.) i de traduir muntatges reals a esquemes elèctrics i al revés.

2n de Batxillerat

II. Objectius generals

2. Aplicar els dits conceptes a l'explicació d'alguns fenòmens físics i a l'anàlisi d'alguns dels usos tecnològics més quotidians de les ciències físiques.

4. Utilitzar amb autonomia les estratègies pròpies de la investigació científica per a resoldre problemes, realitzar treballs pràctics i, en general, explorar situacions i fenòmens desconeguts per a ells.

8. Manipular amb confiança en el laboratori l'instrumental bàsic fent-ne ús d'acord amb les normes de seguretat de les seues instal·lacions.

III. Nuclis de continguts

Els continguts que corresponen a este nucli són: Procediments que constitueixen la base del treball científic: plantejament de problemes, formulació i contrastació d'hipòtesis, disseny i

desenrotllament d'experiments, interpretació de resultats, comunicació científica, estimació de la incertesa de la mesura, utilització de fonts d'informació. Importància de les teories i els models dins dels quals es du a terme la investigació. Actituds en el treball científic: Qüestionament de l'obvi, necessitat de comprovació, de rigor i de precisió, obertura davant de noves idees.

IV. Criteris d'avaluació

1. Utilitzar els procediments que constitueixen la base del treball científic i explicar la naturalesa evolutiva de la ciència i les seues relacions amb la tècnica i la societat. Este criteri tracta d'avaluar si els estudiants, en els diversos temes, utilitzen els dits procediments. En concret, el plantejament de problemes, l'emissió d'hipòtesi, el disseny i la realització d'experiments per al seu contrast, la interpretació de resultats, la comunicació apropiada de les activitats realitzades, el maneig de bibliografia, etc. També, si coneixen el caràcter temptatiu dels conceptes i models científics i la seua evolució, les relacions de la Física amb la Tecnologia i les implicacions d'ambdós en la societat i en el medi ambient, així com les profundes influències de la societat en la ciència.

Al mateix temps al Real Decret 102/2008 de la Conselleria d'Educació de la Generalitat Valenciana tenim els següents nuclis de continguts transversals que se desenvolupen de forma integrada amb la resta de temes:

III. Nuclis de continguts

1. Aproximació al treball científic

Els continguts que corresponen a este nucli són: Procediments que constitueixen la base del treball científic: plantejament de problemes, formulació i contrastació d'hipòtesis, disseny i desenrotllament d'experiments, interpretació de resultats, comunicació científica, estimació de la incertesa de la mesura, utilització de fonts d'informació. Importància de les teories i models dins dels quals es du a terme la investigació. Actituds en el treball científic: Qüestionament del que és obvi, necessitat de comprovació, de rigor i de precisió, obertura davant de noves idees.

Hàbits de treball i indagació intel·lectual.

2. Relacions ciència-tècnica-societat

Els continguts que corresponen a este nucli són: Anàlisi de la naturalesa de la física i la química com a ciències: els seus èxits i limitacions, el seu caràcter temptatiu de contínua busca, la seua evolució, la interpretació de la realitat a través de models.

Relacions de la física i la química amb la tècnica i implicacions d'ambdós en la societat: conseqüències en les condicions de la vida humana i en el medi ambient. Valoració crítica. Influències mútues entre la societat, la física i la química i la tècnica. Valoració crítica.

2.2.2 Llei Orgànica per a la Millora de la Qualitat Educativa

Per a la LOMQE se revisaran els següents Reals Decrets i Decrets:

- REAL DECRETO 1105/2014, de 26 de desembre, pel que s'establix el currículum bàsic de l'Educació Secundària Obligatòria i del Batxillerat.
- DECRET 85/2015 pel qual s'establix el currículum i es desplega l'ordenació general de l'ESO i el Batxillerat. Conselleria d'Educació, Cultura i Esport de la Generalitat Valenciana.

Segons el REAL DECRETO 1105/2014 s'estableix que

ANNEX I Matèries del bloc d'assignatures troncal

11. Física i Química

En el segon cicle d'ESO i a 1r de batxillerat aquesta matèria té, per contra, un caràcter essencialment formal i està enfocada a dotar l'alumne de capacitats específiques associades a aquesta disciplina. Amb un esquema de blocs similar, a 4t d'ESO s'assenten les bases dels continguts que, una vegada a 1r de batxillerat, rebran un enfocament més acadèmic. El primer bloc de continguts, comú a tots els nivells, està dedicat a desenvolupar les capacitats inherents al treball científic, partint de l'observació i experimentació com a base del coneixement. Els continguts propis del bloc es desenvolupen de manera transversal al llarg del curs, utilitzant l'elaboració d'hipòtesis i la presa de dades com a passos imprescindibles per a la resolució de qualsevol tipus de problema. S'han de desenvolupar destreses en la utilització de l'aparell científic, ja que el treball experimental és una de les pedres angulars de la física i la química. Es treballa, així mateix, la presentació dels resultats obtinguts mitjançant gràfics i taules, l'extracció de conclusions i la seva confrontació amb fonts bibliogràfiques.

Física i Química. 2n i 3r ESO

Continguts	Criteris d'avaluació	Estàndards d'aprenentatge avaluables
Bloc 1. L'activitat científica		
El mètode científic: les seves etapes. El treball al laboratori. Projecte de recerca.	4. Reconèixer els materials i instruments bàsics que hi ha al laboratori de física i al de química; conèixer i respectar les normes de seguretat i d'eliminació de residus per a la protecció del medi ambient. 6. Fer petits treballs de recerca en els quals es pose en pràctica l'aplicació del mètode científic i la utilització de les TIC.	1.2. Registra observacions, dades i resultats de manera organitzada i rigorosa i els comunica de forma oral i escrita utilitzant esquemes, gràfics, taules i expressions matemàtiques. 4.1. Reconeix i identifica els símbols més freqüents utilitzats en l'etiquetatge de productes químics i instal·lacions i n'interpreta el significat. 4.2. Identifica material i instruments bàsics de laboratori i coneix la seva forma d'utilització per a la realització d'experiències respectant les normes de seguretat i identificant actituds i mesures d'actuació preventives. 6.1. Fa petits treballs de recerca sobre algun tema objecte d'estudi aplicant el mètode científic i utilitzant les TIC per a la recerca i selecció d'informació i presentació de conclusions.

		6.2. Participa, valora, gestiona i respecta el treball individual i en equip.
--	--	---

Continguts	Criteris d'avaluació	Estàndards d'aprenentatge avaluables
Bloc 1. La matèria		
Propietats de la matèria.	3. Establir les relacions entre les variables de les quals depèn l'estat d'un gas a partir de representacions gràfiques i/o taules de resultats obtinguts en experiències de laboratori o simulacions per ordinador.	1.3. Descriu la determinació experimental del volum i de la massa d'un sòlid i en calcula la densitat. 2.4. Dedueix a partir de les gràfiques d'escalfament d'una substància els seus punts de fusió i ebullició, i la identifica utilitzant les taules de dades necessàries. 3.2. Interpreta gràfiques, taules de resultats i experiències que relacionen la pressió, el volum i la temperatura d'un gas utilitzant el model cinètic-molecular i les lleis dels gasos.

Continguts	Criteris d'avaluació	Estàndards d'aprenentatge avaluables
Bloc 3. Els canvis		
Canvis físics i canvis químics.	5. Comprovar mitjançant experiències senzilles de laboratori la influència de determinats factors en la velocitat de les reaccions químiques.	5.1. Proposa el desenvolupament d'un experiment senzill que permeti comprovar experimentalment l'efecte de la concentració dels reactius en la velocitat de formació dels productes d'una reacció química i justifica aquest efecte en termes de la teoria de col·lisions.

Continguts	Criteris d'avaluació	Estàndards d'aprenentatge avaluables
Bloc 4. El moviment i les forces		
Les forces. Efectes velocitat mitjana, velocitat instantània i acceleració. Màquines simples.	3. Diferenciar entre velocitat mitjana i instantània a partir de gràfiques espai/temps i velocitat/temps i deduir el valor de l'acceleració utilitzant aquestes últimes.	1.2. Estableix la relació entre l'allargament produït en una molla i les forces que han produït aquests allargaments, i descriu el material que s'ha d'utilitzar i el procediment que s'ha de seguir per comprovar-ho experimentalment. 1.4. Descriu la utilitat del dinamòmetre per mesurar la força elàstica i registra els resultats en taules i representacions gràfiques expressant el resultat experimental en unitats del sistema internacional. 2.1. Determina, experimentalment o a través d'aplicacions informàtiques, la

		<p>velocitat mitjana d'un cos i n'interpreta el resultat.</p> <p>3.1. Dedueix la velocitat mitjana i instantània a partir de les representacions gràfiques de l'espai i de la velocitat en funció del temps.</p>
--	--	--

Física i Química. 4t ESO

Continguts	Criteris d'avaluació	Estàndards d'aprenentatge avaluables
Bloc 4. El moviment i les forces		
El moviment. Moviments rectilini uniforme, rectilini uniformement accelerat i circular uniforme.	5. Elaborar i interpretar gràfiques que relacionen les variables del moviment partint d'experiències de laboratori o d'aplicacions virtuals interactives i relacionar els resultats obtinguts amb les equacions matemàtiques que vinculen aquestes variables.	5.2. Dissenya i descriu experiències realitzables al laboratori o bé utilitzant aplicacions virtuals interactives per determinar la variació de la posició i la velocitat d'un cos en funció del temps i representa i interpreta els resultats obtinguts.

Física i química. 1r de batxillerat

Continguts	Criteris d'avaluació	Estàndards d'aprenentatge avaluables
Bloc 1. L'activitat científica		
Projecte de recerca.	1. Reconèixer i utilitzar les estratègies bàsiques de l'activitat científica, com ara plantejar problemes, formular hipòtesis, proposar models, elaborar estratègies de resolució de problemes i dissenys experimentals i anàlisi dels resultats.	1.5. Elabora i interpreta representacions gràfiques de diferents processos físics i químics a partir de les dades obtingudes en experiències de laboratori o virtuals i relaciona els resultats obtinguts amb les equacions que representen les lleis i els principis subjacents.

Continguts	Criteris d'avaluació	Estàndards d'aprenentatge avaluables
Bloc 6. Cinemàtica		
Composició dels moviments rectilini uniforme i rectilini uniformement accelerat. Descripció del moviment harmònic simple (MHS).	4. Interpretar representacions gràfiques dels moviments rectilini i circular. 9. Conèixer el significat físic dels paràmetres que descriuen el moviment harmònic simple (MHS) i associar-lo al moviment d'un cos que oscil·le.	4.1. Interpreta les gràfiques que relacionen les variables implicades en els moviments MRU, MRUA i circular uniforme (MCU) i aplica les equacions adequades per obtenir els valors de l'espai recorregut, la velocitat i l'acceleració. 9.1. Dissenya i descriu experiències que posen de manifest el moviment harmònic simple (MHS) i determina les magnituds involucrades.

Continguts	Criteris d'avaluació	Estàndards d'aprenentatge avaluables
Bloc 7. Dinàmica		
Forces elàstiques. Dinàmica del MHS.	3. Reconèixer les forces elàstiques en situacions quotidianes i descriure'n els efectes.	3.1. Determina experimentalment la constant elàstica d'un ressort aplicant la llei de Hooke i calcula la freqüència amb la qual oscil·la una massa coneguda unida a un extrem d'aquest ressort.

Física. 2n Batxillerat

Pel seu caràcter altament formal, la matèria de física proporciona als estudiants una eina eficaç d'anàlisi i reconeixement, l'àmbit d'aplicació de la qual transcendeix els seus objectius. La física en el segon curs de batxillerat és essencialment acadèmica i ha d'abraçar tot l'espectre de coneixement de la física amb rigor, de manera que es consoliden les bases metodològiques introduïdes en els cursos anteriors. Al seu torn, ha de dotar l'alumne de noves aptituds que el capaciten per a la seva etapa de formació següent, independentment de la relació que aquesta pugui tenir amb la física. El currículum bàsic està dissenyat amb aquest doble fi.

Continguts	Criteris d'avaluació	Estàndards d'aprenentatge avaluables
Bloc 1. L'activitat científica		
Estratègies pròpies de l'activitat científica.	1. Reconèixer i utilitzar les estratègies bàsiques de l'activitat científica.	1.1. Aplica habilitats necessàries per a la recerca científica, plantejant preguntes, identificant i analitzant problemes, emetent hipòtesis fonamentades, recollint dades, analitzant tendències a partir de models i dissenyant i proposant estratègies d'actuació. 1.4. Elabora i interpreta representacions gràfiques de dues i tres variables a partir de dades experimentals i les relaciona amb les equacions matemàtiques que representen les lleis i els principis físics subjacents.

En el Decret 85/2015 de la Conselleria per a 2n, 3r, 4t i 1r de Batxillerat s'estableix en la introducció de l'àrea de Física i Química que

“Per la naturalesa eminentment empírica de l'àrea de Física i Química, resulta sense cap dubte imprescindible que els alumnes realitzen pràctiques de laboratori i, si no es disposa de la infraestructura necessària, convé recórrer a aplicacions informàtiques interactives que reproduïsquen experiments propis de l'àrea i del nivell adequat.”

“El primer bloc de continguts és comú a tots els nivells i està dedicat a desenrotllar les capacitats pròpies del treball científic, partint de l'observació i l'experimentació, elaborant hipòtesis i prenent dades, presentant els resultats obtinguts per mitjà de taules i gràfiques, i extraient conclusions. Es tracta d'un bloc de naturalesa transversal al llarg del curs, que és molt propici per a desenrotllar les competències d'aprendre a aprendre, sentit de la iniciativa i esperit emprenedor, i la competència digital, aplicant les Tecnologies de la Informació i la Comunicació.”

En 2n de Batxillerat l'assignatura de Física i Química se desdobra en dos. Per a Física se planteja que:

“Prenent com a punt de partida els coneixements adquirits pels alumnes en la matèria de Física i Química de cursos anteriors, i tenint com a marc de referència obligat el currículum bàsic (RD 1105/2014), s'ha elaborat este currículum de Física de segon de Batxillerat, sense intenció d'augmentar els continguts de l'esmentat decret, per considerar estos prou amplis tenint en compte que tota matèria empírica ha de tindre un pes adequat de continguts que deixe marge perquè els alumnes realitzen experiències de laboratori que els permeten adquirir una idea com cal i de primera mà del que és la investigació científica i el seu mètode, i que els permeta també desenrotllar competències bàsiques com la d'aprendre a aprendre, competència en Ciència i tecnologia, i sentit de la iniciativa, a més de la resta de competències bàsiques, totes elles s'indiquen en cada un dels blocs temàtics que contribuïxen al seu desenrotllament.”

“Hauria de donar-se, perquè, en una matèria com a Física, un protagonisme essencial a les pràctiques de laboratori realitzades pels alumnes i, quan açò no siga possible, recórrer a aplicacions informàtiques interactives, abundantment disponibles en Internet i cada vegada més elaborades.”

Per a l'assignatura de Química planteja que:

“Per la naturalesa eminentment empírica de la Química, cal que els alumnes realitzen pràctiques de laboratori i, si no es disposara de la infraestructura necessària, convé recórrer a aplicacions informàtiques interactives que reproduïsquen experiments propis de l'àrea i del nivell adequat.”

Pot comprovar-se la importància que se li dona a que els estudiants aprenguen a comprendre les gràfiques obtingudes de les pràctiques realitzades.

Què pot aportar Arduino en tot este marc contextual i curricular? La possibilitat de que els alumnes poden treballar i adquirir totes i cadascunes de les competències bàsiques presents en el currículum educatiu actual:

1. Competència en el tractament de la informació i competència digital mitjançant el tractament de dades i ús de dispositius electrònics d'última generació.
2. Competència en el coneixement i la interacció amb el medi físic mitjançant el coneixement i comprensió d'objectes, processos, sistemes i mesures del mon físic i a traves del desenvolupament de destreses i habilitats necessàries per a manipular objectes amb precisió i seguretat. Per altra banda s'incideix en el àmbit mediambiental al fer-se conscients de la interrelació les magnituds que se mesuren durant els experiments amb, per exemple, l'oratge.
3. Competència en l'autonomia e iniciativa personal mitjançant la creació i preparació dels projectes col·laboració entre els alumnes, però amb clara motivació personal. A més, els estudiants s'acostumen al constant canvi tecnològic que exigeix una permanent adaptació, i renovació autònoma per a resoldre els problemes que es puguen presentar i per a no quedar-se desactualitzats.
4. Competència per aprendre a aprendre mitjançant el desenvolupament d'estratègies de resolució de problemes poc habituals fins ara en el mon acadèmic. El desenvolupament de projectes d'este tipus proporciona habilitats i estratègies cognitives i promou activitats i valors necessaris per l'aprenentatge.
5. Competència social i ciutadana mitjançant l'expressió d'idees i dissenys, la presa de decisions mitjançant el diàleg i la negociació necessàries per al treball en grup, la crítica

i l'acceptació d'altres idees diferents de les seues. Esta competència s'adquireix també per la necessària interacció entre iguals per a portar a bon termini el projecte, així com adonar-se de les repercussions socials del desenvolupament col·laboratiu i la investigació conjunta.

6. Competència en comunicació lingüística, mitjançant l'adquisició d'un vocabulari propi utilitzat en la recerca, anàlisi, selecció, resum i comunicació del projecte, el treball en grup, la recerca d'informació en fonts bibliogràfiques i l'exposició dels resultats a la resta de companys, requerint d'esta forma una bona expressió tant escrita com oral.
7. Competència matemàtica, mitjançant l'ús de fórmules matemàtiques i aplicacions informàtiques adequades per a tractar les dades recopilades als experiments.
8. Competència cultural i artística, mitjançant l'aplicació d'aprenentatges que permetran a l'estudiant tractar amb imatges digitals, creació de pàgines web o fòrums on interactuar amb els companys del propi centre o d'altres, o ferramentes similars, el que permet a l'estudiant compartir amb la resta les seues creacions.

2.3 Fonamentació didàctica

Abans de descriure l'aproximació metodològica d'esta memòria, s'analitzarà breument el que s'anomena ensenyament tradicional. La metodologia associada a este ensenyament presenta certes insuficiències i deficiències en quant a l'ensenyament de la ciència, especialment de la Física i Química.

2.3.1 Dificultats d'aprenentatge

L'ensenyament tradicional es basa en la transmissió (fonamentalment oral) de coneixement ja elaborat, centrant-se en els conceptes, considerant els mateixos com a veritats abstractes que s'han de memoritzar. Al seu torn, esta forma d'ensenyament expositiu/receptiu sol estar viciada per plantejaments inductivistes, oblidant que en tot procés d'indagació científica es parteix sempre d'un problema, i que, a més, en la resolució es fa servir un raonament hipotètic/deductiu.

En conseqüència, aquesta aproximació didàctica provoca en l'alumne una visió de la ciència empíric-inductivista, atèrica, dogmàtica, rígida, anhistòrica, lineal, acumulativa, individualista o socialment neutra, quan en realitat, ha de ser considerada com un procés dinàmic, canviant i en constant revisió, amb crisi i profunds canvis, influïda pel context, marcada per marcs teòrics que la guien i completament socialitzada (equips d'investigació, societats científiques, revistes, congressos, etc.) (I. Fernández et al., 2002).

Un altre factor important propi d'aquest tipus d'ensenyament tradicional, és que no té en compte les idees prèvies dels alumnes. Estes idees són, en general, incorrectes, persistents i difícils d'eliminar, degut a que pertanyen al que s'anomena 'ciència del sentit comú' i l'estudiant ha pogut entendre els fenòmens que l'envolten amb estes idees. En este sentit, resulta necessari, com després se veurà, que els alumnes verbalitzen aquestes concepcions, que es cree un cert debat/conflicte a l'aula i que, posteriorment, l'alumne adopte una idea més útil que desbanque/supere a les que tenia anteriorment.

D'altra banda, dins de l'ensenyament tradicional, és típica la separació entre teoria i problemes, considerant les pràctiques al laboratori com un accessori que s'utilitza si hi ha prou temps. Els problemes són considerats com la posada en pràctica o aplicació de la teoria. Al seu torn, estos són resolts d'una manera operativista, és a dir, seguint un mateix patró o algoritme. Este fet converteix als problemes en mers exercicis memorístics, en què hi ha prou amb aplicar unes fórmules, seguint sempre el mateix procediment, per a la seva resolució, no afavorint-se el

desenvolupament cognitiu de l'alumne. Molts alumnes afirmen conèixer la teoria, però al realitzar problemes que se surten de la línia dels vistos a classe, fallen en la seva majoria.

A més, el procediment tradicional per a realitzar pràctiques de laboratori segueix un plantejament que es basa en l'observació, la manipulació experimental i la verificació dels continguts vistos a classe, sempre seguint una sèrie de passos prèviament preestablerts. Estos treballs de laboratori són en essència unes "receptes" que l'alumne ha de seguir. Per tant, a causa tant del gran poder motivador com a la capacitat d'apropar als alumnes al mètode científic dels treballs pràctics, seria convenient modificar el tipus de metodologia emprada en els mateixos.

Un altre factor a tenir en compte és l'actitud inicial de l'alumne a l'hora d'aprendre, que es veu condicionada per les expectatives que tinga sobre els continguts que es van ensenyant. Hi ha una tendència per part dels alumnes a considerar que la societat té molt poc a veure amb la física i la química, el que provoca una visió de la ciència aïllada del món que els envolta. Alguns plantejaments alternatius intenten apropar les expectatives dels professors a les dels alumnes considerant les relacions CTSA (Ciència, Tecnologia, Societat i Ambient), freqüentment oblidades en els currículums de ciències (Solbes i Vilches, 1992).

2.3.2. Dificultats en la realització de treballs pràctics de laboratori

Molts investigadors han reconegut la importància dels treballs pràctics de laboratori en el procés d'ensenyament/aprenentatge de la Física i Química (Bennett, 2000; Boud, Dunn i Hegarty, 1986; Johnstone i Al-Shuaili, 2001; Psillos i Niedderer, 2002). Eixos treballs contribueixen a la motivació dels estudiants per aprendre ciència (Hofstein i Lunetta, 2004) i són considerats per ells com la part més interessant de l'assignatura (Deters, 2005). Per altra banda, els treballs pràctics milloren el rendiment dels estudiants (Lee, Lai, Yu, i Lin, 2012; Secker i Lissitz, 1999), la seua valoració de la ciència (Hanif, Sneddon, Al-Ahmadi i Reid, 2009; Osbourne, Simon i Collins, 2003) i la relació con els fenòmens de la vida diària (Hodson, 2001; Johnstone i Al-Shuaili, 2001; Lunetta, Hofstein i Clough, 2007). També s'han indicat els objectius dels treballs de laboratori (AAPT, 1977; Hofstein i Lunetta, 1982; Boud, Dunn, i Hegarty, 1986; Bernstein, 2002; Reid i Shah, 2007).

Front a la importància reconeguda dels treballs pràctics, la realitat de la pràctica docent habitual ha estat objecte d'una revisió crítica en números monogràfics de revistes didàctiques (Alambique, 2, 1994; International Journal of Science Education, 18 (7), 1996), tesis doctorals al nostre país (Payá, 1991; González, 1994; Salinas, 1994; González de la Barrera, 2003) i investigadors (Gil et al., 1991; Hodson, 1992 i 1994; Nieda, 1994; Barberá i Valdés, 1996; Lunetta, 1998; Kirchner i Huisman, 1998). En concret, els treballs pràctics es presenten habitualment com una llista d'instruccions semblant a una « recepta de cuina » (von Aufschnaiter i von Aufschnaiter, 2007; White, 1996; Del Carlo i Bodner, 2004; Hofstein i Lunetta, 2004; Reiner i Gilbert, 2004), no permeten el treball cooperatiu en grups (Roychoudhury i Roth, 1996; Hofstein i Mamlok-Naaman, 2007). A més, els estudiants normalment no relacionen els treballs pràctics con els continguts conceptuals de les classes (Kirschner i Meester, 1988). Per altra banda, els treballs de laboratori transmeten una imatge deformada del treball científic: els estudiants no plantegen hipòtesis, no realitzen el disseny experimental, no analitzen els resultats obtinguts (Gil et al., 2005).

A continuació, es mostren els objectius de la realització de treballs pràctics de laboratori i les dificultats que els estudiants es poden trobar.

OBJECTIUS	DIFICULTATS
Adquirir les dades ràpidament i amb precisió.	Els alumnes no estan acostumats a comprovar si el que pensaven abans de realitzar la pràctica es correcte.
Manipular les dades obtingudes.	Els alumnes no estan acostumats a comprovar si el que pensaven abans de realitzar la pràctica es correcte.
Promoure la investigació dels conceptes sense perdre's en els mètodes per a recollir-los.	Els estudiants veuen els mètodes de recollida de dades com una mena de calculadores.
Manipular els dissenys experimentals.	Els estudiants estan acostumats a tindre un guio on els diuen què han de fer, no a pensar alternatives.
Analitzar la validesa del disseny experimental.	Els estudiants pressuposen que el disseny experimental que se'ls dona es correcte.
Manipular les dades que amb l'equipament normal no es pot.	Degut a la forma en que es treballa normalment al laboratori, els estudiants només coneixen les formes habituals.
Processar dades d'experiments amb gran abast temporal.	Els estudiants estan acostumats a treballar amb dades de una o dos sessions.
Avaluar la capacitat dels estudiants respecte a l'habilitat de processar dades.	Els professors/es no avaluen la capacitat de processament, només els resultats.
Promoure la participació de l'alumnat.	El laboratori es veu com un lloc d'esplai i entreteniment on fan altres tasques
Regular els 'temps morts' dels alumnes durant la presa de dades	Els alumnes estan acostumats a tindre molt de temps 'lliure' durant la realització de les pràctiques.
Promoure que els alumnes facen un anàlisi qualitatiu immediat durant la presa de dades.	Els estudiants han fet anàlisi qualitatiu una vegada s'han pres les dades, no durant la presa.
Fomentar que els alumnes prediguin els resultats qualitativament	Als estudiants se li diu al començament de la pràctica com deuen ser els resultats.
Fomentar que els alumnes comproven les seues prediccions.	Els alumnes no estan acostumats a comprovar si el que pensaven abans de realitzar la pràctica es correcte.

Taula 2.1: Objectius i dificultats en la realització de treballs pràctics de laboratori.

2.3.3. Propostes d'ensenyament que faciliten l'aprenentatge dels estudiants

Durant les últimes dècades s'ha consolidat una nova línia metodològica enfront de l'ensenyament tradicional que tracta de solucionar els problemes esmentats anteriorment. Esta nova metodologia té com a idea bàsica el establir com a punt de partida el que l'alumne ja coneix, fent-li responsable del seu propi aprenentatge mitjançant la seva participació activa, de manera que es facilita que siga ell mateix qui vagi construint el que va aprenent, amb la ajuda i guia del professor.

Dins d'esta visió constructivista s'assumeix que l'aprenentatge es propicia quan s'inicia a partir del tractament d'una situació problemàtica d'interès: Es formulen problemes, s'emeten hipòtesis i es dissenyen procediments per verificar o no les mateixes. Així mateix, en este tipus d'ensenyament s'incorporen aspectes històrics en els continguts. Estos aspectes ajuden a impulsar la incorporació d'una visió dinàmica de la ciència: Com sorgeixen els conceptes, com

evolucionen i com es substitueixen els uns pels altres. Dins d'aquesta perspectiva, es dóna una gran rellevància al marc en què es desenvolupen les diferents teories.

D'altra banda, s'atorga gran importància a les idees prèvies dels estudiants. Resulta necessari establir un procés de canvi conceptual, mitjançant el qual les idees errònies o alternatives dels alumnes siguin modificades i transformades en altres més correctes. Dins d'esta línia, una de les primeres orientacions es va proposar per Driver (1986) en establir quatre pautes d'actuació a l'hora de tractar este tipus d'idees:

1. Obtenció i clarificació de les idees prèvies dels estudiants.
2. Posada en qüestió de les idees dels estudiants a través d'exemples.
3. Invenció o introducció de nous conceptes.
4. Proporcionar oportunitats perquè els alumnes facen servir les noves idees en un ampli ventall de situacions.

Per tant, no és suficient amb promoure un canvi conceptual; estes noves idees han d'aportar als alumnes alguna rendibilitat fora de l'àmbit escolar.

En esta línia de propiciar un canvi conceptual, Gil (1993) aniria més enllà en proposar un canvi conceptual associat a un canvi metodològic i actitudinal, establint un paral·lelisme entre el procés d'ensenyament/aprenentatge i la forma en què es generen els coneixements científics. Els alumnes han de trobar sentit al fet de modificar les seves idees apropant-les a les científiques (canvi actitudinal). Per adquirir estes noves idees necessiten un nou tractament dels problemes (canvi metodològic), que es posarà de manifest en l'adquisició de nous conceptes més propers als acceptats científicament (canvi conceptual).

La metodologia duta a terme en els treballs pràctics també és un factor que s'ha de tractar dins el marc constructivista. En general, les pautes que caldria seguir serien les següents:

1. Plantejament d'hipòtesis fonamentades per part dels alumnes.
2. Establiment de possibles dissenys experimentals mitjançant un treball en grup.
3. Controlar les diferents variables.
4. Analitzar els resultats obtinguts.
5. Comunicació del procés d'indagació seguit mitjançant la confecció d'una memòria.
6. Proposar/establir nous problemes.
7. Tot este procés, sempre ha de dur-se a terme amb l'ajuda i la guia del professor.

Per concloure, incorporarem una sèrie de paràmetres a l'hora d'establir seqüències d'aprenentatge en on es pot observar la inclusió de les diferents característiques pròpies de l'ensenyament constructivista, segons s'estableix en la síntesi realitzada per Quílez et al. (2002) i es pot vore en la taula 2.2.

NOMBRE	CARACTERÍSTIQUES
1	Esbrinar el que l'alumne ja sap, el que implica conèixer les idees prèvies dels alumnes.
2	Analitzar els continguts, centrant-se en l'estructura, significat i evolució dels conceptes implicats, el que permetrà establir un fil conductor clar dels aspectes a estudiar.
3	Esbrinar les idees alternatives del que estudiants per donar suport al caràcter metacognitiu de l'activitat dels alumnes.
4	Establir connexions entre les diferents idees alternatives i les relacions causals que utilitzen els alumnes.
5	Provocar conflicte i debat a l'aula per tal de posar en qüestió les diferents idees dels alumnes, generant insatisfacció pel que fa a elles.
6	Re-formular les noves idees amb un llenguatge proper al dels alumnes, mostrant la seva capacitat explicativa i, en definitiva, la seva utilitat.
7	Aplicar aquestes idees a altres problemes, mostrant el seu caràcter predictiu, explicant millor aquelles situacions que havien creat dubtes i insatisfaccions.
8	Incloure treballs pràctics, activitats CTSA, problemes de llapis i paper, dins d'un marc que propicie un procés d'indagació hipotètic-deductiu.
9	Utilitzar aspectes històrics per ajudar a canviar una imatge negativa de la ciència i per mostrar el caràcter provisional i canviant de les teories científiques, així com les interaccions socioculturals en què s'emmarquen.
10	Recapitular continguts mitjançant mapes conceptuals i activitats de síntesi, el camí seguit i les relacions entre els conceptes.
11	Entendre l'avaluació com un procés iniciat ja des del principi, i no només al final de la unitat, emprant tota una gamma de recursos, que permeta obtenir informació per valorar el treball continu i l'esforç de l'alumne, reconduint i reforçant-lo quan siga necessari.

Taula 2.2: Paràmetres a tenir en compte a l'hora de dissenyar una seqüència d'aprenentatge

2.3.4. Propostes d'aprenentatge que faciliten la realització de treballs pràctics

A l'hora de realitzar esta memòria, es va plantejar el problema de quines haurien de ser les fonts bibliogràfiques que s'anaven a emprar. Dins del conjunt de possibilitats, se triaren tres grans grups, la revisió de les revistes d'investigació, la revisió de les Tecnologies de la Informació i Comunicació (TIC) i, per últim, es va revisar els Experiments Assistits per Ordinador (EXAO).

2.3.4.1. Revisió de les revistes d'investigació

Quan es va plantejar la investigació en les aplicacions que tenia la plataforma Arduino en la realització de pràctiques de laboratori en els centres de secundària, el primer que es va fer és buscar a les revistes especialitzades quin era l'estat actual del tema, o el que és el mateix, investigar quin treball s'havia realitzat i quins aportes podria fer-ne. Les revistes i publicacions elegides son:

1. Alambique
2. American Journal of Physics
3. Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales
4. Enseñanza de las Ciencias
5. Eureka
6. European Journal of Physics
7. International Handbook of Science Education

8. International Journal of Science Education
9. Journal of Science Education and Technology
10. Physics Education
11. Revista Española de Física
12. School Science Review
13. Science Education
14. Science & Education
15. The Physics Teacher

En la taula 2.3 es té el nombre d'articles en estes revistes d'investigació didàctica dedicats a l'Arduino, i altres investigacions com ara sensors, MBL (Micro-computer Based Laboratory), EXAO, CAL (Computer-Assisted Laboratory) i SBL (Simulation-Based Laboratories) durant el període 2008 - maig de 2015.

REVISTA	ARDUINO	ALTRES
Alambique	0	3
American Journal of Physics	1	3
Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales	0	0
Enseñanza de las Ciencias	0	4
Eureka	0	2
European Journal of Physics	1	0
International Handbook of Science Education	0	0
International Journal of Science Education	0	20
Journal of Science Education and Technology	1	30
Physics Education	1	32
Revista Española de Física	0	3
School Science Review	2	26
Science & Education	0	0
Science Education	2	30
The Physics Teacher	0	0

Taula 2.3: Resultats de la recerca en revistes de didàctica, educació i Física sobre articles amb contingut sobre l'Arduino, i altres ítems.

Vegem que entre el llistat de revistes de la taula 2.3 hi han casos on no s'han trobat cap article que coincidira amb la recerca feta. També es pot veure clarament que, encara que la plataforma Arduino té els avantatges que hem dit en la secció 1.2 del capítol 1, els investigadors en didàctica preferixen majoritàriament utilitzar kits d'experimentació comercial, com per exemple Pasco, Ventus ciència experimental, Arbor Scientific, Didaciencia o Edmund Scientifics. En la Figura 2.1 es mostren les pàgines web de les citades empreses.

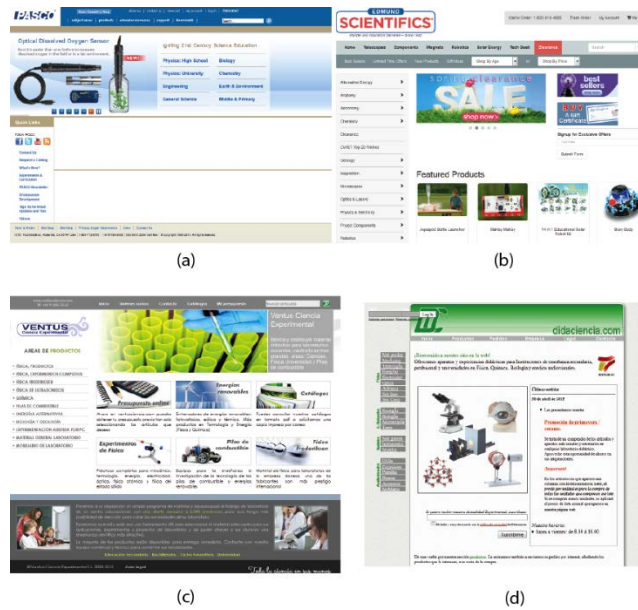


Figura 2.1: Portades d'introducció de les pàgines webs de (a) Pasco, (b) Edmund Scientifics, (c) Ventus ciència experimental i (d) Didaciencia.

2.3.4.2 Revisió de les TIC

La utilització de Tecnologies de la Informació i la Comunicació (TIC) basades íntegrament en els ordinadors és altra opció que hi ha a l'hora de que els estudiants experimenten i interactuen amb el món físic. Les TIC presenten una sèrie d'avantatges respecte a les classes 'tradicionals', com que es poden dissenyar experiències que d'altra manera no serien possibles realitzar en el curs, bé per falta de temps, be per falta de recursos als centres. Més específicament, les TIC contribueixen a l'aprenentatge significatiu dels estudiants, a la construcció reflexiva dels seus coneixements, i a facilitar l'atenció personalitzada, la retroalimentació i el treball a l'aula necessaris per a millorar l'aprenentatge (M. J. I. Martínez et al., 2013;González et al., 2004; Lires et al., 2013; Coca, 2013).

Dins de les TIC es té que les més utilitzades son:

- Webs favorites: És una llista de pàgines webs preferides.
- Mural digital: Consistix en crear una presentació en format digital (PowerPoint, Beamer, etc.)
- Recerca del tresor: Servix per a consolidar els coneixements adquirits en una sessió. El professor planteja una recerca en documents, pàgines web, etc. amb una serie de preguntes i a on el tresor es que l'estudiant faça un resum del que ha trobat i done la seua opinió personal. L'estructura que seguix és:
Introducció -> Preguntes -> Recursos -> La gran pregunta -> Avaluació-> Crèdits (bibliografia, fonts, etc.)
- Webquest: Se li planteja a l'alumnat un problema, una guia del procés del treball i un conjunt de recursos preestablerts accessibles a la web. Els estudiants treballaran en grups xicotets i finalment elaboren un treball, en paper o en format digital utilitzant els recursos oferts en internet.
- Applets: Es tracten de programes informàtics dirigits a simular un sistema físic i que l'alumne, modificant les diferents variables, obtinga la informació o els resultats buscats.

Durant el màster de professorat en Secundària, a la assignatura d'Innovació Docent es va tindre l'oportunitat d'estudiar les aplicacions de les applets i les propostes a l'ensenyança de la Física i Química. Un applet és un programa informàtic dissenyat en llenguatge Java o més actualment, en JavaScript, que se pot executar directament des de la pàgina web en que està ficat. Els applets més útils per al professorat de Física i Química, per incorporar-los en una activitat d'aprenentatge, son aquells que modelitzen un determinat fenomen, tant en la seua vessant qualitativa com quantitativa.

El valor didàctic d'estos applets és que permeten reproduir fenòmens naturals difícilment observables de forma directa, ja siga per la seua perillositat, la seua durada temporal, l'escala temporal o les caresties a l'hora de muntar-lo al laboratori.

En ells els estudiants posen a prova les seues idees prèvies al voltant del fenomen simulat mitjançant l'emissió d'hipòtesis pròpies, el que promou una major autonomia del procés d'aprenentatge. L'estudiant compren millor el model físic emprat per explicar el fenomen, al observar i comprovar interactivament la realitat que representa. A més, la simulació possibilita l'extracció d'una part de la física que està soterrada en una determinada experiència, simplificant el seu estudi, el que facilita la comprensió del fenomen. També es pot modificar els diferents paràmetres i condicions inicials que apareixen en el model. La simulació evita que els estudiants facen càlculs numèrics, el que permet focalitzar-nos en els aspectes conceptuals del problema. A més, permet als alumnes la verificació qualitativa i quantitativa de les lleis científiques estudiades. Per últim, els problemes físics amb un transfons matemàtic complex poden ser tractats de forma que siguen accessibles als estudiants (física de partícules, reactors químics, sistemes lineals, caos, etc.)

S'ha de tindre en compte que el millor programa informàtic, per ell mateix, no garanteix l'èxit. La utilització de les TIC, integrant la teoria i la pràctica, millora la motivació i l'aprenentatge. L'ús dels recursos informàtics en l'aprenentatge de la Física i Química, en paral·lel amb altres estratègies, incrementa la predisposició a aprendre Física i Química. L'alumnat valora positivament la utilització de l'ordinador com una de les estratègies d'aprenentatge preferides. S'ha de tindre en compte que els estudiants son nadius digitals, per el que l'ús dels programes no els presentarà cap problema una vegada se'ls haja explicat com s'utilitza. Per últim, els professors, individual o col·lectivament, deuen adaptar didàcticament els recursos TIC a través dels programes d'activitats.

2.3.4.3 Revisió de les EXAO

A continuació es descriu ara l'estat de l'experimentació assistida per ordinador, on els estudiants treballen amb un ordinador i diferents sensors. Actualment la Conselleria d'Educació, Cultura i Esports de la Generalitat Valenciana, mitjançant els CEFIREs, disposa d'un curs orientat a EXAO (15VA77IN046). En este curs s'utilitza el material de PASCO i és semi-presencial. L'objectiu d'este curs es formar al professorat en la utilització dels kits de fabricació propia o de PASCO i com dissenyar els experiments.

Als Centres de Formació del Professorat de la resta d'Espanya tenen cursos dirigits a la utilització de l'Arduino, MindStorms (Lego), Leonardo (MIT), tots dirigits a l'àmbit tecnològic. En quant a cursos de EXAO per secundària, este any no han programat cap. A pesar d'esta manca de recursos formatius, per internet es troben gran quantitat de blogs, pàgines de suport i fòrums on es pot trobar gran quantitat d'informació per a fer el nostres projectes. També es disposa de llibres, com per exemple, els de Schmidt (2011); Doukas (2012); Riley (2012); Patterson (2013);

McRoberts (2010); Craft (2013); Niver (2014) o memòries de màster, com ara las de Ainzua (2014); Sánchez (2014); Albir (2014); J. Fernández (2012) per citar les més recents.

S'observa que, encara que en altres assignatures dels cursos de secundària i batxillerat s'utilitzen les plataformes d'experimentació i fins i tot de robòtica, estos recursos no s'apliquen durant la docència de la Física i Química. No obstant, des de les universitats públiques valencianes s'està fent un esforç per convergir l'assignatura amb els experiments. Un bon exemple d'això es la Fira-Concurs Experimenta, organitzada anualment per la Universitat de València i que té, com a objectiu: *“Els participants poden concebre un projecte experimental o tecnològic que pose de manifest algun principi físic o la seua aplicació i exposar-lo”*. Altre bon exemple és el Aula Experimenta de la Facultat de Física de la UV, que es defineix en la seva pàgina web com:

“ Experimenta és un conjunt d'iniciatives destinades a promoure una millora de l'aprenentatge de la Física, donant especial atenció als fenòmens naturals i la familiaritat amb l'experimentació, així com als múltiples desenvolupaments tecnològics basats en la física. Els estudiants realitzen pràctiques de laboratori en l'Aula de Física Experimenta, supervisats pels docents de la Facultat de Física i coordinats amb el professorat de secundària. Aquesta activitat forma part del conjunt d'iniciatives Experimenta destinades a promoure una millora de l'aprenentatge de la Física amb especial atenció a la observació del fenòmens naturals i la experimentació.”

També es té gran quantitat d'articles que tracten el tema d'experimentació als centres educatius amb sensors, com podem vore en les següents referències. (J. E. Martínez, 2015; Sampedro et al., 2012; Tortosa, 2013; Mabbott, 2014; Gopalakrishnan i Gühr, 2015; Kraftmakher, 2014; Tortosa, 2009). Experiments amb l'Arduino es poden trobar en les referències (Galeriu et al., 2014; Galeriu, 2013).

2.4 Avaluació

L'avaluació juga un paper molt important en el procés d'ensenyament-aprenentatge, com ho posa de manifest el valor que li atorguen nombrosos investigadors i dissenyadors del currículum. Igualment, sembla evident a l'actualitat que el paper de l'avaluació s'ha d'establir tenint en compte els coneixements que s'han adquirit sobre l'ensenyament i l'aprenentatge (Solbes et al., 2011). S'ha d'eixir al pas d'un tipus d'avaluació que representa, únicament, un simple instrument de constatació asèptica.

L'avaluació s'ha d'entendre com un procés continu que informa els professors sobre què ensenyar, com ensenyar i què fer amb els alumnes que presenten certes dificultats per aprendre (Vidal-Abarca et al., 2014). La mateixa, no solament consisteix a qualificar a l'alumne al final del període d'ensenyament/aprenentatge; també ha d'actuar a l'inici (avaluació inicial) i durant el procés (avaluació formativa), emprant per a això una gran varietat d'instruments que permeta recollir informació sobre aspectes que faciliten la diversificació suficient, amb vista a prendre les decisions pedagògiques més idònies.

Segons Vidal-Abarca, et al. (2014) se poden distingir entre tres tipus d'avaluació:

1. Avaluació inicial dels conceptes previs: Es basa en detectar les idees prèvies dels alumnes sobre els continguts del tema. Les mateixes, determinaran el punt de partida del procés i que, per tant, s'haurà de tenir en compte per a un desenvolupament posterior.
2. Avaluació per ajudar a l'aprenentatge (formativa): Es tracta dels diferents procediments que el professor utilitza durant el procés ensenyament / aprenentatge. Per exemple, el professor recull les llibretes d'activitats, planteja activitats de síntesi, proposa treballs

sobre els continguts, etc. Tots ells, proporcionen informació al professor sobre el que els estudiants estan aprenent.

3. Avaluació del rendiment final: També és coneguda com a avaluació additiva o avaluació del rendiment final. Es realitza al final d'un període d'ensenyament, i requereix, tant per part dels professors com dels alumnes, un esforç de síntesi dels aspectes més rellevants de la unitat i de les relacions que guarden entre si.

Com a últim punt dins del procés d'avaluació, resulta necessari dissenyar activitats d'avaluació que proporcionen retroalimentació als estudiants i s'autoregulen seu aprenentatge. L'objectiu és que els alumnes siguin conscients dels seus propis avanços, de les mancances i de les dificultats. Si un estudiant té dificultats d'aprenentatge, seria convenient que pogués auto-regular el seu grau d'aprenentatge, de manera que quan no estigués aprenent bé, se'n adonés i adoptés mesures per millorar.

En les pràctiques de laboratori, que estan incloses dins d'unitats didàctiques més amples, s'han incorporat els següents processos d'avaluació:

1. Descobrir les idees prèvies dels estudiants respecte al tema de la pràctica que s'anava a fer. Degut a com s'ha realitzat el programa d'activitats, estes idees es posaven de manifest quan responien a les activitats. Al realitzar les pràctiques de laboratori al final dels temes, la gran majoria d'idees alternatives ja s'havien canviat per les idees correctes. El professor al laboratori fa un seguiment individualitzat instantani de com les idees alternatives es van canviant i modificant.
2. Dissenyar diverses activitats amb diferent grau de dificultat, tant conceptual com procedimental, que permeta avaluar el nivell d'aprenentatge dels estudiants. Algunes són simplement enumeracions o exercicis d'aplicació, però en altres deuen fer un disseny experimental complet, proposant hipòtesis, manipulant els diferents objectes per a realitzar la pràctica, etc.
3. Activitats de síntesi, com analitzar les dades obtingudes, organitzant la informació i emetent conclusions al seu treball. L'objectiu d'estes activitats és que els alumnes verbalitzen les idees fonamentals i aprenguen a com es treballa en les investigacions. També s'han realitzat activitats CTSA.
4. Recollida dels informes i treballs d'investigació, on es veu tot el treball realitzat pels alumnes, dins i fora del laboratori. D'esta manera tenim una font d'informació de la correcta expressió escrita dels alumnes, la presentació i els hàbits de treball, etc.
5. Exposició i debat de la pràctica, on s'analitza la forma d'expressar-se de cada alumne, l'actitud, la claredat i organització de l'exposició. Durant el debat s'avalua la capacitat d'argumentació.
6. Incloure a la prova d'avaluació de la unitat didàctica qüestions on aparega el procés realitzat al laboratori. Com diuen J. Solbes, X. Domínguez i C. Furió (2011), "[...] a l'hora de fixar criteris, no es pot oblidar que només allò que és avaluat és percebut pels estudiants com a realment important."

Capítol 3: Metodologia

3.1 Introducció

Per a contrastar les hipòtesis establertes en el segon capítol s'ha fet un disseny experimental format per diferents tipus de qüestionaris: de professors i d'estudiants. Estos qüestionaris s'han administrat als professors i estudiants de l'IES Ramón Muntaner situat en Xirivella, Valencia.

3.2 Disseny del qüestionari dels professors

El qüestionari es va dissenyar per obtindre informació sobre la utilització dels recursos TIC per part del professorat de 4t d'ESO i Batxillerat. S'ha aplicat als professors que donen estos cursos. Tots els professors als que se'ls va passar l'enquesta han realitzat cursos al CEFIRE sobre la utilització i integració dels recursos TIC dins de les classes. Respecte als recursos TIC, el centre compta amb cinc ordinadors per a l'ús dels professors i amb un aula d'informàtica amb 35 ordinadors connectats a la xarxa.

A la taula 3.1 es mostra els ítems del qüestionari de professors. És de tipus Likert amb la següent escala de valoració:

1. No utilitza mai este recurs.
2. L'usaven un poc.
3. Utilitza a vegades este recurs.
4. Utilitza molt este recurs.

Els professors i professores donen les classes de Física i Química de 3r d'ESO, 4r d'ESO i Batxillerat, el que permet generalitzar els resultats d'este qüestionari a eixos cursos.

ÍTEM	RECURSOS DIGITALS
A	Recerca en Internet
B	Processadors de text utilitzant taules, processadors de text, gràfiques, etc.
C	Utilitzen simuladors (TICs)
D	Presentacions en PowerPoint o amb altres programes de presentació
E	Tractament de dades amb Excel o amb altres programes de tractament de dades
F	Experimentació assistida per Ordinador (utilització dels sensors)

Taula 3.1: Qüestionari de professors.

3.3 Disseny del qüestionari d'estudiants

S'han dissenyat tres qüestionaris per a ser contestats pels estudiants: un qüestionari d'actituds que van realitzar els alumnes de l'assignatura Física i Química de 4t d'ESO; un altre qüestionari conceptual, que van contestar els alumnes de l'assignatura 'Temes Monogràfics d'Investigació' (TMI), també de 4t d'ESO. Per últim, un qüestionari conceptual sobre sòlid rígid que van complimentar els alumnes de 2n de Batxillerat de l'assignatura 'Física Aplicada'.

3.3.1 Fiabilitat dels qüestionaris. Alfa de Cronbach

Per a determinar la fiabilitat del qüestionari d'actituds s'ha aplicat a un grup pilot format per 20 estudiants. El resultat obtingut és 0,699 (Taula A.1 del Apèndix 1), aproximadament igual a 0,7. Per tant, el qüestionari resulta fiable.

Els qüestionaris conceptuals passats als estudiants de TMI i Física Aplicada estan formats respectivament per 7 i 4 ítems. Com que el nombre de preguntes es menor que 10, no s'ha calculat el paràmetre alfa de Cronbach.

3.3.2 Qüestionari d'actituds

Per a conèixer les actituds dels alumnes al voltant dels sensors i les pràctiques o demostracions a l'aula, es va crear un qüestionari format per 11 ítems. Està dirigit a estudiants de Física i Química de 4t d'ESO. El van realitzar 23 alumnes dividits en 2 grups (4t A i B) amb 2 professors diferents. Al grup A van contestar 17 alumnes i al grup B, 6 alumnes, al ser este un grup on estaven integrats els alumnes de PDC II (11 alumnes) en les matèries comunes que fixa el currículum.

El qüestionari és de tipus Likert amb la següent escala:

1. L'alumne està en complet desacord amb el ítem.
2. L'alumne està en desacord amb el ítem.
3. L'alumne està d'acord amb el ítem.
4. L'alumne està completament d'acord amb el ítem.

El qüestionari es va contestar després de donar una classe – col·loqui sobre els sensors i demostracions de les seues aplicacions. Esta xerrada va tindre lloc en l'assignatura de Tecnologia de 4t d'ESO, ja que va ser impossible realitzar-la durant les classes de Física i Química de 4t d'ESO.

Els ítems es poden veure en la taula 3.2, on trobem tres grups de preguntes per englobar les actituds dels alumnes al voltant dels sensors (ítems P02, P03, P06 i P10), de les experiències del treball a l'aula (P05, P09, i P11) i la interacció que tenen amb ells (ítems P01, P04, P07 i P08).

ÍTEM	PREGUNTES
P01	Conec aplicacions de sensors en física, química, enginyeria, etc.
P02	La recollida de dades per sensors en medicina, vehicles, etc. ens ha millorat la vida.
P03	Participaria en concursos o fires amb experiments fets amb sensors
P04	Utilitze habitualment sensors en la meua vida diària (mòbil, domòtica, monitorització, etc.)
P05	M'agradaria que en les classes de Física y Química s'explicara com usar sensors en la matèria que s'està donant.
P06	L'ús de sensors en Física i Química augmenten el meu interès per l'assignatura
P07	En altres assignatures (per exemple, Tecnologia) o cursos he treballat amb sensors (per exemple, Leonardo).
P08	Crec que hauríem d'aprendre a utilitzar més els sensors.
P09	Els sensors estan presents en la majoria dels aparells que utilitze.
P10	Preferisc fer les pràctiques de laboratori amb sensors.
P11	En la meua vida com estudiant o professional, l'ús de sensors me facilitaran l'obtenció de dades i/o execució del meu treball.

Taula 3.2: Qüestionari actitudinal d'estudiants.

3.3.3 Qüestionari d'estudiants de TMI. Concepte de pH.

Dins de 4t de ESO, els estudiants podien triar com assignatura optativa "Treballs Monogràfics d'Investigació"(TMI), que enguany estava estructurada de la següent forma:

- Al començament del trimestre, els estudiants triaven un tema d'investigació, que incloïa la presentació i discussió dels resultats del EXAO assignat per la professora.

- Una vegada els estudiants havien seleccionat un tema, tots els alumnes es distribuïen en grups de 3 alumnes i feien una pràctica de les subministrades per l'empresa PASCO, on tenien el sensor i un guio totalment estructurat amb el que tenien que fer.
- Els estudiants prenen les dades i analitzaven els resultats obtinguts amb l'ordinador, ajudant-los la professora amb qualsevol dubte que tingueren, be foren dubtes conceptuals o procedimentals.
- A la finalització de la recollida i anàlisi de les dades, els estudiants entregaven per escrit el seu treball d'investigació, estructurat com a tal, i feien una presentació on exposaven els seus resultats i els interpretaven. La resta d'alumnes podien preguntar-los sobre el seu treball.

Durant el 2n trimestre, el tema a investigar era el pH. Quan es va arribar al centre, durant el pràcticum (27 de gener), els alumnes ja havien triat els temes d'investigació i no havien començat a utilitzar el pH-metre. És en este moment quan es va aplicar el pre-test. L'alumnat va treballar durant 6 sessions setmanals d'una hora, incloent l'anàlisi i preparació de les presentacions. El post-test se'ls va passar quan van finalitzar les presentacions.

Al ser una assignatura optativa del centre, el nombre d'alumnes era baix, 15 alumnes, dels quals 9 eren xiques i 5 eren xics. Estaven dividits en 5 grups de 3 alumnes cadascun, amb un ordinador per a cada grup i un sensor amb l'equip de comunicació pertinent per grup.

3.3.3.1 Elaboració del qüestionari conceptual

Es va elaborar un qüestionari format per 7 ítems. El qüestionari era de resposta dicotòmica: Verdader (1) / Fals (0), on l'objectiu és conèixer el nivell de coneixements dels alumnes abans i després de realitzar la pràctica sobre el pH. Els ítems (Taula 3.3) corresponen a conceptes estudiats en l'assignatura el curs anterior.

ÍTEM	PREGUNTES
A	El pH és una mesura de l'acidesa.
B	El pH pot prendre qualsevol valor.
C	Si el pH es major que 7, la substància és àcida.
D	El valor del pH d'una substància A és 3 i el de un altra, que anomenarem B és 5. La substancia A es més àcida que la B
E	Quan combinem un àcid amb una base, es neutralitzen completament.
F	El pH de l'aigua destil·lada és sempre 7.
G	En la natura, es troben productes que indiquen si un substancia és àcida o bàsica

Taula 3.3: Qüestionari conceptual pre-test / post-test realitzat per l'alumnat de TMI.

3.3.4 Qüestionari als estudiants de Física Aplicada. Sòlid rígid

Dins de les assignatures optatives de 2n de Batxillerat, els alumnes podien triar l'assignatura de 'Física Aplicada', on s'amplien els seus coneixements en mecànica, electromagnetisme, etc. que complementen l'aprenentatge de l'assignatura de Física. Esta classe estava formada per 6 alumnes, tots xics. La classe es realitzava de forma magistral. Durant el període de l'estudi, van acudir amb el seu professor de Física a l'aula Experimenta per a fer experiments d'òptica geomètrica.

Els alumnes de Física Aplicada no havien fet mai un treball pràctic sobre el sòlid rígid. Al laboratori els alumnes van fer 2 grups de tres persones per a fer la pràctica proposada. A

diferència del treball pràctic sobre el pH, en esta ocasió els alumnes van realitzar la pràctica immediatament després de finalitzar el tema de sòlid rígid.

El qüestionari va ser contestat pels estudiants abans de fer el treball pràctic amb sensor (pre-test). Després de terminar el treball pràctic els estudiants complimentaran el mateix qüestionari (post-test). Els resultats seran tractats estadísticament per a analitzar si s'ha produït una millora en l'aprenentatge dels estudiants.

3.3.4.1 Elaboració del qüestionari conceptual

Es va elaborar un qüestionari format per 4 ítems. El qüestionari era de resposta dicotòmica: Verdader (1) / Fals (0). Els ítems corresponen a conceptes estudiats en l'assignatura. En la taula 3.4 es mostren els 4 ítems que formen el qüestionari.

ÍTEM	PREGUNTES
A	El moment d'inèrcia d'un sòlid rígid depén de la forma en que este distribuïda la massa.
B	L'acceleració del centre de masses d'un sòlid rígid depén del moment d'inèrcia.
C	Els cossos reals tenen tant energia de translació com de rotació.
D	Se conserva l'energia mecànica d'un sòlid rígid que se mou en un camp gravitatori.

Taula 3.4: Qüestionari conceptual pre-test / post-test realitzat per l'alumnat de Física Aplicada.

3.4 Programa d'activitats

Els treballs pràctics sobre el pH i el sòlid rígid es varen desenvolupar mitjançant dos programes d'activitats que es presenten a continuació. S'ha intentat que els estudiants no es limiten a seguir una sèrie d'instruccions sense sentit. Se presenten com a xicotetes investigacions en les quals els estudiants han d'utilitzar el mètode científic. No es tracta de programes fixos i tancats. Pretenen ser una guia o fil conductor per al professor a l'hora de tractar els diferents continguts relacionats amb els temes.

3.4.1 Programa d'activitats de la pràctica de laboratori de sòlid rígid amb Arduino

Esta pràctica està integrada en el tema de sòlid rígid que se dona en l'assignatura optativa de 'Física Aplicada' de 2n de Batxillerat al segon trimestre del curs. La van realitzar els sis alumnes matriculats i se van fer dos grups de tres persones cadascú. Se realitza en dues sessions d'una hora i al finalitzar els estudiants entreguen un informe i fan una presentació i debat sobre els resultats. Una vegada els estudiants han après, bé en este curs o bé en els anteriors, els conceptes de massa inercial, rotació, moment d'inèrcia, 2a llei de Newton aplicada a la rotació i sobre tot els conceptes d'acceleració del centre de masses i conservació de l'energia en sistemes amb rotació, és quan es realitza esta pràctica.

Esta pràctica està basada en un article de J. Solbes i F. Tarín (2008). S'ha adaptat per a poder realitzar-la amb la placa Arduino i el programa Matlab. Com a sensor de moviment s'ha utilitzat un sensor de moviment HC SR04, que per el seu fàcil muntatge i bona precisió, s'ha considerat l'idoni per a prendre les dades experimentals. L'esquema del muntatge se pot vore en l'Apèndix B.

3.4.1.1 Sessió 1: Moment de inèrcia i moviment del centre de masses

Com ja s'ha estudiat en cursos anteriors, la massa inercial es la resistència que presenten las partícules als canvis de velocitat. En este tema s'ha introduït el concepte de moment d'inèrcia com la resistència a la rotació d'un cos no puntual.

Activitat 1: Tenim una esfera sòlida, una esfera buida (escorça esfèrica), un cilindre sòlid i un cilindre buit (escorça cilíndrica), tots amb la mateixa massa M i radi R. Quin cilindre tindrà més moment d'inèrcia, el sòlid o el buit? I per al cas de les esferes?

Comentaris de l'activitat: En esta activitat es busca que els alumnes dedueixen que el cilindre buit té un moment d'inèrcia major que el sòlid, al tindre la massa concentrada en la perifèria i no distribuïda uniformement. El mateix raonament es pot aplicar per a les esferes (Viennot, 1979; Clement, 1982; Halloun i Hestenes, 1985; McDermott, 2008).

Activitat 2: En un pla inclinat posem successivament el cilindre buit i el cilindre sòlid de l'activitat 1. Si te bases en les conclusions de l'activitat 1, quin arribarà primer a la base del pla? Repetix el raonament per a les esferes.

Comentaris de l'activitat: Els estudiants prediran que arriba abans el cilindre buit perquè el moment d'inèrcia es menor que el cilindre sòlid. El mateix succeeix quan els estudiants repetisquen l'experiència per a les esferes (Menigaux, 1994). Encara que esta activitat és qualitativa i que els estudiants no utilitzaran les expressions dels moments d'inèrcia, es recorda que per a cada sòlid utilitzat en l'activitat, estos son:

- Esfera sòlida: $I = \frac{2}{5}MR^2$
- Esfera buida: $I = \frac{2}{3}MR^2$
- Cilindre sòlid (respecte a l'eix que passa pel centre de les bases): $I = \frac{1}{2}MR^2$
- Cilindre buit de paret prima (respecte a l'eix que passa pel centre de les bases):
 $I = MR^2$

Activitat 3: Fes un disseny experimental que et permeta comprovar les hipòtesis realitzades en l'activitat 2 utilitzant un sensor de moviment i la placa Arduino.

Comentaris a l'activitat: En esta activitat els estudiants tenen que col·locar els objectes en un pla inclinat amb suficient inclinació per a que giren sense lliscar. A més han de preparar el disseny de tal forma que només mesuren el temps que tarden els objectes en caure. Degut a les característiques del sensor, el professor indicarà als estudiants que el sensor s'ha de col·locar en la part superior del rail i que han de pensar alguna forma per a que els objectes no es caiguen quan arriben al final del recorregut.

Activitat 4: Analitza els resultats de l'experiment i compara'ls amb les prediccions de l'activitat 2.

Comentaris de l'activitat: Els estudiants voran si la hipòtesi de l'activitat 2 es complix o no, i per tant, si la seua hipòtesi de partida és correcta o incorrecta (Thornton i Sokoloff, 1990; Halloun i Hestenes, 1987; Clement, 1993).

Activitat 5: Fes un disseny experimental de manera que es puga mesurar l'acceleració de cada cos quan es mou per un pla inclinat. Comprova si els resultats experimentals son compatibles amb els valors teòrics.

Comentaris de l'activitat: Els estudiants han de configurar l'experiment per obtindre l'acceleració de cada cos. A més, els estudiants deduiran els valors teòrics de les acceleracions:

- Esfera sòlida: $a = \frac{5}{7}g \sin \theta$

- Esfera buida: $a = \frac{3}{5} g \sin \theta$
- Cilindre sòlid (respecte a l'eix que passa pel centre de les bases): $a = \frac{2}{3} g \sin \theta$
- Cilindre buit de paret prima (respecte a l'eix que passa pel centre de les bases): $a = \frac{1}{2} g \sin \theta$

L'equació per al moviment lineal del centre de masses es:

$$Mg \sin \theta - F_f = Ma$$

on F_f és la força de fregament. La rotació al voltant del centre de masses (en activitats anteriors hem introduït els conceptes de moment d'una força i moment d'inèrcia) la descrivim mitjançant l'equació:

$$F_f R = I\alpha$$

on α és l'acceleració angular. Com que els cossos roden sense lliscar, $\alpha = a/R$, i de les equacions anteriors obtenim l'acceleració:

$$a = \frac{Mg \sin \theta}{M + \frac{I}{R^2}}$$

Activitat 6: Ara vas a comparar els valors experimentals i teòrics de l'acceleració. Fes una taula on es veja l'objecte, l'acceleració predita i l'acceleració mesurada. Comenta els resultats.

Comentaris de l'activitat: En esta activitat els estudiants, al representar les dades en la taula i comparar els valors experimentals front als teòrics, voran que de nou l'experiment confirma aproximadament el model teòric. En els comentaris els alumnes haurien de presentar els resultats com si foren les conclusions dels articles d'investigació.

Activitat 7: Dona alguns exemples quotidians d'aplicacions del moment d'inèrcia i de rodada sense lliscament.

Comentaris de l'activitat: Esta activitat connecta la pràctica amb les relacions CTSA. Algunes de les aplicacions son la rodada de les rodes dels vehicles, arquitectura, satèl·lits, acceleròmetres, el sistema KERS del cotxes de carrera, el sistema de frenat dels trens d'alta velocitat, el volant d'inèrcia dels motors dels vehicles, etc.

3.4.1.2 Sessió 2: Conservació de l'energia d'un sòlid rígid

En esta segona sessió anem a estudiar si se conserva l'energia mecànica dels 4 cossos que hem utilitzat anteriorment quan se mouen en un pla inclinat.

Activitat 1: Què faries per a calcular l'energia mecànica de cadascú dels cossos que se mouen per un pla inclinat?

Comentaris de l'activitat: Els estudiants deuen arribar a la conclusió de que tenen que mesurar la posició i la velocitat al llarg del pla inclinat, registrant les dades en la placa Arduino.

Els estudiants coneixen que l'energia potencial gravitatòria és Mgh i la cinètica $(1/2)Mv^2$. Els estudiants tindran que mesurar amb la placa Arduino la velocitat. El professor preguntarà als estudiants si es pot mesurar la velocitat amb el sensor i l'altura. Les respostes dels alumnes deuen ser que sí es pot mesurar la velocitat però no l'altura.

Aleshores se'ls pot preguntar com ho farien per conèixer-la indirectament. Els alumnes arribaran a la conclusió de que l'altura es pot calcular a partir de la posició (mesurada des de la base del pla inclinat) i de l'angle del pla inclinat (que se mesura amb un mesurador d'angles).

Activitat 2: Fes el disseny experimental per a mesurar, amb l'ajuda del sensor, l'energia mecànica de cadascú dels cossos.

Comentaris de l'activitat: Els estudiants realitzen de nou l'experiment al pla inclinat com han fet a la sessió 1. Configuraran el sensor i la placa Arduino per a mesurar la posició i la velocitat en funció de la posició. El professor explicarà als alumnes que les dades quedaran emmagatzemades en la EEPROM de la placa Arduino i com s'accedix a elles. Una vegada els estudiants tenen les dades, les copien a una fulla de càlcul (com per exemple Excel) i calculen l'energia cinètica, $E_c = (1/2)Mv^2$ i l'energia potencial $E_p = Mgh$, on $h = s \sin \theta$ i s és la distància al objecte mesurat des de la base del pla inclinat.

El professor indica als estudiants que han de representar l'energia cinètica, l'energia potencial i la suma de les energies cinètica i potencial en funció de la posició en la mateixa gràfica.

Activitat 3: Analitza la gràfica que has obtingut a l'activitat 2, on has representat les energies en funció de la posició. Quines conclusions extraus?

Comentaris de l'activitat: Els estudiants al analitzar el resultat obtingut a la gràfica de l'activitat 2, arriben a la conclusió de que l'energia mecànica no se conserva al no ser una línia recta. El professor pot comentar que un problema paregut se'l trobaren els físics nuclears als anys 20 quan estudiaven la conservació de l'energia en desintegracions d'àtoms. També ocorre el mateix en tots els processos mecànics en els quals l'energia mecànica se transforma en energia interna, com la frenada d'un vehicle i tots els processos en els que hi han forces de fregament.

Activitat 4: Fins ara has estudiat que la conservació de l'energia és un principi fonamental de la física. Per què creus que no se conserva en este cas?

Comentaris de l'activitat: Els estudiants han d'adonar-se de que no han tingut en compte el moviment de rotació del cos durant el experiment. L'expressió correcta per a l'energia cinètica del cos és la suma de l'energia cinètica del centre de masses més l'energia cinètica de rotació, $E_{c,r} = (1/2)I\omega^2$ i on la velocitat angular de rotació és $\omega = v/R$. Els moments d'inèrcia són els de l'activitat 2 de la sessió 1.

Activitat 5: Calcula l'energia mecànica total tenint en compte les deduccions de l'activitat 4. Fes una representació gràfica de les energies cinètica, potencial i l'energia mecànica en funció de la posició.

Comentaris de l'activitat: Els estudiantes tornen a calcular les energies cinètica del centre de masses, de rotació i energia potencial, per a fer a continuació la representació gràfica amb Excel o un programa similar.

Activitat 6: Analitza la gràfica de la activitat 5 i explica quines conclusions extraus. Se conserva l'energia mecànica?

Comentaris de l'activitat: Els estudiants, al incloure l'energia cinètica de rotació en l'energia cinètica, obtindran que la gràfica de l'energia mecànica és una línia recta horitzontal. Per tant, l'energia mecànica se conserva en tot el rang del moviment.

3.4.2 Programa d'activitats de la pràctica de laboratori de pH amb Arduino

Esta pràctica té com a títol: Perquè és important el pH per a nosaltres? La duració de la pràctica es d'una sessió d'una hora, sempre que el professor haja preparat prèviament tot el material que els estudiants van a necessitar. Encara que esta pràctica es va fer dins de l'assignatura de "Temes Monogràfics d'Investigació" de 4t d'ESO, s'integraria fàcilment dins del tema de processos àcid / base del temari de Física i Química de 4t d'ESO, una vegada els estudiants han fet activitats sobre què és un àcid i una base, com es determina el seu caràcter, i han fet activitats al voltant de les seues propietats, que també han après en l'assignatura de Física i Química de 3r d'ESO.

3.4.2.1 Introducció

Per a començar, repassem el que recordem d'activitats anteriors. Per això, anem a fer les següents activitats per a refrescar els coneixements.

Activitat 1: En les activitats anteriors hem vist les propietats macroscòpiques dels àcids i bases. Quins exemples (de substàncies que pots trobar en la teua casa) dels dos tipus se te ocorren, basant-te en eixes propietats?

Comentaris de l'activitat: Els estudiants no tindran dificultats en posar exemples de la seua vida quotidiana, com ara lleixiu, sulfumant, etc. Estes preguntes volen activar els coneixements dels estudiants i situar-los en la pràctica, activant la Memòria a curt/mig termini (Vidal-Abarca et al., 2014) i també que els estudiants veguen que van a fer activitats dins de les relacions CTSA (Solbes i Vilches, 1992, 1995).

3.4.2.2 Indicadors

Anem a vore com podem conèixer si una substància és àcida o bàsica. Degut als productes químics que utilitzarem, és obligatori portar la bata de laboratori, ulleres de protecció i guants. En cas de qualsevol incident, avisa al teu professor immediatament i segueix les seues indicacions.

Treballem els indicadors àcid/base. Els indicadors són unes substàncies que tenen un comportament molt especial que anem a investigar en les següents activitats.

Activitat 2: Anem a investigar com podem saber si una substància és àcida o bàsica. Per això tenim una graella amb 6 dissolucions dins de tubs d'assaig. Fica unes gotes de fenolftaleïna a cada tub i observa el que succeeix. Repetix el mateix amb els indicadors: metil-taronja, tintura de tornassol, suc de raves i suc de col lombarda. Les substàncies als tubs d'assaig són: sulfumant, vinagre, suc de llima, sosa càustica, bicarbonat i amoníac.

Organitza la informació de tal forma que d'una ullada, es tinga tota la informació que has recopilat.

Comentaris de l'activitat: L'objectiu d'esta activitat és triple:

1. *Els estudiants han de descobrir com canvia el color dins del tub d'assaig al ficar l'indicador químic i com es relaciona este canvi de color amb el caràcter àcid/base. A més, aprenen que, depenent de l'indicador químic, s'obtenen diferents colors. D'esta forma fan una classificació àcid /base caracteritzada en els canvis de colors dels indicadors.*
2. *Els estudiants han d'organitzar les seues dades de forma clara i fàcilment comprensible, tal i com es fa en les investigacions científiques. A més aprenen a extraure informació a partir de les dades experimentals recollides, buscant el denominador comú que presenten els indicadors químics: Els àcids adquirixen un color i les bases un altre.*
3. *Se'ls demostra que també trobem indicadors químics a la natura. Quan un àcid reacciona amb una base es produïx una reacció que s'anomena neutralització.*

Activitat 3: Tenim 6 tubs d'assaig amb sulfumant, vinagre, suc de llima, sosa càustica, bicarbonat i amoníac. Fica al tub d'assaig del sulfumant el contingut del tub del vinagre, al tub de suc de llima el de la sosa càustica i, per últim, al tub del bicarbonat el contingut del tub d'amoníac. Creus que estes reaccions son de neutralització? Per què creus que s'anomenen així?

Comentaris de l'activitat: Una vegada els estudiants han caracteritzats els àcids i les bases, aprenen ací què succeeix quan se produïx una reacció de neutralització. Si els estudiants tenen problemes en contestar l'última pregunta, el professor explicarà que en estes reaccions es produïx una dissolució, en principi, no té característiques àcides o bàsiques. tot succeeix com si les propietats de l'àcid i de la base s'hagueren "neutralitzat" (De la Guardia et al., 1985; Jiménez i Torres, 2002).

Activitat 4: Afegix dues gotes de fenolftaleïna als tres tubs anteriors. Fes una taula on es vegu quin color s'obté amb l'indicador. Quines conclusions obtens de l'experiment?

Comentaris de l'activitat: Els estudiants esperen, d'acord amb el que s'ha vist anteriorment, que les dissolucions no siguen ni àcides ni bàsiques. No obstant, observaran, pel color de l'indicador, que no es així. El professor pot explicar que les reaccions de neutralització poden tenir caràcter àcid, neutre o bàsic.

3.4.2.3 Concepte de pH. Paper indicador

El pH es una magnitud que mesura la intensitat del caràcter àcid o bàsic d'una substància.

Activitat 5: Tenim sis tubs d'assaig que contenen sulfumant, vinagre, àcid bòric, amoníac, bicarbonat i sosa càustica. Talla sis trossets del paper que tens a la taula. Este paper es diu 'paper indicador'. Posa una gota de cada tub d'assaig sobre cada tros del paper i observa el color que apareix abans de que s'asseque. Compara-ho amb l'escala que apareix a la tapa de la caixeta que conté el paper indicador i anota el valor del pH.



Figura 3.1: Imatge del paper indicador i l'escala de pH (amb valors del 1 al 11), tal i com es diu a l'activitat 5.

Comentaris de l'activitat: Esta activitat es realitza per a que els alumnes mesuren quantitativament el caràcter àcid o bàsic de la dissolució (Jiménez et al., 2000).

Activitat 6: Tenint en compte que ja coneixes si la dissolució del tub és àcida o bàsica, i el valor del pH, com són els valors dels àcids? I de les bases?

Comentaris de l'activitat: Els estudiants deduiran que els àcids tenen un valor del pH inferior a 7 i les bases, superior a 7.

Activitat 7: Afegix una gota d'aigua destil·lada a un trosset de paper indicador. Quin és el seu pH?

Comentaris de l'activitat: Els estudiants trobaran que el pH de l'aigua és 7. Les substàncies que tenen este valor de pH s'anomenen neutres.

Activitat 8: Fes una taula on indiques els valors de pH que tenen els àcids, les bases i les substàncies neutres.

Comentaris de l'activitat: Els alumnes arribaran sense dificultat a que els àcids tenen un pH menor que 7, les neutres un valor de 7 i les bases un valor major que 7.

El professor pot indicar que les substàncies que tenen un caràcter àcid més gran tenen un valor del pH menor. Per contra les substàncies bàsiques tenen un valor del pH major.

3.4.2.4 Mesura del pH amb l'Arduino

Una vegada que ja coneixes què és el pH, anem a mesurar-ho d'altra forma. Utilitzarem un aparell anomenat sensor, que se connecta a l'ordinador mitjançant la placa Arduino. A la Figura 3.2 et mostre una imatge de com és el sensor.



Figura 3.2: Imatge del sensor de pH per a la placa Arduino.

Activitat 9: Pensa com mesuraries el pH amb el sensor que te mostra el professor.

Comentaris a l'activitat: Els estudiants diran que s'introduïx el sensor en el tub d'assaig. El professor explicarà que els valors s'emmagatzemaran en l'ordinador utilitzant la placa Arduino. El professor també explicarà el procediment per arreplegar les dades enviades pel sensor al programa Matlab.

Activitat 10: El sensor de pH té a la punta de mesura dins d'una dissolució anomenada tampó. Per què creus que és necessària esta dissolució?

Comentaris a l'activitat: L'objectiu d'esta activitat és que els alumnes es consciencien de la importància de tindre cura amb el pH-metre. El professor pot dir que la dissolució tampó és necessària per calibrar i preservar el sensor. Altres exemples de les dissolucions tampó es donen als éssers vius, per a mantindre el correcte desenvolupament de les reaccions químiques i bioquímiques.

Activitat 11: Mesura amb el sensor el pH de les dissolucions dels sis tubs d'assaig. En concret, tenim dissolucions de sulfamat, vinagre, àcid bòric, amoníac, bicarbonat i sosa càustica. Compara els valors obtinguts en l'activitat 8 amb els obtinguts amb el sensor. Veus alguna discrepància?

Comentaris a l'activitat: Els estudiants arribaran a la conclusió de que els valors de pH mesurats amb el sensor i la placa Arduino són aproximadament iguals que els obtinguts a l'activitat 8. A més, el professor pot demanar que els estudiants donen la seua opinió raonada dels avantatges/desavantatges que tenen per a ells els dos procediments.

Activitat 12: Com mesuraries el pH de la teua saliva? Proposa un muntatge per a fer-ho. Compara els diferents valors que heu obtingut al teu grup i amb la resta de companys i dona una hipòtesi de perquè creus que varien els valors.

Comentaris a l'activitat: En esta activitat es busca que els estudiants s'adonen que el seu cos no és neutre. Si es preveu que hi hagen qualsevol tipus de problemes, es canvia la saliva per sèrum salí. Si els estudiants es sorprenen dels valors diferents del pH de la saliva de cada persona i no poden donar cap explicació, el professor indicarà que això es degut a que els valors depenen del que hagen menjat o begut.

Activitat 13: Quan ens fa mal la panxa, ens prenem bicarbonat de sodi o pastilles antiàcid per a disminuir l'acidesa. A més, també volem que la disminució se faça en el menor temps possible. Dissenya un muntatge experimental amb el sensor del pH per a investigar quin remei és més efectiu.

Comentaris a l'activitat: Amb esta activitat es pretén que els estudiants utilitzen el mètode científic partint d'un problema quotidià. Han de fer una hipòtesi, recrear el pH de l'estómac en un tub d'assaig preparant una dissolució d'àcid clorhídric, afegir bicarbonat a la dissolució i mesurar amb el sensor i la placa Arduino els valors del pH en un interval de temps. D'esta manera, es tindrà una corba temporal on es apareixerà la variació del pH de "l'estómac" quan reacciona amb el bicarbonat. Se repetix el mateix procediment per a la pastilla antiàcid. D'esta forma els estudiants poden comprovar un avantatge de la presa de dades mitjançant el sensor i la placa Arduino: Es poden fer

mesures continues. Els estudiants podran comparar les dues gràfiques i determinaran quin mètode aconsegueix l'augment més ràpid del pH de "l'estómac" (Guerra et al., 2008).

3.5. Avaluació de la proposta didàctica

Per a comprovar el grau en que les propostes didàctiques presentades anteriorment (Treball pràctic sobre el pH i sobre el sòlid rígid) han contribuït a superar les dificultats dels estudiants en la realització dels treballs pràctics, els participants han contestat, després de la realització d'eixos treballs, els qüestionaris que apareixen a les taules 3.3 i 3.4 (nivell post-test). Els detalls s'han indicat anteriorment en els apartats 3.3.3 i 3.3.4.

Capítol 4: Anàlisi de resultats

4.1 Introducció

Una vegada s'ha recopilat tota la informació, les dades s'han analitzat utilitzant el programa "Statistical Package for Social Science" (SPSS). S'analitzen els diferents qüestionaris que s'han fet.

4.2 Anàlisi dels resultats obtinguts amb el qüestionari de professors

Els resultats del qüestionari contestat per tres professors de Física i Química es pot veure en la taula següent:

ÍTEM	RES (%)	PUNTUALMENT (%)	HABITUALMENT (%)	MOLTÍSSIM (%)
A.-Consulte webs especialitzades	66,67	33,33	0,00	0,00
B.- Utilitze programes com Office, LibreOffice, etc. per preparar material didàctic	66,67	33,33	0,00	0,00
C.- Utilitze les TICs com a part de la seua classe	66,67	33,33	0,00	0,00
D.- Utilitze la pissarra digital	66,67	33,33	0,00	0,00
E.- Utilitze programes de tractament de dades	66,67	0,00	33,33	0,00
F.- Al laboratori, faig Experimentació Assistida per Ordinador (utilització dels sensors del laboratori)	33,33	33,33	33,33	0,00

Taula 4.1: Resultats del qüestionari realitzat pels professors de Física i Química.

S'observa que la implantació dels recursos digitals al dia a dia dels docents enquestats és molt baixa, ja que als ítems A, B, C, D i E les dades mostren que el 66,67% dels professors no s'utilitzen per a res els recursos digitals al seu abast a la sala de professors o en les aules del centre. Cal destacar al ítem E que el 33,33% de professors fan habitualment tractament de dades, que són les dades provinents dels EXAO i l'ítem F, on el 33,33% utilitzen l'EXAO. Encara que no s'han pogut fer proves estadístiques degut al baix nombre de participants al qüestionari (N = 3), de forma intuïtiva la primera hipòtesi seria correcta. Per a fer un anàlisi estadístic es deuria d'ampliar la mostra, demanant a altres professors i professores d'altres instituts que ho feren (Solbes, Domínguez, et al., 2013).

4.3 Anàlisi dels resultats obtinguts amb els qüestionaris d'estudiants

En esta secció se mostren els resultats obtinguts per als qüestionaris realitzats pels estudiants respecte a les actituds front als sensors. També apareixen els corresponents als conceptes de pH i sòlid rígid.

4.3.1 Qüestionari d'actituds

Es presenten a continuació els resultats obtinguts en el qüestionari d'actituds, mostrant els percentatges de cada categoria de cadascun de les preguntes, com es pot veure en la taula 4.2. Posteriorment es farà un comentari general dels resultats.

ÍTEM	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11
1 - Total desacord	0,0	0,0	0,0	8,7	0,0	4,3	13,0	4,3	0,0	4,3	21,7
2 - Desacord	0,0	0,0	4,3	17,4	0,0	34,8	34,8	21,7	0,0	17,4	8,7
3 - D'acord	69,6	39,1	56,5	34,8	52,2	34,8	26,1	43,5	17,4	47,8	34,8
4 -Totalment d'acord	30,4	60,9	39,1	39,1	47,8	26,1	26,1	30,4	82,6	30,4	34,8

Taula 4.2: Resultats en % del qüestionari actitudinal realitzat per l'alumnat de 4t d'ESO.

Els enunciats de les preguntes es mostren en la següent taula:

ÍTEM	PREGUNTES
P01	Conec aplicacions de sensors en física, química, enginyeria, etc.
P02	La recollida de dades per sensors en medicina, vehicles, etc. ens ha millorat la vida.
P03	Participaria en concursos o fires amb experiments fets amb sensors
P04	Utilitze habitualment sensors en la meua vida diària (mòbil, domòtica, monitorització, etc.)
P05	Com et posicionaries si en les classes de Física y Química s'explicara com usar sensors en la matèria que s'està donant?
P06	L'ús de sensors en Física i Química augmenten el meu interès per l'assignatura
P07	En altres assignatures (per exemple, Tecnologia) o cursos he treballat amb sensors (per exemple, Leonardo).
P08	Crec que hauriem d'aprendre a utilitzar més els sensors.
P09	Els sensors estan presents en la majoria dels aparells que utilitze.
P10	Preferisc fer les pràctiques de laboratori amb sensors.
P11	En la meua vida com estudiant o professional, l'ús de sensors me facilitaran l'obtenció de dades i/o execució del meu treball.

Taula 4.3: Qüestionari actitudinal realitzat per l'alumnat de 4t d'ESO.

De la taula 4.2 es pot observar com tots els estudiants coneixen aplicacions dels sensors i creuen que el seu ús els ha millorat la seua qualitat de vida. També estan disposats a involucrar-se en concursos i fires com 'Experimenta' o en fires i concursos dins del seu centre educatiu.

Este resultat hi ha que prendre-ho amb cert escepticisme, ja que quan se'ls va passar el qüestionari acabaven de veure una serie de demostracions d'experiments amb l'Arduino. La realitat és que dels 23 alumnes analitzats, només quatre van participar enguany en el concurs 'Experimenta'.

Respecte al ítem P04 es veu que les respostes estan prou repartides, tal volta perquè els alumnes no s'adonen que en pràcticament totes les activitats diàries estem utilitzant sensors, com ara el GPS, el CCD de la càmera de fotos del mòbil, la porta automàtica de qualsevol establiment, etc. Les preguntes P06, P08 i P10 mostren que a més de la meitat dels alumnes els agradaria que s'utilitzaren més els sensors al laboratori, mentre que al voltant del 40% no estarien d'acord.

La pregunta P07 ens mostra que, encara que al centre disposaven de kits com Leonardo, que son experiments per a l'assignatura de Tecnologia, la majoria no volen treballar amb ells, perquè "porta molta feina i és un rollo"

La pregunta P09 ens mostra que els estudiants pensen que estan envoltats pels sensors, encara que ells no els utilitzen o se'n adonen de la seua existència.

Els resultats de la pregunta mostren que quasi un 70% dels estudiants pensen que els sensors són útils.

Com s'ha indicat en el disseny experimental mostrat al capítol anterior, en la mostra de estudiants analitzada es tenen només dues variables independents: el grup al que pertany cada estudiant i si han utilitzat prèviament sensors. La primera s'anomenarà "grup" i la segona, "sensors".

En l'ordenació dels estudiants obtinguda amb l'aplicació de l'escalament multidimensional no mètric (EMDnM) d'acord amb la variable "grup" i la variable "sensors" (Figura 4.1) s'observa que no existeix cap agrupació per ninguna de les dues variables. L'estrès calculat té un valor de 0,15.

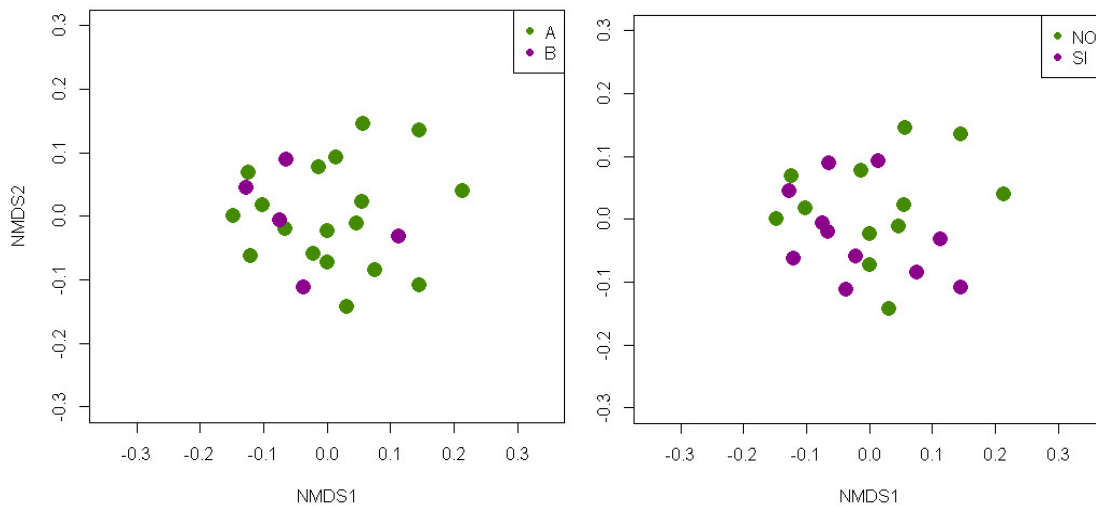


Figura 4.1: Ordenació dels estudiants realitzada per EMDnM d'acord amb el grup i la utilització prèvia de sensors.

La regressió logística multivariable realitzada amb les dues variables independents assenyalades mostra (Taula 4.4) que, en termes generals, els resultats de cada un dels ítems del qüestionari no depenen de les dues variables indicades. A la taula 4.4 es mostra el valor del paràmetre "significació". S'observa que tots els valors són menors que 0,05 excepte els corresponents als ítems 1, 3 i 11 de la variable "sensors". Per tant, els resultats d'aquests tres ítems són diferents, de forma estadísticament significativa, en el grup format pels estudiants que han utilitzat prèviament sensors i els que no els han usat.

ÍTEMS											
Factors	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11
Grup	0,095	0,374	0,102	0,057	0,374	0,607	0,852	0,969	0,996	0,191	0,254
Sensors	0,038	0,311	0,034	0,171	0,949	0,131	0,451	0,427	0,070	0,220	0,002

Taula 4.4: Valors de la significació de la regressió logística multinomial.

Les conclusions anteriors es confirmen realitzant dues proves χ^2 d'independència per a les variables "grup" i "sensors".

4.3.2 Qüestionari de coneixements

Com s'ha dit al capítol 3, s'han dissenyat dos qüestionaris per tal de investigar els efectes que poden produir la utilització de sensors en dos treballs pràctics. En este apartat es realitzaran diferents proves estadístiques amb els resultats obtinguts.

4.3.2.1 Comparació de les mitges de les puntuacions globals obtingudes en el pre-test i el post-test. Prova de Wilcoxon.

Per a calcular la puntuació total de cada estudiant en cada ítem del qüestionari, s'assignarà el valor numèric 1 a les respostes correctes i 0 a les incorrectes. Per a comparar estadísticament el valor mitjà de les puntuacions globals del pre-test i del post-test s'utilitzarà la prova de Wilcoxon. Es tracta de la versió no paramètrica de la prova t de Student de mostres emparellades. Donat el baix nombre de participants (N = 15 per al qüestionari del pH i N = 6 per al del sòlid rígid) s'ha considerat, sense realitzar la prova de Kolmogorov-Smirnov, que ninguna de les dues mostres es distribueix d'una forma normal. Este requisit s'exigeix per l'aplicació de la prova t de Student.

Per a la pràctica del sòlid rígid, com es veu en la taula A.2 del Apèndix A, el valor obtingut de la significació asimptòtica bilateral de la prova de Wilcoxon és 0,003. Donat que és menor de 0,05, se pot afirmar que les mitges de les puntuacions globals obtingudes en el pre-test i post-test són, de forma estadísticament significativa, no iguals. Donat que el valor de la mitja del pre-test és de 1,67 i el del post-test, 3,33 (Taula A.3 del Apèndix A) permet afirmar que s'ha produït una millora estadísticament significativa en el post-test. Aleshores, pot afirmar-se que la segona hipòtesi plantejada per a 2n de Batxillerat es verifica. S'ha calculat la grandària de l'efecte i s'ha obtingut un valor de 0,8672. Com que és major que 0,6, l'efecte és gran.

En quant al qüestionari de pH, el valor obtingut de la significació asimptòtica bilateral de la prova de Wilcoxon és 0,001 (taula A.4 de l'Apèndix A), que al ser menor de 0,05, permet afirmar que les mitges de les puntuacions globals obtingudes en el pre-test i post-test són diferents de forma estadísticament significativa. Com que el valor de la mitja del pre-test és de 3,40 i el del post-test, 6,13, com es veu en la taula A.5 del Apèndix A, se pot afirmar que en el post-test s'ha produït una millora estadísticament significativa i es verifica la segona hipòtesi plantejada per a 4t d'ESO. La grandària de l'efecte és 0,6120, que és més gran de 0,6. Per tant, l'efecte és gran.

4.3.2.2 Comparació dels resultats de cada ítem obtinguts en el pre-test i al post-test. Benefici intrínsec de Hake.

Per a comprovar si els alumnes han millorat en cada ítem després de la utilització dels sensors, anem a utilitzar el benefici intrínsec, tal i com el va definir Hake (1998). Es defineix el benefici intrínsec d'un curs com:

$$G = \frac{\langle \text{post} \rangle - \langle \text{pre} \rangle}{100 - \langle \text{pre} \rangle}$$

On < Post >/ < Pre > indica el rendiment mig (%) en tota la prova després /abans de la instrucció. G s'interpreta com la fracció de tot el benefici possible obtingut durant la instrucció. Hake, al seu article, categoritza els resultats de la instrucció en zones de benefici normalitzat, com es pot veure en la Taula 4.5:

RANG	TIPUS DE BENEFICI
G < 0,3	Baix
0,3 < G < 0,7	Mitjà
G > 0,7	Alt

Taula 4.5: Rang i tipus de benefici intrínsec definits per Hake.

Una vegada s'ha explicat G i els seu rang, s'aplica a la pràctica del pH-metre, obtenint els valors de G per ítems i, posteriorment, es comentarà els diferents valors obtinguts. Els valors per a cada ítem es poden veure la taula següent:

ÍTEM	<PRE>	<POST>	G	TIPUS DE BENEFICI
A	73,33	73,33	0	Baix
B	60,00	93,33	0,83	Alt
C	80,00	100,00	1	Alt
D	26,67	100,00	1	Alt
E	40,00	100,00	1	Alt
F	13,33	73,33	0,69	Mitjà
G	46,67	73,33	1	Alt

Taula 4.6: Benefici intrínsec obtingut durant el EXAO del pH-metre.

ÍTEM	PREGUNTES
A	El pH és una mesura de l'acidesa.
B	El pH pot prendre qualsevol valor.
C	Si el pH es major que 7, la substància és àcida.
D	El valor del pH d'una substància A és 3 i el de un altra, que anomenarem B és 5. La substància A es més àcida que la B
E	Quan combinem un àcid amb una base, es neutralitzen completament.
F	El pH de l'aigua destil·lada és sempre 7.
G	En la natura, es troben productes que indiquen si una substància és àcida o bàsica

Taula 4.7: Ítems del qüestionari conceptual pre-test / post-test realitzat per l'alumnat de TMI.

En la Taula 4.6 podem veure que per al ítem A el benefici de Hake és baix. Per als ítems B al E i G han obtingut un benefici alt, mentre que per al ítem F el benefici ha sigut mitjà. Esta pràctica s'ha realitzat amb el programa d'activitats de pH.

A continuació, es mostren els resultats per a la pràctica de sòlid rígid. De nou, s'obtenen els valors del Benefici intrínsec (G) i a continuació, es comenten els resultats obtinguts. Els ítems de forma explícita es troben en la taula 4.9

ÍTEM	<PRE>	<POST>	G	TIPUS DE BENEFICI
A	33,33	66,67	0,5	Mitjà
B	33,33	100,00	1	Alt
C	33,33	83,33	0,75	Alt
D	66,67	100,00	1	Alt

Taula 4.8: Benefici intrínsec obtingut durant el EXAO del sòlid rígid.

ÍTEM	PREGUNTES
A	El moment d'inèrcia d'un sòlid rígid depén de la forma en que este distribuïda la massa.
B	L'acceleració del centre de masses d'un sòlid rígid depén del moment d'inèrcia.
C	Els cossos reals tenen tant energia de translació com de rotació.
D	Se conserva l'energia mecànica d'un sòlid rígid que se mou en un camp gravitatori.

Taula 4.9: Ítems del qüestionari conceptual pre-test/post-test realitzat per l'alumnat de Física Aplicada.

En la Taula 4.8 es comprova que per al ítem A el benefici ha sigut mitjà. Per a la resta de ítems (B, C i D) el benefici ha sigut alt.

4.3.2.3 Comparació del percentatge de respostes correctes del pre-test i el post-test

Es presenten a continuació les taules amb els percentatges de respostes correctes per a cada ítem en el pre-test i el post-test tant per al qüestionari conceptual del pH com per al de sòlid rígid.

Per al qüestionari de pH s'obté els resultats següents:

ÍTEM	% PRE-TEST	% POST-TEST
A	73,33	73,33
B	60,00	93,33
C	80,00	100,00
D	26,67	100,00
E	40,00	100,00
F	13,33	73,33
G	46,67	73,33

Taula 4.10: Percentatge de respostes correctes (pre-test/post-test) per al qüestionari del pH.

En la Figura 4. 2 es representa, en color blau la distribució del percentatge de respostes correctes al pre-test. En color roig tenim el mateix però per al post-test. El nombre d'estudiants és 15.

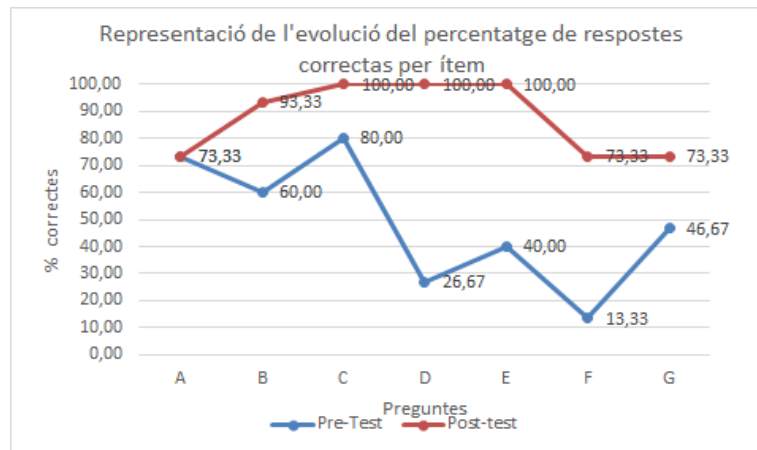


Figura 4.2: Gràfic del percentatge de respostes correctes per ítem al qüestionari de pH.

Es veu, de forma general, la millora general entre el post-test i el pre-test. També és veu que per a la pregunta A no hi ha una millora. Això es pot atribuir a que tots els alumnes que han fet el qüestionari coneixen què mesura el pH. A les preguntes D, E i F es veu una gran diferència del percentatge. Per tant, s'ha produït una millora en els estudiants després de fer la pràctica del pH.

Respecte al qüestionari de sòlid rígid, les dades percentuals del pre-test i post-test se mostren en la taula següent:

ÍTEM	<PRE>	<POST>
A	33,33	66,67
B	33,33	100,00
C	33,33	83,33
D	66,67	100,00

Taula 4.11: Percentatge de respostes correctes (pre-test/post-test) per al qüestionari del sòlid rígid.

Si representem les dades en forma gràfica:

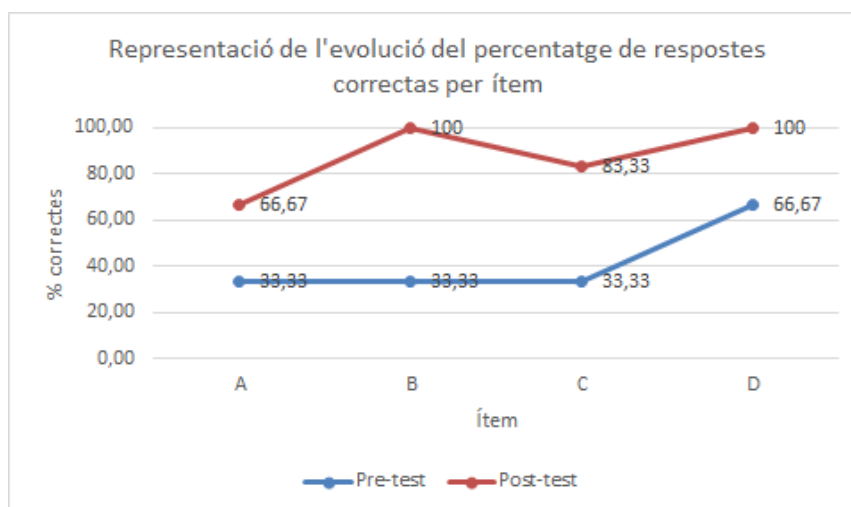


Figura 4.3: Gràfic del percentatge de respostes correctes per pregunta al qüestionari de sòlid rígid.

En la Figura 4.3 es representa en color blau la distribuci3 de respostes correctes al pre-test. En color roig tenim el mateix per3 al post-test. El nombre d'estudiants 3 6. Es veu una clara millora entre el post-test i el pre-test en totes les preguntes. S'observa que les l3nies dels percentatges son quasi paral·leles, el que es pot interpretar com que els alumnes han millorat respecte al començament de la pr3ctica en totes les preguntes de qüestionari conceptual.

Capítol 5: Conclusions i perspectives

5.1 Conclusions

Al llarg d'esta memòria s'ha realitzat un estudi sobre l'aplicació de la placa Arduino en les pràctiques de física i química. Es va començar amb una revisió del marc contextual, tenint en compte el període de canvi en el qual està la comunitat educativa actualment, amb la LOE, que és la llei vigent durant la realització d'esta memòria, i la LOMQE, que és la nova llei aprovada per al pròxim curs. A més, s'ha realitzat una revisió bibliogràfica de les revistes més importants de didàctica, dels recursos TIC i de les oportunitats d'aprendre EXAO per part dels professors i professores.

Una de les hipòtesis que s'han contrastat és:

- Els alumnes de 4t d'ESO i 2n de Batxillerat que utilitzen EXAO en Física i Química milloren el seu aprenentatge.

En el desenvolupament del present treball també es determinaren les diferents dificultats d'aprenentatge que apareixen al utilitzar la placa Arduino i se va valorar, després de la corresponent fonamentació bibliogràfica, quina metodologia resultava més adequada per als objectius d'este treball.

Basant-se en estos aspectes, s'aplica un model constructivista, en la que se tracten els diferents continguts conceptuals, procedimentals i actitudinals en dos programes d'activitats dirigits a pràctiques de laboratori de pH i sòlid rígid.

A continuació, una vegada se coneixen les dificultats i el model que se utilitzarà, se planteja la metodologia realitzant un disseny experimental format per diferents tipus de qüestionaris: de professors i d'estudiants.

Finalment, se realitza l'anàlisi estadística de les dades obtingudes amb els qüestionaris. S'ha tingut dificultats a l'hora de analitzar les dades degut al baix nombre de participants.

5.2 Perspectives

Encara que els resultats obtinguts en este treball confirmen les hipòtesis de partida, es podria millorar ampliant el nombre de participants, tant de professors com d'estudiants. També seria interessant ampliar el nombre de treballs pràctics, la durada temporal i la participació d'altres centres educatius i altres cursos.

Este treball seria un bon punt de partida per a realitzar el Màster Universitari en Investigació en Didàctiques Específiques, sempre i quant se milloren els aspectes ja comentats.

Bibliografía

AAPT (American Association of Physics Teachers). (1997). *The goal of introductory physics laboratories*. <http://www.aapt.org/Policy/goaloflabs.cfm>

AINZUA, J. (2014). Calentamiento global con scratch y escuelas eficientes con arduino. (Trabajo final de m aster, Universidad Pública de Navarra).

ALBIR, M. (2014). La rob tica aplicada a las prácticas de la asignatura de química de 1o de bachillerato. [Trabajo final de m aster, 2014], Universidad Internacional de La Rioja.

ÁLVAREZ, M., ARIAS, A., PÉREZ, U., i SERRALL , J. (2013). La historia de las ciencias en el desarrollo de competencias científicas. *Enseñanza de las ciencias*, 31 (1), 213-233.

BARBER , O. i VALDÉS, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 365-379.

BENNETT, S. (2000). University practical work: Why do we do it? *Education in Chemistry*, 37, 49–50.

BERNSTEIN, G. (2002). The role of the lab TA. *IEEE Potentials*, 21(3), 36–38.

BOUD, D., DUNN, J., i HEGARTY, E. (1986). *Teaching in laboratories*. Guildford: SRHE & NFER-Nelson.

BUENO, E., OLIVA, J., MATOS, J., i BONAT, M. (2011). Fibra  ptica: un modulo experimental interactivo. *Revista Española de Física*, 18 (2).

CHEN, S., CHANG, W., LAI, C., i TSAI, C. (2014). A comparison of students' approaches to inquiry, conceptual learning, and attitudes in simulation-based and microcomputer-based laboratories. *Science Education*, 98 (5), 905-935.

CLEMENT, J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of physics*, 50 (1), 66-71.

CLEMENT, J. (1993). Using bridging analogies and anchoring intuitions to deal with students' preconceptions in physics. *Journal of research in science teaching* , 30 (10), 1241-1257.

COCA, D. M. (2013). Cambio motivacional realizado por las tic en los alumnos de secundaria de física. Miscelánea Comillas. *Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, 70 (136), 199-224.

CRAFT, B. (2013). *Arduino projects for dummies*. Nueva York: John Wiley & Sons.

DE LA FUENTE, J. (2011). Una aplicación de la difracción: las cámaras digitales. *Revista Española de Física*, 20 (3).

DE LA GUARDIA, M., SALVADOR, A., LÓPEZ, J., i CARRIÓN, J. (1985). Errores conceptuales en la concepción de los equilibrios ácido-base. *Enseñanza de las Ciencias*, num. extra, 61.

DEL CARLO, D., i BODNER, G. (2004). Students' perceptions of academic dishonesty in the chemistry classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 47–64.

DETERS, K. (2005). Student opinions regarding inquiry-based labs. *Journal of Chemical Education*, 82, 1178–1180.

DOUKAS, C. (2012). Building internet of things with the arduino. CreateSpace Independent publishing Platform. <http://www.buildinginternetofthings.com/>

DRIVER, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las ciencias*, 4 (1), 3-15.

FERNÁNDEZ, I., CACHAPUZ, A., CARRASCOSA, J., GIL, D., i PRAIA, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, 20(3), 477-488.

FERNÁNDEZ, J. (2012). Ejemplo de aplicación con Arduino: medida de caudal. (Trabajo final de grado, Universitat Rovira i Virgili, 2012).

FERNÁNDEZ, M., MARTÍNEZ, L., i RIVIERE, J. (2010). Fracaso y abandono escolar en España. Barcelona: Fundación La Caixa.

GALERIU, C. (2013). An arduino-controlled photogate. *The Physics Teacher*, 51 (3), 156-158.

GALERIU, C., EDWARDS, S., i ESPER, G. (2014). An arduino investigation of simple harmonic motion. *The Physics Teacher*, 52 (3), 157-159.

GIL, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las ciencias*, 11(2), 197-212.

GIL, D., CARRASCOSA, J., FURIÓ, C. y MARTÍNEZ, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.

GIL, D., MACEDO, B., MARTÍNEZ, J., SIFREDO, C., VALDÉS, P., i VILCHES, A. (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: OREALC/UNESCO.

GONZÁLEZ DE LA BARRERA, L. (2003). Las Prácticas de Laboratorio de Química en la Enseñanza Universitaria. Análisis crítico y Propuesta de Mejora basada en la Enseñanza-Aprendizaje por Investigación Orientada. (Tesis doctoral, Universitat de València, 2003).

GONZÁLEZ, E. (1994). Las prácticas de laboratorio en la formación del profesorado de física. (Tesis doctoral, Universitat de València, 1994).

GONZÁLEZ, X., JARDÓN, P., TRAVER, N., SOLBES, J., i RAMÍREZ, S. (2004). Visión del alumnado de las tic y sus implicaciones sociales. *Investigación en la Escuela*, 54, 81-92.

GOPALAKRISHNAN, M., i GÜHR, M. (2015). A low-cost mirror mount control System for optics setups. *American Journal of Physic*, 83 (2), 186-190.

GUERRA, G., ALVARADO, C., ZENTENO, B., i GARRITZ, A. (2008). La dimensión ciencia-tecnología-sociedad del tema de ácidos y bases en un aula del bachillerato. *Educación química*, 19 (4), 277-288.

HAKE, R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American journal of Physics*, 66 (1), 64-74.

HALLOUN, I., i HESTENES, D. (1985). Common sense concepts about motion. *American journal of physics*, 53 (11), 1056-1065.

- HALLOUN, I., i HESTENES, D. (1987). Modeling instruction in mechanics. *American Journal of Physics*, 55 (5), 455-462.
- HANIF, M., SNEDDON, P., AL-AHMADI, F., i REID, N. (2009). The perceptions, views and opinions of university students about physics learning during undergraduate laboratory work. *European Journal of Physics*, 30, 85–96.
- 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. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 47-56.
- HODSON, D. (2001). What counts as good science education? En D. Hodson (Ed.), *OISE papers in the STSE education* (Vol. 2, pp. 1–21). Toronto: Ontario Institute of Studies in Education.
- HOFSTEIN, A., i LUNETTA, V. (1982). The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52, 201–217.
- HOFSTEIN, A., i LUNETTA, V. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88, 28–54.
- HOFSTEIN, A., i MAMLOK, R. (2007). The laboratory in science education: The state of the art. *Chemistry Education Research and Practice*, 8, 105–107.
- JIMÉNEZ, M., GONZÁLEZ, F., TORRES, M., i SALINAS, F. (2000). La utilización del concepto de ph en la publicidad y su relación con las ideas que manejan los alumnos. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (3), 451-461.
- JIMÉNEZ, M., i TORRES, M. (2002). La neutralización ácido-base a debate. *Enseñanza de las ciencias*, 20 (3), 451-464.
- JOHNSTONE, A., i AL-SHUAILI, A. (2001). Learning in the laboratory; some thoughts from the literature. *University Chemistry Education*, 5, 42–51.
- KANTER, D., i KONSTANTOPOULOS, S. (2010). The impact of a project-based science curriculum on minority student achievement, attitudes, and careers: The effects of teacher content and pedagogical content knowledge and inquiry-based practices. *Science Education*, 94 (5), 855-887.
- KIRSCHNER, P., i HUISMAN, W. (1998). ‘Dry laboratories’ in science education; computer-based practical work. *International Journal of Science Education*, 20 (6), 665-682.
- KIRSCHNER, P., i MEESTER, M. (1988). The laboratory in higher science education, problems, premises and objectives. *Higher Education*, 17, 81–98.
- KRAFTMAKHER, Y. (2014). Two demonstrations with a new data-acquisition system. *The Physics Teacher*, 52 (3), 164-166.
- LEE, S., LAI, Y., YU, H., i LIN, Y. (2012). Impact of biology laboratory courses on students’ science performance and views about laboratory courses in general: Innovative measurements and analyses. *Journal of Biological Education*, 46, 173–179.

- LUNETTA, V. (1998). The School Science Laboratory: Historical Perspectives and Contexts for Contemporary Teaching. En Fraser, B. y Tobin, K. (Eds.), *International Handbook of Science Education*, London: Kluwer Academic Publishers, 249-262.
- LUNETTA, V., HOFSTEIN, A., i CLOUGH, M. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practice. En N. Lederman i S. Abel (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 393–441). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- MABBOTT, G. (2014). Teaching electronics and laboratory automation using microcontroller boards. *Journal of Chemical Education*, 91 (9), 1458-1463.
- MÄNTYLÄ, T., i NOUSIAINEN, M. (2014). Consolidating pre-service physics teachers' subject matter knowledge using didactical reconstructions. *Science & Education*, 23 (8), 1583-1604.
- MARTÍNEZ, J., (2015). Obtención del valor de la aceleración de la gravedad en el laboratorio de física. Experiencia comparativa del sensor de un teléfono celular inteligente y el péndulo simple. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12 (2), 341.
- MARTÍNEZ, M., CABEZAS, I., i RUIZ, M., (2013). La utilización de herramientas digitales en el desarrollo del aprendizaje colaborativo: análisis de una experiencia en educación superior. *Revista de Docencia Universitaria*, 11 (2), 333-351.
- MCDERMOTT, L. (2008). Research on conceptual understanding in mechanics. *Physics Today*, 37 (7), 24-32.
- MCCROBERTS, M. (2010). *Beginning Arduino*. New York: Apress.
- MENIGAUX, J. (1994). Students' reasonings in solid mechanics. *Physics Education*, 29 (4), 242.
- NIEDA, J. (1994). Algunas minucias sobre los trabajos prácticos en la Enseñanza Secundaria. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 2, 15-20.
- NIVER, H. (2014). *Getting to know arduino*. New York: The Rosen Publishing Group.
- OSBOURNE, J., SIMON, S., i COLLINS, S. (2003). Attitudes towards science: A view of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25, 1049–1079.
- PATTERSON, R. (2013). *Arduino for teens*. Philadelphia: Cengage Learning.
- PAYÁ, J. (1991). Los trabajos prácticos en la enseñanza de la física y química: un análisis crítico y una propuesta fundamentada. (Tesis doctoral, Universitat de València, 1991).
- PSILLOS, D., i NIEDDERER, H. (Eds.). (2002). *Teaching and learning in the science laboratory*. Dordrecht: Kluwer Academic.
- QUÍLEZ, J., LORENTE, S., SENDRA, F., i ENCISO, E. (2002). *Guía didáctica química 2o bachillerato*. Paterna: ECIR.
- RAMÍREZ, J., GONZÁLEZ, J., SANZ, A., ARRANZ, F., i ZAFRILLA, R. (2006). Laboratorio asistido por ordenador: oscilaciones regulares y caóticas en el péndulo de pohl. *Revista española de física*, 20 (4), 34-39.
- REID, N., i SHAH, I. (2007). The role of laboratory work in university chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 8, 172–185.

- REINER, M., i GILBERT, J. (2004). The symbiotic roles of empirical experimentation and thought experimentation in the learning of physics. *International Journal of Science Education*, 26(15), 1819–1834.
- RILEY, M. (2012). Programming your home: Automate with arduino, android, and your computer. Reston: Pragmatic Bookshelf.
- ROYCHOUDHURY, A., i ROTH, W. (1996). Interactions in an open-inquiry physics laboratory. *International Journal of Science Education*, 18(4), 423–445.
- SALINAS, J. (1994). Las prácticas de física básica en laboratorios universitarios. (Tesis doctoral, Universitat de València, 1994).
- SAMPEDRO, C., DE DIOS, J., i DE LA RUBIA, G. (2012). Experimenta, que algo queda. Actividades exao para entender qué es la ciencia. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales* (72), 37-46.
- SÁNCHEZ, D. (2014). Prácticas de laboratorio de física para alumnos de bachillerato con Arduino. (Trabajo final de máster, Universidad de Valladolid, 2014).
- SCHMIDT, M. (2011). Arduino (1ª ed.). Reston: Pragmatic Bookshelf.
- SECKER, C., i LISSITZ, R. (1999). Estimating the impact of instructional practices on student achievement in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 1110–1126.
- SOLBES, J. (2009). Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (ii): Nuevas perspectivas. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 6 (2), 190-212.
- SOLBES, J., DOMÍNGUEZ, M., FERNÁNDEZ, J., FURIÓ, C., GUIASOLA, J., i CANTÓ, J. (2013). ¿El profesorado de física y química incorpora los resultados de la investigación en didáctica? *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*.
- SOLBES, J., DOMÍNGUEZ, X., i FURIÓ, C. (2011). Materials per a l'ensenyament i aprenentatge de la física i química. Universitat de València, Servei de Publicacions.
- SOLBES, J., i TARÍN, F. (2008). Which reaches the bottom first? *The Physics Teacher*, 46 (9), 550-551.
- SOLBES, J., i VILCHES, A. (1992). El modelo constructivista y las relaciones ciencia, técnica, sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (2), 181-186.
- SOLBES, J., i VILCHES, A. (1995). El profesorado y las actividades cts. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 2 (3), 30-38.
- SOLBES, J., LOZANO, O., i GARCÍA, R. (2008). Juegos, juguetes y pequeñas experiencias tecnocientíficas en la enseñanza aprendizaje de la física y química y la tecnología. *Investigación en la Escuela*, 2008, 65, 71-88.
- SOLBES, J., MONTSERRAT, R., i FURIÓ, C. (2013). Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 21, 91-117.
- THORNTON, R., i SOKOLOFF, D. (1990). Learning motion concepts using realtime microcomputer-based laboratory tools. *American Journal of Physics*, 58 (9), 858-867.

TORRES, Á. (2010). Empleo del laboratorio asistido por ordenador en la enseñanza de la física y química de secundaria y bachillerato. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 7 (3), 693-707.

TORTOSA, M. (2009). Uso de sensores en las clases de química y aprendizaje significativo en estudiantes de secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, núm. extra, 2200-2204.

TORTOSA, M. (2013). Aprendizaje sobre disoluciones reguladoras de pH mediante indagación guiada utilizando sensores. *Enseñanza de las ciencias*, 31 (1), 189-211.

VIDAL-ABARCA, E., GONZÁLEZ, F., i ROS, R. (Eds.) (2014). Aprendizaje y desarrollo de la personalidad. Madrid: Alianza Editorial.

VIENNOT, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1 (2), 205-221.

VON AUFSCHNAITER, C., i VON AUFSCHNAITER, S. (2007). University students' activities, thinking and learning during laboratory work. *European Journal of Physics*, 28, S51-S60.

WHITE, R. (1996). The link between the laboratory and learning. *International Journal of Science Education*, 18(7), 761-774.

Apèndix A: Resultats estadístics obtinguts amb SPSS

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,699	11

Taula A.1: Alfa de Cronbach per al qüestionari actitudinal.

	post - pre
Z	-3,004*
Asymp. Sig. (2-tailed)	,003

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Taula A.2: Resultats estadístics de la prova de Wilcoxon per al qüestionari de sòlid rígid.

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 pre	1,67	6	,516	,211
post	3,33	6	,816	,333

Taula A.3: Mitjes estadístiques del pre-test i el post-test per al qüestionari de sòlid rígid.

	post - pre
Z	-3,352*
Asymp. Sig. (2-tailed)	,001

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Taula A.4: Resultats estadístics de la prova de Wilcoxon per la qüestionari de pH.

Paired Samples Statistics					
	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean	
Pair 1	pre	3,40	15	1,682	,434
	post	6,13	15	,915	,238

Taula A.5: Valors estadístics per al pre-test i el post-test per al qüestionari de pH.

Apèndix B: Muntatge experimental i programació per a la pràctica de sòlid rígid

En este apèndix es mostra els muntatges experimentals amb la placa Arduino realitzats per a la pràctica de sòlid rígid. En este apèndix es pot veure com s'han realitzat les connexions i els programes utilitzats per a obtenir la gràfica distància-temps. El temps de caiguda i la velocitat segueixen el mateix esquema.

B.1 Connexions entre el sensor i la placa Arduino

El sensor i la placa se connecten de la següent manera:

1. El pin **VCC** del sensor es connecta al pin **5V** de la placa Arduino.
2. El pin **GND** del sensor es connecta al pin **GND** de la placa Arduino.
3. El pin **Trig** del sensor es connecta al pin **9** de la placa Arduino.
4. El pin **Echo** del sensor es connecta al pin **8** de la placa Arduino.

Les connexions, de forma esquemàtica, són:

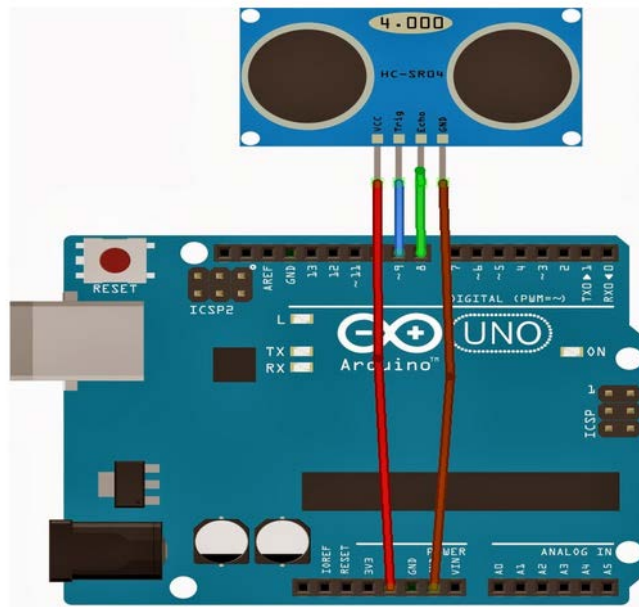


Figura B.1: Esquema de les connexions entre el sensor i la placa Arduino.

B.2 Programació de la placa Arduino

El programa en Arduino és molt simple: Se li diu a la placa Arduino que envii una sèrie de pulsos ultrasònics, i després calcula la distància al objecte multiplicant la meitat del temps que tarda en enviar i rebre el puls per la velocitat del so en l'aire (340 m/s) a 25 °C i 1 atm. de pressió. Si ho fem d'aquesta forma, la distància serà el doble de la real, ja que es considera el temps d'anada i tornada del puls. Per obtenir la distància correcta, el que es fa és dividir el temps entre dos, però per evitar càlculs innecessaris, el que realment es fa és dividir la velocitat del so entre dos: 175 m/s. Ara bé, com que es mesura la distància en cm i el temps en microsegons, finalment s'obté que la velocitat del so és de $v_{so} = 340 \text{ m/s} = 0.034 \text{ cm}/\mu\text{s}$. Al dividir-la entre dos, s'obté el valor $0.017 \text{ cm}/\mu\text{s}$ que apareix en la fórmula de la distància en la programació de la placa Arduino.

```

long distancia;
long tiempo;
void setup(){
    Serial.begin(9600);
    pinMode(9, OUTPUT); /*activació del pin 9 com Eixida per al puls ultrasònic*/
    pinMode(8, INPUT); /*activacio del pin 8 como Entrada: temps del rebot del ultrasò*/
}
void loop(){
    digitalWrite(9,LOW); /* Per qüestió d'estabilització del sensor*/
    delayMicroseconds(5);
    digitalWrite(9, HIGH); /* enviament del puls ultrasònic*/
    delayMicroseconds(10);
    tiempo=pulseIn(8, HIGH); /* Funció per mesurar la longitud del puls entrant. Mesura
el temps que transcorre entre l'enviament del puls ultrasònic i quan el sensor rep el
rebot. */
    distancia= int(0.017*tiempo); /*formula per calcular la distancia obtenint un valor
enter, explicada en la introducció*/
    /*Monitorització en centímetres pel monitor serial*/
    Serial.println(distancia);
    delay(10); /* Espera 10 milisegons per enviar el següent puls
}

```

B.3 Script de Matlab

Una vegada s'ha compilat i pujat a l'Arduino este codi, es té que crear un script per a que Matlab pugui interpretar les dades. Ací es mostra el codi per mostrar la gràfica espai-temps en temps real.

```

% Author: Josep Aitor Sorní Laserna
% Tested with arduino UNO
clear all ;
close all ;
s = serial ('COM4','BaudRate',9600); %defineix el port serial en Windows
%s = serial('/dev/ttyS0','BaudRate',9600); %defineix el port serial en Linux
% Dependent de si treballem amb Windows o Linux, s'activarà la línia del S.O, que s'utilitza,
% comentant-se la línia que no correspon al S.O utilitzat. En este cas usem Windows.
fopen(s) ;
clear data;
data = ones (1,300);
for i= 1:300 %adquisició de 300 punts que corresponen a 3 segons
data(i)=fscanf(s, '%f');% llegix la informació donada per l'Arduino a traves del sensor
hold on;
plot( i ,data(i) , '*b')
title ('Gràfica temps/distancia mesurada amb l'Arduino');
xlabel(' temps/10ms'); % Si varia el temps entre polsos, s'ha de canviar ací el valor
ylabel(' Distancia /cm ');
drawnow; % Dibuixa la gràfica en temps real.
end
% close the serial port!
fclose (s) ;

```

Per a calcular la velocitat i tindre en compte l'altura en funció de la posició, només hi ha que modificar el codi.

Si l'ordinador que utilitzem no és d'última generació, la gràfica no eixirà exactament en temps real. Per solucionar-ho, o bé es reduïx el nombre de punts, modificant gran part del codi, o bé s'augmenta l'interval de temps entre polsos de 10 ms a 100 ms, per exemple.