

Thiago Henrique Barnabé Corrêa
Leonardo Fabio Martínez Pérez
Gabriel Augusto Matharan
(Organizadores)

O ENSINO DE QUÍMICA
EM DIÁLOGO
“La Enseñanza de la
Química en Diálogo”

EDITORA CRV
Curitiba - Brasil
2015

Copyright © da Editora CRV Ltda.
Editor-chefe: Railson Moura
Diagramação e Capa: Editora CRV
Revisão: Os Autores
Conselho Editorial:

Prof. Dr. Andréia da Silva Quintanilha Sousa (UNIR)
Prof. Dr. Antônio Pereira Gaio Júnior (UFRRJ)
Prof. Dr. Carlos Alberto Vilar Estêvão
- (Universidade do Minho, UMINHO, Portugal)
Prof. Dr. Carlos Federico Dominguez Avila (UNIEURO - DF)
Prof. Dr. Carmen Tereza Velanga (UNIR)
Prof. Dr. Celso Conti (UFSCar)
Prof. Dr. Cesar Gerónimo Tello
- (Universidad Nacional de Trés de Febrero - Argentina)
Prof. Dr. Elione Maria Nogueira Diogenes (UFAL)
Prof. Dr. Élso José Corá (Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS)
Prof. Dr. Gloria Fariñas León (Universidade de La Havana - Cuba)
Prof. Dr. Francisco Carlos Duarte (PUC-PR)
Prof. Dr. Guillermo Arias Beatón (Universidade de La Havana - Cuba)

Prof. Dr. João Adalberto Campato Junior (FAP - SP)
Prof. Dr. Jailson Alves dos Santos (UFRJ)
Prof. Dr. Leonel Severo Rocha (URI)
Prof. Dr. Lourdes Helena da Silva (UFV)
Prof. Dr. Josania Portela (UFPI)
Prof. Dr. Maria de Lourdes Pinto de Almeida (UNICAMP)
Prof. Dr. Maria Lília Imbiriba Sousa Colares (UFOPA)
Prof. Dr. Paulo Romualdo Hernandez (UNIFAL - MG)
Prof. Dr. Rodrigo Pratte-Santos (UFES)
Prof. Dr. Maria Cristina dos Santos Bezerra (UFSCar)
Prof. Dr. Sérgio Nunes de Jesus (IFRO)
Prof. Dr. Solange Helena Ximenes-Rocha (UFOPA)
Prof. Dr. Sydione Santos (UEPG PR)
Prof. Dr. Tadeu Oliver Gonçalves (UFPA)
Prof. Dr. Tania Suely Azevedo Brasileiro (UFOPA)

CIP-BRASIL. CATALOGAÇÃO-NA-FONTE
SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ

E52

O ensino de química em diálogo 'La Enseñanza de la Química en Diálogo' Rede Latino-Americana de Pesquisa em Educação Química - ReLAPEQ / organização Thiago Henrique Barnabé Corrêa, Leonardo Fabio Martínez Pérez, Gabriel Augusto Matharan. - 1. ed. - Curitiba, PR: CRV, 2015.

240 p.

Inclui bibliografia
ISBN 978-85-444-0537-6

1. Química - Brasil - História. 2. Química - Estudo e ensino - Brasil. 3. Química - História. I. Corrêa, Thiago Henrique Barnabé. II. Pérez, Leonardo Fabio Martínez. III. Matharan, Gabriel Augusto.

15-25166

CDD: 540.70981

CDU: 54:37(81)

30/07/2015 30/07/2015

2015

Foi feito o depósito legal conf. Lei 10.994 de 14/12/2004
Proibida a reprodução parcial ou total desta obra sem autorização da Editora CRV

Todos os direitos desta edição reservados pela:

Editora CRV
Tel.: (41) 3039-6418
www.editoracriv.com.br
E-mail: sac@editoracriv.com.br



Rede Latino-Americana de
Pesquisa em Educação Química

A primeira rede colaborativa em Educação
Química da América Latina!

Gestão 2014 - 2015

Presidente: Prof. Thiago Henrique Barnabé Corrêa
Vice-Presidente: Prof. Leonardo Fabio Martínez Pérez

Conselho:

Linha de Pesquisa 1 - Formação de Professores e Políticas Educacionais

Profa. Elisa Prestes Massena

Linha de Pesquisa 2 - Alfabetização Científico-Tecnológica e Perspectiva CTS

Profa. Tathiane Milaré

Linha de Pesquisa 3 - Tecnologias Educacionais e Materiais Didáticos

Profa. Mari Inez Tavares

Linha de Pesquisa 4 - Educação Não Formal e Divulgação Científica

Prof. Wilmo Ernesto Francisco Junior

Linha de Pesquisa 5 - História e Filosofia da Ciência

Prof. Gabriel Augusto Matharan

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1
DEBATES SOBRE A DIVULGAÇÃO
CIENTÍFICA DA QUÍMICA NO BRASIL..... 11

Ana Claudia Kasseboehmer
Kenia Naara Parra

CAPÍTULO 2
COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CRÍTICO
MEDIANTE EL USO DE CUESTIONES
SOCIO-CIENTIFICAS 35

Nidia Yaneth Torres Merchán
Jordi Solbes Matarredona

CAPÍTULO 3
O EMPREGO DE JOGOS TEATRAIS NA
EDUCAÇÃO BÁSICA: uma perspectiva
possível para a alfabetização científico-tecnológica 63

Nirly Araujo dos Reis
Maria Elane Mendonça Santos Cléber
Thiers da Silva Nunes
Everton Santos Oliveira
Erivanildo Lopes da Silva

CAPÍTULO 4
ANÁLISE DE UMA ABORDAGEM HISTÓRICA
DO TEMA CINÉTICA QUÍMICA PARA A
FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES..... 91

Simone Alves de Assis Martorano
Thaís Cyrino de Mello Forato

CAPÍTULO 5
O PRINCÍPIO DA INCERTEZA E O ESTÁGIO
SUPERVISIONADO NOS CURSOS DE
FORMAÇÃO DE PROFESSORES 117

Thiago Henrique Barnabé Corrêa
Váldina Gonçalves da Costa

CAPÍTULO 6
MODOS DE ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN LA
ARGENTINA: de la enseñanza ordinaria a la
enseñanza de investigación. 133

Gabriel Augusto Matharan

CAPÍTULO 7
IDENTIFICAÇÃO DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS
DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO SOBRE
FORÇAS INTERMOLECULARES..... 157

Ademir de Souza Pereira
Dario Xavier Pires

CAPÍTULO 8
ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA
SOBRE LA EXPLORACIÓN RUDIMENTARIA DE
PIEDRA CALIZA: una experiencia con mineros..... 179

Ingrid Catherine Mendoza Montañez
Leonardo Fabio Martínez Pérez

CAPÍTULO 9
ENSINO DE QUÍMICA PARÃ SURDOS: uma análise de
propostas teóricas e didáticas contidas nos artigos da
revista *química nova na escola* 205

Marcella Silva Santos
Luciana Caixeta Barboza

CAPÍTULO 1

DEBATES SOBRE A
DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA
DA QUÍMICA NO BRASIL

Ana Claudia Kasseboehmer
claudiaka@gmail.com

Kenia Naara Parra

Instituto de Química de São Carlos,
Universidade de São Paulo - USP/Brasil

Tão grandes os anseios, desafios, conquistas e tão frutíferas as parcerias alcançadas no campo da divulgação científica que o objetivo deste capítulo é fazer um recorte sobre suas concepções e extensões especialmente na área da Química. Assim, ele foi construído a partir da discussão sobre como a divulgação científica pode ser entendida, qual é o cenário brasileiro, o papel dos museus e centros de ciências nessa área, como a Química é divulgada, e porque fazer divulgação científica.

Divulgação Científica: o que é e quem faz

Se reconhecida é a importância da divulgação científica, difusa, porém é sua definição, que além de ampla e complexa, sofre a influência do momento histórico e do ambiente (ZAMBONI, 2001, SÁNCHEZ MORA, 2003). Entretanto, surgiram tentativas de conceituá-la ou ao menos de refletir sobre sua complexidade e posicioná-la diante do universo de definições, conceitos e terminologias. E se, por um lado, essas tentativas não esgotaram o termo (e nem deveriam), servem-nos de embasamento.

SÁNCHEZ MORA, A. M. **A Divulgação da Ciência como Literatura**. Rio de Janeiro: Casa da Ciência – Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Editora da UFRJ, 2003. 116 p.

SANTOS, W. L. P. Popularização do ensino de química para a vida e para a justiça social. **ComCiência** [on-line], n. 130, p. 0-0, 2011.

SILBERMAN, R. G.; TRAUTMANN, C.; MERKEL, S. M. Chemistry at a Science Museum. **Journal of Chemical Education**, v. 81, n. 1, p. 51-53, 2004.

SILVA, D. M.; PARRA, K. N.; KASSEBOEHMER, A. C. Levantamento e análise das publicações relacionadas à Química na revista **ComCiência**. In: **Evento de Educação em Química**. 12, 2014, Araraquara-SP, 2014.

SILVA, H. C. O QUE É DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA? **Ciência & Ensino**, vol. 1, n. 1, p. 53-59, 2006.

TEIXEIRA, J. N. **Experimentos surpreendentes e sua importância na promoção da motivação intrínseca do visitante em uma ação de divulgação científica: um olhar a partir da teoria da autodeterminação**. 2014. 251 f. Tese (Doutorado). Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

TERUYA, L. C. MARSON, G. A.; REZENDE, C. M.; VIANA, M. H. Imagem pública e divulgação da química: desafios e oportunidades. **Química Nova**, v. 36, n. 10, p. 1561-1569, 2013.

VIEIRA, C. L. **Pequeno manual de divulgação científica: dicas para cientistas e divulgadores de ciência**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Ciência Hoje/Faperj, 1999. 48 p.

ZAMBONI, L. M. S. **Cientistas, Jornalistas e a Divulgação Científica: Subjetividade e Heterogeneidade no Discurso da Divulgação Científica**. Autores Associados, 2001. 167 p.

CAPÍTULO 2

COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CRÍTICO MEDIANTE EL USO DE CUESTIONES SOCIO-CIENTIFICAS

Nidia Yaneth Torres Merchán

Facultad de Educación. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. nidia.torres@uptc.edu.co

Jordi Solbes Matarredona

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, Universitat de València

jordi.solbes@uv.es

Este capítulo responde a los aspectos teóricos planteados en el estudio de Torres (2014), donde se propone que el pensamiento crítico está formado por una serie de competencias que pueden desarrollarse mediante el uso de Cuestiones socio-científicas (CSC). La primera parte, hace referencia a las concepciones que se han tenido del pensamiento crítico, las características de las CSC y el impacto en la enseñanza de las ciencias. El capítulo termina presentando el pensamiento crítico como un conjunto de competencias, propuestas en esta investigación.

El concepto de Pensamiento crítico en la filosofía, la pedagogía y la didáctica de las ciencias

El concepto de pensamiento crítico, ha tenido una amplia trayectoria en las últimas décadas. En el estudio se examinó el concepto de pensamiento crítico en la filosofía y en la didáctica de las ciencias, para luego a partir de él, plantear un concepto propio.

Una de las principales características en este tipo de pensamiento, ha sido la posibilidad de cuestionar y establecer contraposiciones, frente a opiniones que se dan por sentado. Por ejemplo, desde la filosofía y las distintas ciencias, se manifiesta que la principal característica del pensamiento crítico es la duda, la sospecha, aplicada a todo y, en particular, a los discursos y/o acciones que reproducen y legitiman lo ya establecido. A la par, el abordaje filosófico ha contribuido a cuestionar la concepción cientificista de la ciencia que se muestra como verdadera y sin problemas, considerada incuestionable.

Como ejemplo de este modo de cuestionar se puede citar a Sócrates y su método de interrogar a los interlocutores. Del mismo modo, la duda metódica de Descartes y la crítica de Kant fueron fundamentales para posicionar no sólo la actitud crítica frente al mundo y a los modos de hacer ciencia tradicional, sino los cimientos de las ciencias modernas. También se tienen los planteamientos de filósofos de la teoría crítica o escuela de Frankfurt como Horkheimer (1973), Horkheimer y Adorno (1994), Marcuse (1994), Habermas (1981). Éstos aportan elementos que revelan la función del lenguaje como "ocultador" de la realidad.

Horkheimer (2000) resalta cómo los hombres se guían por pensamientos unidireccionales que no les permiten comprender múltiples manifestaciones culturales y sociales y solo favorecen una enajenación de la realidad. Esta perspectiva deja claro que no se conforma con los discursos establecidos, contribuye a descubrir las contradicciones, se permite proponer alternativas posibles y busca analizar situaciones desde varias miradas. También indica que el pensamiento crítico permite ver el mundo como es y exhibe las acciones del ser humano (Frankenberg, 2011). En consecuencia, propende a escapar de las limitaciones construidas para configurar un pensamiento liberador para la vida individual y social.

Desde los aportes de Rancière (2003), el pensamiento crítico adquiere connotaciones políticas, que involucran reconocer la importancia de la emancipación intelectual. Esta última debe entenderse como el acceso de cualquier individuo a experimentarse como un ser capaz de pensar, una actividad desidentificadora, que se distancia del saber existente y que trasciende los roles y funciones preestablecidas.

En el mismo sentido, Cristancho (2013) indica que los sujetos políticos se construyen inmersos en contextos y procesos sociales e históricos entre los cuales se encuentra la participación y pertenencia a la escuela, al mundo académico y a otras instituciones. Por ello, se requiere promover posibilidades de construcción del pensamiento crítico, una formación que motive la participación activa en asuntos de interés público y social.

Popper (1975), filósofo con formación científica, resalta la importancia de la formación del pensamiento crítico en el ámbito universitario. Indica: "al científico normal se le ha enseñado mal. Creo, al igual que otros muchos, que toda la enseñanza a nivel universitario (y si es posible antes) debería ser entrenamiento y estímulo al pensamiento crítico". (p. 150).

Esta perspectiva otorga gran relevancia al hecho de emplear los espacios de formación para el desarrollo del pensamiento crítico. Dicho pensamiento ha de dar lugar a la formulación de juicios con evidencias de las que se pueda comprobar su confiabilidad. También debe emplear el racionalismo crítico y una actitud escéptica ante los dogmas y los discursos dominantes. Se insiste en la profundidad con que debe realizarse la interpretación de los problemas. Ha de dejarse de lado el conformismo, con explicaciones superficiales, prejuicios personales. Por el contrario, se deben utilizar principios causales, revisión de la información, posturas creativas e inquietantes que les permitan superar visiones neutrales, cerradas.

Una alternativa para alejarse de los reduccionismos conceptuales y dogmáticos, ha sido la *pedagogía crítica*. Tiene importancia en los procesos educativos para que las personas, en un ambiente liberador y de emancipación, piensen y valoren las realidades sociales. En ese sentido, los planteamientos, entre otros, de Freire (1970), Apple (1986) Carr y Kemmis (1986), McLaren (1994), Giroux (2003), Kincheloe (2008), señalan el rechazo de la idea de un sujeto unificado y racional producto de una cultura dominante. Dichos autores proponen crear espacios para producir nuevas formas de conocimiento, subjetividad e identidad que permitan analizar el lenguaje de lo político y las relaciones de poder y de dominación que establecen las instituciones. Así mismo, proponen valorar el lenguaje de lo ético para comprender cómo las relaciones sociales y los espacios desarrollan juicios que exigen y conforman diferentes modos de respuesta al otro.

Desde los planteamientos anteriores, se observa cómo varias características de las pedagogías críticas forman parte de un sujeto con pensamiento crítico. También se resalta su carácter emancipatorio, la lucha por la igualdad social, la resistencia a formas de dominación y control. Estas características ponen de manifiesto la humanización de la educación como actividad esencial. De esta forma, el sujeto se comprende en relación con el mundo y se manifiesta desde una conciencia social que lo lleve a actuar con responsabilidad.

El concepto *pensamiento crítico* pasó de ser una de las características de la filosofía, de la pedagogía y de toda ciencia en general, para hacerse objeto de reflexión en la *didáctica de las ciencias*, que es nuestro campo de interés. Dentro de este campo, se destacan los estudios de Newton, Driver & Osborne (1999), Solbes y Vilches (2004), Kolstø (2006) Vieira y Nascimento (2007), Vilchez (2009), Jiménez- Aleixandre (2010), quienes resaltan elementos que permiten cuestionar la necesidad de relacionar el estudio de la ciencia con discusiones públicas, globales; en especial los relacionados con el estudio

de la ciencia y la tecnología; por ello, los anteriores estudios hacen énfasis en la necesidad de promover ambientes de debate en el aula.

Yager (1993) relaciona el pensamiento crítico con la capacidad de hacer elecciones racionales y juicios fundamentados como elementos de las decisiones que se emplean para resolver problemas. Jiménez-Aleixandre (2010) afirma que "*es la capacidad de desarrollar una opinión independiente, adquiriendo la facultad de reflexionar sobre la sociedad y participar en ella*", (p. 39). Señala que tiene componentes de argumentación, como la búsqueda y uso de pruebas. También cuestiona la autoridad y destaca aspectos emancipatorios, como la opinión independiente y el análisis crítico de discursos legitimadores. Vieira, Tenreiro-Vieira y Martins, (2010) mencionan las capacidades de cuestionar la validez de los argumentos, rechazar conclusiones no basadas en razones válidas, detectar tendencias y errores de pensamiento, y evaluar la credibilidad de las fuentes de información.

La generación de debates para promover la argumentación en el aula ha cobrado importancia en la didáctica de las ciencias y ha sido señalada como una contribución al desarrollo del pensamiento crítico. Los trabajos de Deanna Kuhn (1991) definen la argumentación como una práctica cognitiva del proceso de pensamiento que requieren operaciones cognitivas como enunciar una conclusión, llegar a pruebas que apoyen o juzguen un enunciado, etc. En estudios de Jiménez-Aleixandre (2010) la argumentación es definida como la capacidad de evaluar los enunciados en base a las pruebas. Reconoce que las conclusiones y los enunciados científicos deben estar justificados, sustentados en pruebas.

Lo anteriores definiciones señalan cómo la argumentación forma parte del pensamiento crítico, no solo por el hecho de utilizar pruebas para emitir enunciados fundamentados, sino también por la capacidad de crear enunciados y justificarlos adecuadamente.

Los estudios señalados permiten reconocer la necesidad de propiciar discusiones abiertas y libres para que los alumnos tengan escenarios de participación democrática. Esos escenarios les permitirán ver la ciencia como una construcción humana, susceptible al cambio e histórica, que deja de lado discursos memorísticos, repetitivos, cerrados y contribuye a la formación de ciudadanos científicamente alfabetizados.

Las anteriores perspectivas dejan claro que no hay conocimientos absolutos. Solo conjeturas que pueden ser mejoradas y una disposición para refutar creencias, puntos de vista personales, discursos dominantes, falacias que producen errores en el razonamiento y promueven argumentos incorrectos. Esto exige poner en tela de juicio las propias creencias y hace necesaria la combinación de rasgos racionales y escépticos con una actitud emancipatoria como requerimientos del pensamiento crítico. De esta forma, se puede decidir por sí mismo, ser creativo, emitir opiniones propias, desarrollar un crecimiento intelectual continuo, pensar y actuar en consecuencia.

Las cuestiones socio-científicas posibilitadoras del pensamiento crítico

Una de las estrategias utilizadas en el campo de la didáctica para promover escenarios de cuestionamiento, argumentación, abordaje de aspectos sociales (éticos, económicos, científicos, ambientales) son las cuestiones socio-científicas (CSC). Un gran número de trabajos actuales sobre las CSC conceden gran importancia a la formación ciudadana como un objetivo central de la enseñanza de la ciencias (Aikenhead, 1985; Abdel-Khalick, 2003; Ratcliffe y Grace, 2003; Reis y Galvao, 2004; Sadler y Zeidler, 2005).

De manera más general, Díaz y Jiménez (2012) señalan que la controversia socio científica es un asunto de opinión científica y tecnológico en el cual existe discrepancia entre los

diversos actores y fuerzas sociales que participan en el proceso (investigadores, científicos, opinión pública, administración, empresas privadas que financian los estudios), ya sea por desacuerdo, discusión o debate.

Como lo afirma Díaz y Jiménez (2012), las diferentes opiniones sobre dilemas sociales, que surgen y que están relacionadas con la ciencia, se convierten en punto de partida y motor de aprendizaje como lo pueden ser las concepciones alternativas y los conflictos cognitivos.

De acuerdo a Jiménez-Aleixandre y Puig (2010) y Martínez (2010) es necesario promover la autonomía de los estudiantes y el empoderamiento, como principal objetivo de las CSC, para el desarrollo de una opinión independiente, se requieren espacios donde se expresen sus ideas y las discutan con los demás. Resalta la construcción de significados de los estudiantes sobre los temas tratados que implican un cambio conceptual, modificación de ideas previas y un reconocimiento de los estudiantes de la existencia de distintos puntos de vista acerca de las CSC. Jiménez-Aleixandre (2010) pone de manifiesto que el propósito de la utilización de temas socio-científicos es promover en el alumnado el conocimiento de temas controvertidos, para desarrollar una mente abierta y reflexionar críticamente.

Esta perspectiva se constituye en el eje fundamental de esta investigación. Como reflejan los estudios de Sadler y Donnelly (2006), las CSC favorecen la argumentación y el razonamiento en el estudiante. Las CSC hacen que los conceptos científicos puedan ser mejor entendidos como formas de pensamiento que proporcionan el medio de explicar una variedad de fenómenos. Esto mismo puede indicarse de las CSC como contribución al desarrollo de competencias de pensamiento crítico.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, se justifica que las CSC permiten a los estudiantes asumir roles y posturas de pensamiento independientes, cuestionar la información,

buscar la verdad de las cosas, argumentar sus puntos de vista y considerar distintas dimensiones para emitir juicios éticos desde una responsabilidad social.

El pensamiento crítico está conformado por una serie de competencias

En Torres (2014) se señala que *el pensamiento crítico está constituido por una serie de competencias que han de desarrollarse a través de las CSC*. Para fundamentarla, se considera importante partir de la conceptualización del pensamiento crítico. Esto permitirá analizar las distintas posturas frente a este tipo de pensamiento, los factores que favorecen su desarrollo así como las competencias que permiten alcanzarlo.

Varias perspectivas teóricas asocian el pensamiento crítico con habilidades, una forma de pensamiento o competencias. A continuación se presentan cada una de estas:

Como habilidad

El concepto de habilidad proviene del término latino *habilitas*. Hace referencia al talento o la aptitud para efectuar alguna tarea. Por ello, se asocia con procesos mediante los cuales se realizan tareas y actividades con eficacia y eficiencia. Algunos autores definen la habilidad como la capacidad que permite la aplicación del conocimiento sobre una realidad específica, con el objetivo de transformarla.

Desde esta última perspectiva, McMillan (1987) manifiesta que el pensamiento crítico es el que involucra el reconocimiento, la evaluación de los argumentos y la realización de inferencias. Perry (1970), Zoller (1993) y Halpern (2006) asumen el pensamiento crítico en relación con el uso eficaz de habilidades implicadas en resolver problemas, en formular inferencias, en calcular probabilidades y en tomar decisiones.

Por ejemplo, Glaser (1985) indica que el pensamiento crítico está relacionado con la necesidad de reconocer afirmaciones tácitas y evaluarlas, conocer el lenguaje y usarlo apropiadamente, evaluar los argumentos y valorar la evidencia, extrayendo inferencias y examinándolas, cambiando las actitudes propias o revisando juicios a partir de lo anterior.

Sin embargo, no hay consenso en la definición de pensamiento crítico. Varios autores amplían su concepto a una forma de pensamiento y un conjunto de habilidades, como se presenta a continuación.

Como forma de pensamiento y conjunto de habilidades

Varios autores relacionan el pensamiento crítico con una forma de pensamiento, justificando la necesidad de este pensamiento para la vida. En este sentido, los estudios de Ennis (1987) afirman que se trata de un pensamiento razonado, reflexivo que se centra en decidir qué creer o qué hacer. El mismo autor señala que es un pensamiento de orden superior, y como tal, no es automático sino que requiere autodeterminación, reflexión, esfuerzo, autocontrol y metacognición.

En su ejecución se evalúan el resultado del pensamiento y el proceso mismo del pensamiento. Ennis (1987) señala un conjunto de habilidades necesarias para el pensamiento crítico: centrarse en la cuestión, analizar argumentos, plantear y responder cuestiones de clarificación y/o desafío, juzgar la credibilidad de las fuentes, observar y juzgar observaciones, deducción, inducción, juicios de valor, definir términos, identificar suposiciones, decisión y interacción con los otros.

Swartz y Perkins (1990), plantean categorías mucho más generales como son el pensamiento creativo, el pensamiento crítico, la toma de decisiones, la resolución de problemas cotidianos y la resolución de problemas matemáticos. Facione, Facione & Giancarlo (2000), señalan que una persona que posee pensamiento crítico es habitualmente inquisitiva, bien

informada, que confía en la razón, de mente abierta, flexible, justa cuando se trata de evaluar; honesta cuando confronta sus sesgos personales, prudente al emitir juicios, dispuesta a reconsiderar y si es necesario a retractarse, clara respecto a los problemas o las situaciones que requieren la emisión de un juicio, ordenada cuando se enfrenta a situaciones complejas, diligente en la búsqueda de información relevantes, razonable en la selección de criterios, enfocada en preguntar, indagar, investigar; persistente en la búsqueda de resultados tan precisos como las circunstancias y el problema o la situación lo permitan.

Por otra parte, Richard Paul y Linda Elder (2006), manifiestan que el pensamiento crítico es el modo de pensar sobre cualquier tema, contenido o problema en el cual el pensante mejora la calidad de su pensamiento al apoderarse de las estructuras inherentes del acto de pensar y al someterlas a estándares intelectuales. Otros estudios de (Nickerson, 1994 y Hannel y Hannel, 1998; Laburu 1996; Presseisen, 1986) afirman que el pensamiento crítico genera personas más analíticas que promoverían el mejoramiento de la calidad de vida y que serían capaces de transformar su realidad, solucionando diferentes situaciones a nivel personal, familiar y laboral.

Como competencia

El concepto de competencias ha pasado de la aplicación de un ámbito laboral al educativo, en el que todavía se cuestiona su inclusión en escenarios reales del aula Como señalan Duit (2004) y Furió, Solbes & Carrascosa (2006), el concepto de competencia no es fácil de acomodar en los sistemas evaluativos habituales, alejados de las innovaciones en didáctica.

Sin embargo, la OCDE (2002) a través del proyecto DeSeCo (Definición y Selección de Competencias), define *competencia* como la capacidad de responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas diversas de forma adecuada. Señala, además, que el concepto innovador de “competencia”

se preocupa por la capacidad de los estudiantes de analizar, razonar y comunicarse efectivamente conforme se presentan, resuelven y interpretan problemas en una variedad de áreas.

Aclara que competencia es más que conocimientos y destrezas. Involucra la habilidad de enfrentarse a demandas complejas, apoyándose en y movilizand recursos psicosociales (incluyendo destrezas y actitudes) en un contexto en particular. Por tanto, este concepto supone una serie de conocimientos, capacidades, habilidades, destrezas, actitudes y disposiciones que alguien debe poseer para intervenir en la formación integral de un individuo.

Una diferencia entre habilidad y competencia se establece en el glosario Cedefop de la Comisión Europea (Cedefop, 2008). La habilidad se define como la capacidad de realizar tareas y solucionar problemas, mientras que una competencia es la capacidad de aplicar los resultados del aprendizaje en un determinado contexto (educación, trabajo, desarrollo personal o profesional).

Una competencia no está limitada a elementos cognitivos (uso de la teoría, conceptos o conocimiento implícito). Abarca, además, aspectos funcionales (habilidades técnicas), atributos interpersonales (habilidades sociales u organizativas) y valores éticos (Pedrinacci, Caamaño, Cañal y Pro, 2012)

Desde las perspectivas anteriores, se considera que el pensamiento presenta un carácter complejo que requiere la articulación de varias competencias que son definidas o elegidas de acuerdo con el contexto o la situación.

Por lo anterior, se contextualiza el pensamiento crítico, en el ámbito de las CSC, como un conjunto de capacidades de las personas para estructurar una manera de pensar propia que les permite distinguir la veracidad de los argumentos, tomar posiciones frente a las situaciones sociales para tener un papel activo en las decisiones culturales y científicas asumidas desde una responsabilidad social. (Solbes y Torres, 2012).

Por lo anterior, en virtud de la revisión documental descrita se plantea que el pensamiento crítico requiere considerar ciertas competencias críticas. Por tanto, es necesario caracterizar lo que se entiende por *competencias críticas* desde el ámbito de las CSC.

Las *competencias críticas* se definen como aquellas capacidades que permiten prepararse para emitir juicios propios, evidentes como resultado de cuestionamientos, confrontaciones de puntos de vista, búsqueda de procesos de indagación frente a problemas, ideologías y información que dan apertura a espacios dialógicos y críticos como una forma de manifestación e intervención social.

Realizando una articulación conceptual con la fundamentación señalada anteriormente, se proponen a continuación las competencias críticas que promoverán el pensamiento crítico en los estudiantes a partir de abordar las CSC, junto con las dificultades que impiden el pensamiento crítico. (Ver Tabla 1)

Tabla 1. Competencias que se requieren para el desarrollo del pensamiento crítico en el ámbito de las CSC.

Una persona con pensamiento crítico que aborde CSC sería capaz de:	Dificultades que impiden el PC
1. Comprender la ciencia como actividad humana con múltiples relaciones con la tecnología, la sociedad y el ambiente. Asumir la existencia de problemáticas socio-científicas, es decir, controversias sociales que tienen su base en nociones científicas.	1. Asumir la ciencia como un conocimiento de elite, lejano de ellos y descontextualizado. No ser conscientes de los problemas a los que se enfrenta hoy la Humanidad, ni del papel de la ciencia y la tecnología en los mismos.

continúa...

continuação

Una persona con pensamiento crítico que aborde CSC sería capaz de:	Dificultades que impiden el PC
2. Estar informado sobre el tema, no limitarse a discursos dominantes, conocer posturas alternativas, cuestionar la validez de los argumentos rechazando conclusiones no basadas en pruebas, detectar falacias argumentativas, evaluar la credibilidad de las fuentes teniendo en cuenta los intereses subyacentes y crear argumentaciones sólidas.	2. Tener disposición para cuestionar las opiniones y creencias personales basadas en discursos legitimadores (o en la ideología dominante). Desconocimiento de los intereses subyacentes.
3. Estudiar el problema socio-científico de manera integral, en su complejidad, de manera que se involucren dimensiones científicas, técnicas, éticas, culturales, filosóficas, sociales económicas, ambientales, etc.	3. Discurso unidimensional y descontextualizado de la ciencia. Dificultad para cuestionar y valorar los efectos e implicaciones de los desarrollos científicos y tecnológicos en la sociedad.
4. Valorar y realizar juicios éticos en torno a la CSC atendiendo a la contribución de los mismos a la satisfacción de necesidades humanas, a la solución de los problemas del mundo.	4. Visión neutral de la ciencia. No poner en cuestionamiento las razones morales, políticas o personales ni permitir pensar estas frente a las CSC.
5. Construir planteamientos y conclusiones, adecuadamente sustentados, que lleven a tomar decisiones fundamentadas, a promover acciones para el mejoramiento de la calidad de vida y a ser capaces de transformar su realidad solucionando diferentes situaciones a nivel personal, familiar y laboral.	5. Pasividad, comodidad, actitud conformista frente a los discursos dominantes.

Fuente: (Solbes y Torres, 2012)

A continuación, se especifican las razones que justifican la forma en que las competencias mencionadas, contribuyen al desarrollo del pensamiento crítico desde el ámbito de las CSC.

Competencia 1. Comprender la ciencia como actividad humana, con múltiples relaciones con la tecnología, la sociedad y el ambiente. Asumir la existencia de problemáticas socio-científicas, es decir, controversias sociales que tienen su base en nociones científicas.

Se considera esta competencia como punto de partida en el desarrollo del pensamiento crítico en el ámbito de las CSC. La enseñanza de las ciencias debe mostrarlas a los estudiantes la ciencia como una actividad humana. Se debe evitar que aparezca como elitista, enigmática y difícil. De esta manera, se contribuye a comprender la ciencia como un fenómeno histórico y cultural, con carácter dinámico y evolutivo. Por ello, es necesario ofrecer espacios de discusión en el aula en los que se aborden problema socio-científicos que permiten asumir posturas críticas y entender cómo la ciencia es sensible a los problemas sociales de cada época.

Por tanto, los procesos de formación de docentes en ciencias no pueden limitarse a un entrenamiento para su vida profesional. También se deben formar para desempeñar papeles sociales, de participación ciudadana que contribuya a la sociedad. Al trabajar una CSC es posible mostrar el papel social de la ciencia tanto en sus aspectos internos como externos.

Esta primera perspectiva, permitirá problematizar los conceptos científicos que se constituyen en escenarios didácticos para que el estudiante exprese su pensamiento.

Competencia 2. Estar informado sobre el tema, no limitarse al discurso dominante y conocer posturas alternativas, cuestionar la validez de los argumentos, rechazando conclusiones no basadas en pruebas, detectar falacias argumentativas, evaluar la credibilidad de las fuentes teniendo en cuenta los intereses subyacentes y crear argumentaciones sólidas.

En muchas ocasiones, se emiten juicios sin tener conocimiento en profundidad de los temas, lo cual limita la posibilidad de réplicas, sin razón ni justificación alguna de los hechos. Es evidente la cantidad de información a la que estamos expuestos diariamente por los medios de comunicación. Sin esta competencia se corre el riesgo de creer todo lo que se dice y ser engañados y manipulados.

El cuestionamiento constante de todo lo que se ve permite elegir mejor. También permite vislumbrar las falacias del mercado, de la política y de los medios que, en cierta manera, han servido para marginar personas y grupos.

Como señalan Osborne, Duschl, & Fairbrother (2002) hay que desarrollar, y ser capaz de expresar un punto de vista personal, informado sobre cuestiones relativas a la ciencia y la tecnología. Para ello se requiere promover situaciones de aperturas de debates sobre cuestiones globales enmarcadas en lo que se denomina CSC.

Competencia 3. Estudiar el problema socio-científico de manera integral, en su complejidad, de manera que se involucren dimensiones científicas, técnicas, éticas, culturales, filosóficas, sociales económicas, ambientales, etc.

Una mirada unidimensional resulta pobre y no posibilita el estudio de la realidad tal como es. Mostrar que las cosas tienen incidencia en distintas dimensiones, contribuirá a una formación integral, a enriquecer las perspectivas y los horizontes de los estudiantes. Por otra parte, no permitiría quedarse con las ideas dominantes sino desarrollar una opinión propia basada en el estudio de diversas miradas.

La multidimensionalidad permitirá elegir y decidir mejor, al poseer los conocimientos suficientes para hacerlo con fundamentación. También permitirá no inclinarse a la primera opción ni a la más convincente, es decir, evitará el conformismo. Los estudios de Lamanauskas y Gedrovics (2005), resaltan la importancia de la integralidad y afirman que la falta de comprensión en el proceso de integración limita las oportunidades en la realización de la enseñanza. En el mismo sentido, Fogerty (1991) señala que el currículo que aborde la integralidad deberá, como mínimo, fortalecer y reforzar en los estudiantes conocimientos actuales en un área determinada. También debe permitir la comprensión del alumno de nuevas

áreas. Por ello, sugieren la participación en actividades donde puedan aprender, crecer y hacer la conexión con el mundo real e influir directamente en la motivación para aprender. Este aspecto se constituye en un referente que permita apoyar el uso de las CSC como contribución a la integralidad.

El término integración hace referencia a la interrelación de elementos separados en la totalidad. Sugiere una necesidad de anticipar la educación de los más avanzados conocimientos de la ciencia, una semejanza directa entre la enseñanza y las cuestiones globales (la aplicación y el desarrollo de la enseñanza integrada de problemáticas). Esto permitirá que los estudiantes conozcan diferentes temas y se promueva el desarrollo de habilidades interdisciplinarias y capacidades con el fin de identificar y clarificar el problema y aplicar efectivamente los conocimientos adquiridos y las habilidades para resolverlo.

Así mismo, Blum (1994) señala que la integralidad posibilita que los estudiantes identifiquen una correlación intrínseca entre los principios y conceptos en ciencias naturales. Sugiere, además, la oportunidad para que los alumnos elijan los temas, teniendo en cuenta sus intereses.

Jiménez-Aleixandre (2010) señala las dificultades que pueden presentarse para integrar distintos dominios científicos, sociales o éticos. Sugiere que lo conveniente es diseñar un ambiente y unas tareas que promuevan la valoración de las ventajas y desventajas de las distintas alternativas, evitando caer en oposiciones simplistas.

De la misma manera, asegura que los estudiantes no están acostumbrados a tener que abordar problemas que presentan complejidad de la vida real. Este debe ser un objetivo fundamental en pro de la formación del pensamiento crítico.

Es necesario proponer a los estudiantes situaciones que los lleven a analizar diferentes alternativas, reconociendo que no hay una única forma de resolver problemas, ni una sola forma de interpretar fenómenos. Las concepciones, ideologías y puntos de vista inciden en la manera de interpretar. Esto justifica la práctica de la integralidad en los escenarios educativos.

Competencia 4. Valorar y realizar juicios éticos en torno a la CSC, atendiendo a la contribución de los mismos a la satisfacción de necesidades humanas, a la solución de los problemas del mundo.

No es desconocido que muchas de los artefactos tecnológicos y los avances científicos han incidido en la sociedad y el ambiente. En otras palabras, es indispensable que los estudiantes se formen y conozcan una dimensión social del progreso de la ciencia, para valorar los alcances del impacto del desarrollo tecnológico y científico.

Como sugiere Giroux (2003), existe la necesidad de ofrecer una guía sobre asuntos de igualdad, libertad y justicia "para que los estudiantes puedan identificar problemas sociales, raciales y las inequidades de clase que las animan" (p. 153). Hay que posibilitar a los estudiantes espacios de compromiso con la justicia social, donde se haga necesario asumir con mayor solidaridad las necesidades humanas. Así mismo, Freire (2006) señala que el maestro debe tomar posición con el oprimido y promover un clima dialógico liberador hacia un mundo más humano. Se trata, en definitiva, de ser un agente transformador.

Esta perspectiva busca la formación de valores para comprender las necesidades humanas. De esta forma, se contribuye a interesarse por buscar soluciones a los problemas así como conocer y tomar conciencia, al mismo tiempo, de su identidad compleja y de su identidad común a todos los demás seres humanos (Morin, 2001).

Como señalan los anteriores autores, es indispensable que todo proceso de enseñanza contribuya a ejercer actos voluntarios que lleven a plantear juicios fundamentados, con responsabilidad social. Por tanto, es necesario fomentar discusiones reflexivas y críticas alrededor de las condiciones sociales y de la propia conducta.

La condición humana contribuye a tener una actitud de cuidado consigo mismo, con otros y con el mundo. Se trata de una forma de pensamiento sobre uno mismo y su modo de actuar (Foucault, 1999).

Competencia 5. Construir planteamientos y conclusiones adecuadamente sustentados que lleven a tomar decisiones fundamentadas, a promover acciones para el mejoramiento de la calidad de vida y a ser capaces de transformar su realidad solucionando diferentes situaciones a nivel personal, familiar y laboral.

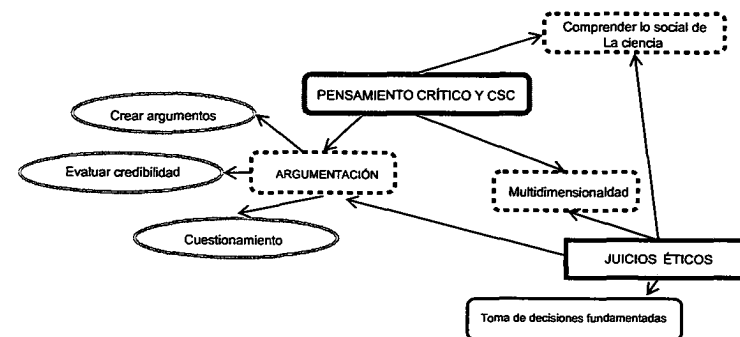
Muchas de las opiniones tienden a quedar generalizadas y difícilmente se asumen desde una postura personal que promovería un cambio social. Por ello, es fundamental desarrollar en los estudiantes actitudes personales frente a los asuntos sociales. Estas actitudes, ligadas a argumentos y conclusiones, permitirán tomar decisiones fundamentadas y válidas (Aikenhead, 1985; Solbes y Vilches, 1997).

Sin embargo, el establecimiento de conclusiones debe estar sustentado en pruebas y evidencias. De acuerdo con Jiménez (2010), el término conclusión suele emplearse en el lenguaje cotidiano con el sentido de algo que se deriva de una demostración o unas pruebas. En los argumentos se usa a menudo para denotar un enunciado sometido a comprobación y que, tras ser contrastado con las pruebas, puede ser probado o refutado.

Señala, además, que en las clases de ciencias las conclusiones que interesan son las explicaciones causales. Se entiende por este término aquellas que persiguen la interpretación de fenómenos físicos y naturales, como las explicaciones sobre las causas de las estaciones, la extinción de los dinosaurios, etc.

Esta competencia hace énfasis en la mirada que deben hacer los escenarios educativos a las necesidades sociales, ser consciente de emprender acciones para el mejoramiento de la calidad de vida así como ser capaz de situarse con responsabilidad y compromiso social ante los problemas reales.

En síntesis el pensamiento crítico en el ámbito de las CSC sería:



La grafica anterior presenta las competencias necesarias para promover el desarrollo de pensamiento crítico desde el uso de las CSC. En primer lugar la necesidad de efectuar la articulación entre los conceptos científicos y la sociedad para comprender lo social de la ciencia; el estudio de los fenómenos desde la multidimensionalidad. La necesidad de promover la argumentación científica en el aula como posibilidad de crear argumentos, evaluar la credibilidad de las fuentes, realizar cuestionamiento y justificarlos adecuadamente. La necesidad de valorar aspectos éticos de la CSC abordada, de manera que contribuyan en la formación del estudiante la toma decisiones fundamentadas.

Consideraciones Finales

Como se ha visto en la revisión anterior, las CSC han sido utilizadas en el desarrollo de los procesos argumentativos y en la didáctica de las ciencias. Se considera, entonces, que las CSC pueden ser una contribución importante al desarrollo de competencias de pensamiento crítico.

Las CSC, se constituyen en temas generadores de debates que ayudan a que los profesores y los estudiantes conozcan la incidencia de la ciencia en el mundo. También contribuyen a que los profesores y estudiantes hagan de sus prácticas pedagógicas escenarios de investigación. De esta forma, se produce un cuestionamiento de la información y se valora la situación desde diferentes alternativas, al considerar aspectos políticos, éticos, sociales y científicos.

Al igual que los planteamientos señalados por autores como Osborne et al., (2002); Jiménez-Aleixandre y Puig (2010), la argumentación no se encuentra de forma innata en la mayoría de las personas. Por el contrario, se adquiere a través de una gran cantidad de práctica. Algo semejante se puede pensar del pensamiento crítico. Si se ofrecen espacios que permitan pensar de manera crítica, se contribuye a su desarrollo.

Desde las características de las CSC, consideramos que estas proporcionan un contexto en el que se articule la ciencia con los problemas reales en un escenario didáctico. De esta forma, los estudiantes pueden aprender a tomar decisiones fundamentadas, estudiar los problemas socio-científicos desde su integralidad, realizar juicios éticos, emitir conclusiones, analizar la veracidad y falsedad de la información como condiciones necesarias en el desarrollo del pensamiento crítico.

REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS

ABD-EL-KHALICK, F. (2003). Socioscientific issues in pre-college science classrooms: the primacy of learners' epistemological orientations and views of nature of science. In: ZEIDLER, D. (Org.). **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, p. 41-61.

AIKENHEAD, G. S. (1985). Collective decision making in the social context of science. **Science Education**, 69(4), pp. 453-475.

APPLE, M. (1986). **Ideología y currículo**. Madrid: Akal.

BLUMA. (1994). Integrated and General Science. In.: T.Husen, T.N.Postlethwaite (eds.) **The International Encyclopedia of Education**, 5, 2897-2903

CARR, W., & KEMMIS, S. (1986); **Teoría crítica de la enseñanza**. La investigación-acción en la formación del profesorado. Barcelona: Martínez Roca.

CRISTANCHO, J. (2013). **Tigres de papel, recuerdos de película**. Memoria, oposición y subjetivación política en el cine argentino y colombiano. Tesis Doctoral. Universidad Pedagógica Nacional. Colombia.

DÍAZ, N, & JIMÉNEZ-LISO, M. (2012). Las controversias socio-científicas: temáticas e importancia para la educación científica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, 9(1), 54-70.

DUIT, R. (1986). In search of an energy concept. In: **Energy matters**, 1986. Leeds: University of Leeds.

ENNIS, R. (1987). A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. En J. B. Baron & R. J. Sternberg (Eds.), **Teaching thinking skills** (pp. 9-26). New York: Freeman and Company.

FACIONE, P.A., FACIENEN, C., & GIANCARLO, C. (2000). The Disposition Toward Critical Thinking: Its Character, Measurement, and Relationship to Critical Thinking Skills, **Journal of Informal Logic**, 20(1), 61-84.

FRANKENBERG, G. (2011). Teoría crítica. **Revista sobre enseñanza del Derecho**, 9(17), 67-84.

FREIRE, P. (1970). **Pedagogía do oprimido**. Tierra Nueva. Siglo XXI Editores, S.A.

FREIRE, P. (2006). **Pedagogía de la autonomía: Saberes necesarios para la práctica educativa**. México: Siglo XXI.

FOGERTY R. (1991). Ten ways to integrate the curriculum. **Educational Leadership**, 49(2), 61-65.

FOUCAULT, M. (1999). **Estética, ética y hermenéutica**. Obras esenciales Vol. 3. Barcelona, Paidós.

FURIÓ C., SOLBES J. & CARRASCOSA J. (2006) Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación. Resultados y perspectivas. **Alambique** 48, 64-78.

GIROUX, H. (2003). Pedagogy of the depressed: beyond the new politics of cynicism. En M. Peters, C. Lankshear & M. Olssen (Eds.). **Critical theory and the human condition; Founders and praxis** (143-168). New York: Peter Lang.

GLASER, E.M. (1985). Critical thinking. Educating for responsible citizenship in a democracy. **National Forum**, 65, 24-27.

HABERMAS, J. (1981). **The theory of communicative action**. Boston: Beacon Press.

HALPERN, D. (2006). **Halpern Critical Thinking Assessment Using Everyday Situations: Background and scoring standards (2° Report)**. Unpublished manuscript. Claremont, CA: Claremont McKenna College.

HANNEL G., & HANNEL, L. (1998). Seven steps to teach critical thinking: A practical application of critical thinking skills. **Nassp Bulletin**, 82(598), 87-93

HORKHEIMER, M. & ADORNO, T.W (1994). **Dialéctica de la Ilustración**. Fragmentos filosóficos. Madrid: Trotta.

HORKHEIMER, M. (1973). **Crítica de la razón instrumental**. Buenos Aires: Sur.

HORKHEIMER, M. (2000). **Teoría tradicional y teoría crítica**. Barcelona: Paidós I.C.E./U.A.B.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (2010). **10 ideas clave**. Competencias en argumentación y uso de pruebas. Barcelona: Graó.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P. & PUIG, B. (2010). Argumentation, evidence evaluation and critical thinking. En B. J. Frasser, K. Tobin y C. McRobbie (Eds), **Second International Handbook for science Education**. Dordrecht: Springer (En prensa).

KINCHELOE, J (2008). **Critical pedagogy (2nd ed.)**. New York: Peter Lang.

KOLSTØ, S. D. (2006). Patterns in Students' Argumentation Confronted with a Risk-focused Socio-scientific Issue. **International Journal of Science Education**, 28(14), 1689-1716.

KUHN, D. (1991). **The skills of argument**. Cambridge: Cambridge University Press.

LABURU, C.E. (1996); La crítica en la enseñanza de las ciencias: constructivismo y contradicción. **Enseñanza de las ciencias**, 14, 93-101.

LAMANAUSKAS V., & GEDROVICS J. (2005). Modern natural science education development tendencies in Lithuania and Latvia. **Gamtamokslinis ugdymas/Natural Science Education**, 2(13), 20-26.

MARCUSE, H. (1994). **El hombre unidimensional**. Barcelona, Ariel.

MARTINEZ, L. (2010). **A abordagem de questões sociocientíficas na formação continuada de professores de ciências: contribuições e dificuldades**. Tesis Doctoral. Universidade estadual paulista. Campus Universitário de Bauru.

MC LAREN, P. (1994). **Pedagogía Crítica y Cultura depredadora**. Ed. Aique, Buenos Aires.

MCMILLAN, J.H. (1987). Enhancing college students' critical thinking: A review of studies. **Research in Higher Education**, 26, 3-29.

MORIN, E. (2001): **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 3 ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO.

NEWTON, P.; DRIVER, R. & OSBORNE, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. **International Journal Education**, 21(5), 553-576.

NICKERSON, R.S. (1994). The teaching of thinking and problem solving. In R.J. Sternberg (Ed.). **Thinking and problem solving** (pp.409-449). San Diego, CA: Academic Press.

OSBORNE, J., DUSCHL, R., & FAIRBROTHER, R. (2002). **Breaking the mould? Teaching science for public understanding**. London: Nuffield Foundation.

PAUL, R., & ELDER, L. (2006). **The miniature guide to critical thinking concepts and tools**. Foundation for critical thinking. Consultado Abril 20, 2012 from <http://www.criticalthinking.org/files/Concepts_Tools.pdf>.

PEDRINACCI, A., CAAMAÑO, A., CAÑAL, P. y PRO, A. de (2012). **El desarrollo de la competencia científica**. Barcelona: Graó

PERRY, W. (1970). **Los formularios del W.G. del desarrollo intelectual en los años de la universidad, un plan**. Holt, Rinehart, y Winston, Nueva York, 37.

POPPER, K.R. (1975). La ciencia normal y sus peligros, en Lakatos, I y Musgrave, A (Eds.), **Crítica y conocimiento**, Barcelona: Grijalbo.

PRESSEISEN, B. (1986). **Critical Thinking and Thinking Skills**. State of the Art Definitions and Practice in Public Schools. Philadelphia: Research for Better.

RACIERE, J. (2003). **El maestro ignorante**. Cinco lecciones sobre la emancipación intelectual. Barcelona. Laertes.

RATCLIFFE, M & GRACE, M. (2003). **Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues**. Philadelphia: Open University Press.

REIS, P. & GALVÃO, C. (2004). The impact of socio-scientific controversies in Portuguese natural science teachers' conceptions and practices. **Research in Science Education**, 34(2), 153-171.

SADLER, T. D., & DONNELLY, L. A. (2006). Socioscientific argumentation: The effects of content knowledge and morality. **International Journal of Science Education**, 28, 1463-1488

SADLER, T. D. & ZEIDLER, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. **Journal of Research in Science Teaching**, 42(1), 112-138.

SOLBES, J. & TORRES, N.Y. (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones socio-científicas: un estudio en el ámbito universitario **Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales**, 26, 247-269.

SOLBES, J. & VILCHES, A. (1997). STS Interactions and the teaching of Physics and Chemistry. **Science Education**, 81, pp. 377-386

SOLBES, J.& VILCHES, A. (2004) Papel de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana. **Enseñanza de las Ciencias**, 22(3), 337 -348.

SWARTZ, R. J., & PERKINS, D. N. (1990). **Teaching thinking: Issues and approaches**. Pacific Grove, CA: Critical Thinking Press & Software.

TORRES, N. (2014). **Pensamiento crítico y cuestiones socio-científicas: un estudio en escenarios de formación docente**. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia- España.

VIEIRA, R.D.& NASCIMENTO, S.S. (2007). A argumentação no discurso de um professor e seus estudantes sobre um tópico de mecânica newtoniana. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 24(2), 174-193.

VÍLCHEZ, J.E. (2009). La problemática ambiental en los medios. Propuesta de un protocolo de análisis para su uso como recurso didáctico. **Enseñanza de las ciencias**, 27(3), 421-432.

YAGER, R.E. (1993). Science and critical thinking. In Clarke, J.H. & Biddle, A.W. (Eds.), **Teaching critical thinking: Reports from across the curriculum**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

ZOLLER, U. (1993) Lecture and Learning: Are they compatible? Maybe for LOCS; unlikely for HOCS. **Journal of Chemical Education**, 70, 195-197.