

## APLICACIÓN DE UN MODELO DE INTERVENCIÓN PEDAGÓGICA QUE DESARROLLA ESTRATEGIAS DE PENSAMIENTO CRÍTICO PARA ESTUDIANTES DE CARRERAS DEL ÁREA DE LAS CIENCIAS<sup>1</sup>

### RESUMEN

El uso de metodologías tradicionales, a menudo, se encuentran apartadas de la realidad que los estudiantes experimentan, derivando en aprendizajes memorístico-mecánicos, desmotivando y minimizando su pensamiento crítico, reflexión y creatividad generando menores aprendizajes, siendo la química la disciplina más afectada por esta situación.

El objetivo del estudio es desarrollar estrategias de pensamiento crítico vinculadas a la comprensión de conceptos químicos relacionados específicamente con el modelo atómico y enlace químico a través de un modelo causal que estimula la reflexión y la crítica.

La aplicación del modelo del desarrollo del pensamiento crítico, se inició con la validación de la relación entre las estrategias de pensamiento (dimensión dialógica) y la comprensión de conceptos químicos en estudiantes de pregrado, para lo cual diseñamos e implementamos la unidad de química: Modelos atómicos y enlace químico, correspondiente al programa de la asignatura Química General. Su aplicación consideró sesiones de trabajo en el aula y actividades de aprendizaje informales tanto individuales como grupales que favorecieron la reflexión y el análisis, lo que involucra un mejor aprendizaje. Los resultados obtenidos en la etapa inicial (validación) del estudio, mediante la aplicación del Modelo, muestra los logros alcanzados por los estudiantes pertenecientes al grupo en estudio.

Finalmente, al concluir esta etapa y por los resultados obtenidos, se inicia la aplicación del Modelo de desarrollo del pensamiento crítico a todos los estudiantes que cursan la asignatura química general de distintas carreras.

Mg. Leontina Lazo  
Santibáñez  
[llazo@ucv.cl](mailto:llazo@ucv.cl)

Mg. Heidy Herrera  
Muñoz  
[heidym@gmail.com](mailto:heidym@gmail.com)

Instituto de Química,  
Facultad de Ciencias,  
Pontificia  
Universidad Católica  
de Valparaíso.  
Valparaíso, Chile.

### PALABRAS CLAVE

Pensamiento crítico, dimensión dialógica, aprendizaje de la química, motivación, expresión escrita.

## AN APPLICATION OF AN EDUCATIONAL INTERVENTION MODEL THAT DEVELOPS CRITICAL THINKING STRATEGIES FOR STUDENTS PURSUING COURSES IN THE AREA OF SCIENCE

### ABSTRACT

The use of traditional methodologies often has no connection with the reality that students experience. This leads to mechanical rote learning; it minimizes and discourages critical thinking and creative thinking, thus leading to low levels of learning. Chemistry is the discipline that is most affected by this situation.

The aim of this study is to develop critical thinking strategies in connection with the understanding of chemical concepts related to the atomic model and the chemical bond, by using a causal model that encourages reflection and criticism.

In the application of the critical thinking model, we started with the validation of the relationship between thinking strategies (dialogical dimension) and the understanding of chemical concepts of undergraduate students. For this purpose, we designed and implemented the chemistry unit: Atomic Models and the Chemical Bond, corresponding to the contents of a Course on General Chemistry. Its application considered working sessions in the classroom and informal learning activities, both individually and in groups, encouraging reflection and analysis and thus promoting a better learning. The results obtained in the initial stage of this study (validation), in which the Critical Thinking model was applied, exhibits the achievements of the students in the study group.

Finally, given the results obtained by the study group, we have started to apply the model of development of critical thinking to all students of the Course on General Chemistry at our University.

### KEYWORDS

Critical thinking, dialogic dimension, chemistry learning, motivation, written expression.

## Introducción

Al analizar la forma de enseñar ciencia, surge inevitablemente la pregunta: ¿por qué debemos enseñar ciencia? En general, las respuestas se centran en el hecho de que la ciencia nos permite descubrir la estructura de nuestro universo y cómo las “cosas” funcionan y ocupan un lugar en él, brindando nuevas respuestas que ayudan a comprenderlo (Wellington, 2000). De esta forma, el aprender ciencia se convierte en uno de los mayores logros de la humanidad, ya que prepara a las futuras generaciones para adaptarse a una sociedad que evoluciona vertiginosamente haciendo cada vez más complejo vivir en ella.

Una respuesta actual, a la pregunta inicial es que debemos enseñar ciencias para formar personas alfabetizadas científicamente esto de acuerdo a lo señalado por El Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes PISA, 2000, el cual considera un objetivo primordial en la educación de los estudiantes de quince años, el aprender ciencias, independientemente de que éstos continúen o no estudios en dicha disciplina, ya que pensar científicamente, es necesario para todas las personas, pues de esta forma desarrollarán la capacidad de obtener conclusiones apropiadas, coherentes y basadas en evidencia, discriminando y criticando afirmaciones hechas por otros, mediante argumentos fundados en pruebas, y conjuntamente con esto la habilidad de distinguir entre una mera opinión y una afirmación sustentada en información relevante.

Desde hace aproximadamente treinta años se han venido discutiendo los elementos que intervienen en el proceso de aprendizaje de las ciencias de los estudiantes de enseñanza básica, media y superior, (Kirschner, 1992; Gisasola y Pérez de Eulate, 2001; Myers y Dyer, 2006; Parker, 2004).

Es en la educación superior, donde el aprendizaje formal es uno de los procesos que puede resultar más afectado para los estudiantes, especialmente el de las ciencias debido a su mayor complejidad de análisis; contribuye a esto los métodos de enseñanza que tradicionalmente se utilizan en el aula, los que en su mayoría están desligados del futuro profesional de los estudiantes. Por lo tanto, es de gran importancia una educación científica de calidad para los alumnos de pregrado, dado que ellos se encuentran en una etapa en la cual comienzan a construir su futuro profesional (Bauer, 2005), tomando importantes decisiones respecto a su proyecto de vida. A modo de ejemplo, comienzan a definir la forma en que se relacionarán con el mundo; por lo cual una enseñanza de calidad conlleva a un óptimo desarrollo e interés por participar de manera activa en la evolución de la sociedad, (Kolsto, 2000; Kolsto, 2008).

Sin embargo actualmente, en la educación superior se insiste en la aplicación de metodologías de enseñanza que se encuentran apartadas de la realidad que los alumnos experimentan, lo que deriva en aprendizaje memorístico y sin significado, esta forma refuerza en los estudiantes un estilo de aprendizaje superficial, que no les permite integrar el conocimiento previo con el nuevo, ni tampoco contextualizar el conocimiento de la ciencia química, minimizando tanto la capacidad crítica,

como la reflexiva, y la creatividad, sumado a esto, también existen dificultades cuando deben precisar su intención argumentativa, estructurar su argumentación y adecuarse a las necesidades del contexto, (Marinkovich, 2007).

Ante esta realidad, se deben hacer esfuerzos para modificar la forma de enseñar los contenidos científicos de modo de acercarlos a lo cotidiano (Izquierdo, 2005) y transformar de cierta manera la mente del que aprende, haciendo que reconstruyan a nivel personal los productos y procesos culturales, (Pozo y Gómez, 1997), para lograr esto, el profesor debe dar a conocer a los estudiantes la importancia del aprendizaje de determinados contenidos fundamentales en química, indicando cuál es la relevancia de ellos y su relación con el mundo actual o su futuro profesional.

Entre las posibles causas de las dificultades en el proceso de enseñanza de las ciencias, se encuentra la gran cantidad de profesores de estas disciplinas a nivel mundial, que no tiene la formación adecuada, (Moëne, 2009; Mejías, y otros, 2006), lo cual se traduce en una falta de confianza en su enseñanza, repercutiendo negativamente en la educación media y superior, donde el currículo busca enriquecer y abrir nuevas posibilidades de aprendizaje, dando la posibilidad al profesorado de discernir y optar por lo que es más adecuado al contexto, al momento y a las características de sus alumnos (Charlotte, NC; 2002, Carbonero et als, 2009). Aún así, no se ha favorecido el proceso de aprendizaje, dado que los sistemas de medición que evidencian el aprendizaje de los contenidos en estas disciplinas, muestran que los alumnos no son capaces de identificar el conocimiento que poseen en esta área (Informe PISA, 2000 y 2006); por ejemplo, revela que frente al estudio de la química los estudiantes no tienen totalmente desarrollada la capacidad que se relaciona con el razonamiento abstracto-teórico, el que involucra procesos constructivos e inferenciales caracterizados por la formulación y comprobación de hipótesis, lo cual les permitiría comprender mejor el razonamiento que se usa en las ciencias.

En consecuencia, estamos ante la necesidad de abordar de manera más eficiente los contenidos de la química, para lo cual debemos reestructurar el proceso de enseñanza, de modo de proveer la oportunidad para que los estudiantes construyan sus aprendizajes (Hodson, 1994; Galagovsky, 2004; Roehrig y Luft, 2004), desarrollando y vivenciando conocimientos, competencias (cognitivas, sociales y psico-afectivas), habilidades y destrezas desde un ámbito general y particular en la disciplina.

En relación a centrar la problemática desde la perspectiva de los procesos de aprendizaje, adquiere gran relevancia la posibilidad de establecer conexiones sustantivas entre lo que se debe aprender y lo que ya se sabe, presente en la estructura cognoscitiva del que aprende. Para esto es necesario revisar, modificar y enriquecer estrategias dialógicas y de discusión-reflexión sustentadas en bases lingüísticas como herramientas que favorecen el razonamiento y la comprensión en Ciencias (Mercer, 2004).

Para que el proceso de enseñanza sea eficaz, el docente debe tener en cuenta los conocimientos previos de sus alumnos, de esta forma la acción pedagógica estará en sintonía con la estructura cognitiva (macro y micro habilidades), el desarrollo de sus potencialidades y limitaciones del que aprende, de lo contrario se corre el riesgo de caer en la enseñanza por transmisión pasiva, que generalmente desemboca en un aprendizaje memorístico y mecánico (Aguerrebere, Contreras y Papic, 1990).

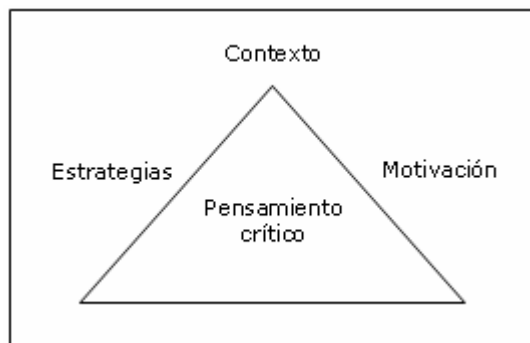
Lo anterior, se puede revertir si los académicos desarrollan estrategias de enseñanza que otorguen a los alumnos la posibilidad de utilizar y cultivar sus capacidades (habilidades) críticas y reflexivas, las que su vez estimularán el aprendizaje de los conceptos y principios que rigen a la química. Una forma de potenciar las capacidades, que los estudiantes de la educación superior deben poseer, es que la enseñanza de las ciencias y de la química específicamente, se aborde bajo una metodología de desarrollo del pensamiento crítico, que de acuerdo a diversos autores (Santiuste, 2001; Ruiz de Miguel, 2002) fomenta el desarrollo de una forma de pensar auto correctiva, sensible al contexto, orientada por criterios (validez, evidencia, consistencia y otros) y sustentada en el razonamiento y el juicio.

El aprender bajo esta metodología permite a los alumnos optimizar sus procesos de aprendizaje, ya que pensar críticamente define un pensamiento reflexivo y auto evaluativo (metacognición), el cual contribuye a que los estudiantes conozcan su sistema cognitivo (conocimientos, estrategias, motivaciones y sentimientos), y de esta forma puedan intervenir en él, a fin de mejorarlo, (Campanario, 2000; Arends, 2007), a través de la reflexión sobre qué, cómo, y por qué, piensa y actúa de tal manera, (Obaya-Valdivia, 2005; Ramsden, 1992:20 en Rue, 2009).

El desarrollo del pensamiento crítico debe contar con tres elementos básicos, el contexto, las estrategias y las motivaciones. El contexto exige responder de manera razonada y coherente con la situación. Las estrategias, son el conjunto de procedimientos de los cuales dispone la persona para operar sobre los conocimientos que posee y aquellos nuevos. Finalmente, las motivaciones hacen referencia al vínculo que establece el sujeto con el conocimiento, ese vínculo afectivo que mueve su curiosidad e invita al desarrollo de una actitud positiva frente al conocer (Santiuste et al., 2001). Estos elementos son puestos en juego cuando la persona piensa críticamente, lo que está dado por el deseo de saber, la curiosidad, y el afán de verdad, haciendo posible que ella aplique las estrategias de que dispone en un contexto particular.

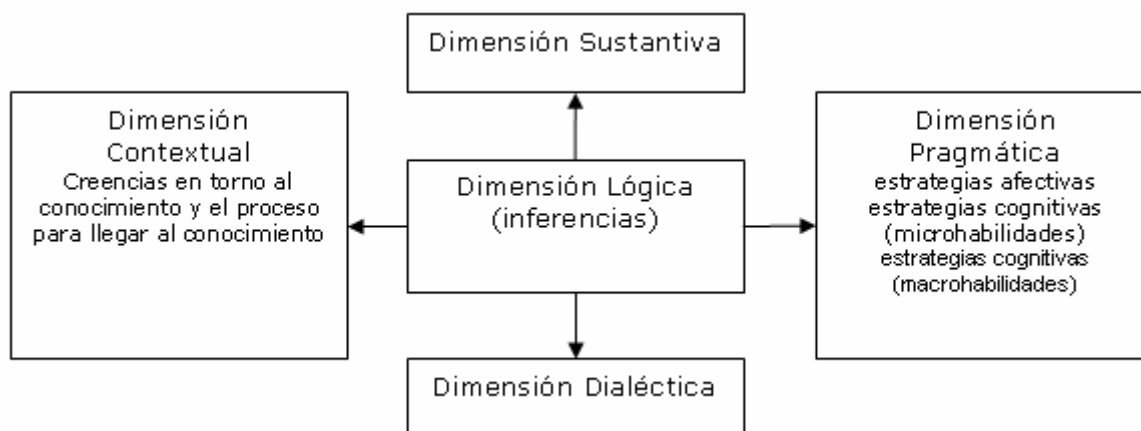
La siguiente figura muestra como estos elementos interactúan en el pensamiento crítico.

**Figura 1: Elementos del pensamiento crítico**



En relación al trabajo realizado por Santiuste et al. (2001) en torno a las diversas investigaciones del Pensamiento Crítico, éstas presentan congruencias que pueden integrarse armando un modelo estructurado en cinco dimensiones: Dimensión Sustantiva, Dimensión Lógica, Dimensión Dialéctica o Dialógica, Dimensión Pragmática, y Dimensión Contextual, representado en la figura 2.

**Figura 2: Dimensiones del pensamiento crítico**



Santiuste et al. (2001), caracterizan cada una de las dimensiones

**Dimensión sustantiva:** comprende todo aquello que lleva a cabo la persona para dar cuenta de las razones y evidencias en las cuales sustenta su punto de vista.

**Dimensión dialéctica o dialógica:** se refiere a todas aquellas acciones de la persona dirigidas hacia el análisis y/o la integración de puntos de vista divergentes o en contraposición. Supone la construcción de argumentos razonados que permitan precisar las diferencias de perspectiva y dar respuesta a refutaciones.

**Dimensión lógica:** Es la capacidad para examinar el pensamiento en términos de claridad de los conceptos y la coherencia y validez de los procesos de razonamiento que se realizan en función a las reglas que establece la lógica, ayuda a desarrollar un pensamiento estructurado, coherente, consistente.

**Dimensión contextual:** es aprender a comprender el mundo, a la sociedad en función a sus prejuicios, preconceptos, juicios, a su cosmovisión. Permite examinar la ideología en relación a la sociedad de que se forma parte.

**Dimensión pragmática:** Es la integración de tres campos de estrategias de pensamiento crítico: estrategias afectivas, estrategias cognitivas de macro habilidades y estrategias cognitivas de micro habilidades, cabe señalar que el pensamiento crítico requiere la integración de dimensiones afectivas y cognitivas del pensamiento (Santiuste, 2001).

Las estrategias afectivas enfatizan el lado afectivo del pensamiento crítico promoviendo virtudes intelectuales, empatía y comprensión de los obstáculos para el pensamiento crítico. Comprende además, aquellas orientadas a pensar independientemente, darse cuenta de los sesgos, ejercitar la parcialidad, explorar pensamientos y sentimientos vinculados, suspender el juicio.

Las estrategias cognitivas de macro habilidades son aquellas dirigidas a transferir concepciones a nuevos contextos, enfatizan una amplia exploración de ideas, perspectivas, y problemas básicos. Comprende aquellas estrategias dirigidas a evitar la sobre simplificación, transferir ideas a nuevos contextos, desarrollar una perspectiva personal, clarificar temas, clarificar ideas, desarrollar criterios de evaluación, evaluar la credibilidad de las fuentes, tratar cuestiones clave, generar o evaluar soluciones, evaluar acciones y políticas, clarificar criterios, establecer conexiones interdisciplinarias, implicarse en discusiones socráticas, practicar el pensamiento dialógico, practicar el pensamiento dialéctico.

Las estrategias cognitivas de micro habilidades involucran aquellas estrategias orientadas a distinguir hechos de ideas, utilizar vocabulario crítico, distinguir entre ideas, examinar supuestos, distinguir hechos relevantes de irrelevantes, hacer inferencias plausibles, y aportar evidencias para las conclusiones a las que se llega a reconocer contradicciones, explorar implicaciones, refinar las generalizaciones.

De esta forma, con una metodología fundamentada en el desarrollo del pensamiento crítico se estaría cumpliendo con dos desafíos fundamentales en la enseñanza de las ciencias, por un lado, desarrollar en los alumnos el pensamiento crítico, facilitando la adquisición, organización y utilización del conocimiento (Santiuste, 2001; Driver, Newton, Osborne, 2000; Zenteno-Mendoza y Garritz, 2010); y por otra parte, mejorar los resultados de aprendizaje en química.

Creemos que la aplicación de un Programa de Intervención Pedagógica que desarrolle Estrategias del Pensamiento Crítico, permitirá a los estudiantes adquirir un conjunto significativo de conocimientos y vocabulario científico directamente relacionado a la persistencia del aprendizaje de la ciencia química, lo que se verá reflejado en alumnos que presentan una mejor comprensión de los fenómenos físicos y químicos necesarios para la carrera que están estudiando, mostrando simultáneamente una mejor comprensión, argumentación y manejo en algunos temas de importancia social, como también el desarrollo de ciertas habilidades

que les permitan trabajar con confianza, en actividades como: presentaciones, manejo de equipos, sesiones plenarias, discusiones científicas, etc.

Es importante destacar que este modelo puede ser aplicado de igual forma en los programas de estudio de las carreras del área de las ciencias y de la ingeniería, ya que ambas deben incluir actividades de aprendizaje motivadoras, contextualizadas y con ejemplos de trabajo con el alumnado, experiencias concretas y realizables, si se quiere contribuir a lograr y mejorar los aprendizajes esperados, (Sheerens, 1997).

### **Metodología**

La aplicación del modelo de desarrollo Estrategias del Pensamiento Crítico, en su etapa inicial sólo contempla el estudio de la dimensión dialógica, (argumentar, discutir, debatir) a través del análisis de diferentes lecturas de artículos científicos con temas contextualizados y relacionados con los contenidos abordados en la sesión teórica de la asignatura. El rol del profesor es estimular la lectura de los distintos artículos y posterior comentario, discusión y debate argumentado acerca del contenido de ellos y su relación con el tema que están estudiando, pudiendo ser modelos atómicos o enlace químico.

En esta etapa inicial, el análisis de las lecturas fue guiado por preguntas orientadas a la utilización de habilidades de pensamiento crítico, aquellas que tienen relación con la dimensión dialógica. Tanto las preguntas como las lecturas fueron analizadas por expertos en el área de la disciplina, lo que permitió el mejoramiento tanto en el nivel de contenido como en el de constructo.

Como apoyo a esta etapa, en las sesiones de ayudantía, se aplicaron distintos cuestionarios sobre los temas abordados en las clases, estos fueron estructurados de forma tal, que los estudiantes, al resolverlos debían utilizar habilidades de pensamiento crítico, junto a esto, se les solicitaba desarrollar redes conceptuales con los contenidos aprendidos en las clases teóricas y aquellos analizados en las lecturas.

Para evaluar esta etapa, se aplicó un cuestionario, adaptado de Santiuste, 2001, orientado a conocer que aspectos de la dimensión dialógica que declaran los alumnos utilizar al momento de exponer, argumentar, debatir, escribir, redactar trabajos y otros.

El Instrumento denominado Cuestionario Dimensión Dialógica, originalmente estaba conformado por 15 preguntas y 5 opciones de respuestas, tipo escala de Likert, que van desde totalmente de acuerdo a totalmente en desacuerdo. Para otorgarle una mayor fluidez al análisis, las preguntas se redistribuyeron quedando categorizadas de la siguiente manera:

Dimensión dialógica propiamente tal (DD): preguntas 1, 2, 4, 5, 6, 7,11.

Escuchar y expresar (EE): preguntas 8, 9.

Expresión escrita (ExE): preguntas 10,12.

Lectura dialógica (LD): preguntas 3, 13, 14,15.

El modelo fue aplicado a un grupo de estudiantes (120, de los cuales 73 son hombres y 47 son mujeres) que cursaban la asignatura, química general, impartida para carreras del área científica de la universidad, de modo que ellos a través de la aplicación de la estrategia pudiesen internalizar los conceptos y principios básicos de la química, enfatizando en la contextualización y aplicación, de manera de estar en condiciones de relacionar los contenidos de la disciplina con las otras áreas de la ciencia, favoreciendo de esta forma, un aprendizaje duradero e integrador.

El desarrollo de la experiencia se efectuó en las siguientes secuencias, la primera comenzó con la aplicación del cuestionario Dimensión dialógica, y el análisis de una lectura (la tabla periódica, TP), la cual nos permitió realizar una evaluación diagnóstica, para determinar en qué nivel de desarrollo del pensamiento crítico se encontraban los alumnos. Posteriormente, en la segunda etapa, se llevaron a cabo las actividades mediadoras consideradas en la planificación, las cuales fueron análisis de lecturas contextualizadas y aplicación de los contenidos estudiados, (modelo atómico de la materia, desde Thomson al modelo mecánico cuántico, y el enlace químico con las teorías de enlace valencia, teoría de los orbitales atómicos y teoría de los orbitales moleculares), resolución de cuestionarios y elaboración de una red conceptual.

El procedimiento empleado fue del tipo investigación-acción, la necesidad nace desde la observación que realizan las autoras de su propia práctica para mejorar su proceso de enseñanza de modo de mejorar el proceso de aprendizaje de la química general, específicamente en temas tan abstracto como es el estudio de los modelos atómicos y del enlace químico, a nivel universitario.

Los criterios de validez se cumplieron a través de la revisión de los instrumentos utilizados por expertos en el área disciplinaria y de evaluación, los que nos señalaron algunos aspectos que debíamos mejorar para su aplicación.

Finalmente debemos señalar que nuestro estudio se fundamenta en una perspectiva constructivista del aprendizaje pues los estudiantes a medida que el profesor le entrega las herramientas necesarias para avanzar en su proceso de aprender y que se ve refuerza con la aplicación de la dimensión dialógica de pensamiento crítico.

A continuación presentamos un ejemplo de las lecturas empleadas para la implementación de la estrategia:

a) Análisis de lecturas científicas. En torno a una economía del hidrógeno (Wald, 2004).

Preguntas:

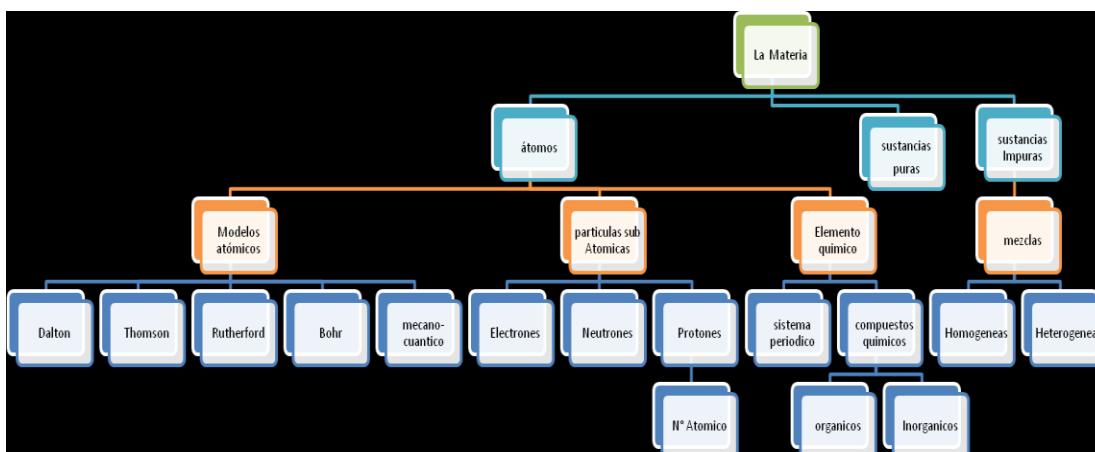
1. ¿En qué crees que se basó el autor para titular este documento “En torno a una economía del hidrogeno”?



2. Si tuvieras que renombrar este documento. ¿Qué título utilizarías? Fundamenta tu elección.
3. En relación a los costos que implicaría la obtención de hidrógeno ¿Estás de acuerdo con las ventajas propuestas por el autor? ¿Por qué?
4. El hidrógeno como combustible, disminuiría las emisiones de gases invernaderos?

b) Redes conceptuales

**Ejemplo de una red conceptual desarrollada por un alumno**



**Resultados y análisis**

A continuación presentamos las preguntas del cuestionario Dimensión Dialógica, adaptado de Santiuste (2001):

1. Cuando expongo oralmente una idea que no es mía, menciono las fuentes de las que proviene.
2. Cuando busco información para redactar un trabajo, juzgo si las fuentes que manejo son fiables o no.
3. Cuando leo la participación de un hecho, me pregunto si existen interpretaciones alternativas.
5. Cuando leo un texto, identifico claramente la información irrelevante y prescinda de ella.
6. Verifico la lógica interna de los textos que leo.
7. Cuando escribo sobre un tema diferencio claramente entre hechos y opiniones.
8. Sé diferenciar los hechos y las opiniones en los textos que leo.
9. En los debates busco ideas alternativas a las que ya han sido manifestadas.
10. Cuando participo de un debate, me pregunto si hay interpretaciones alternativas de un mismo hecho.

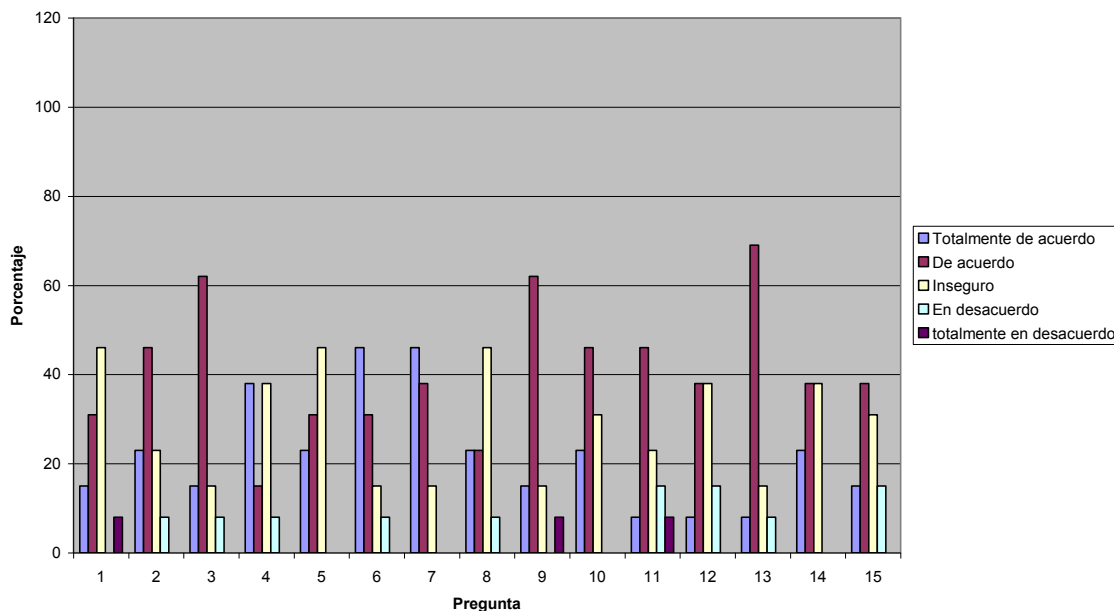
11. En mis trabajos escritos, además de la tesis principal sobre un tema, expongo opiniones alternativas de otros autores y fuentes.
12. Cuando leo algo con lo que no estoy de acuerdo, busco razones contrarias a los que se expone en el texto.
13. Cuando debo redactar un trabajo, expongo interpretaciones alternativas de un mismo hecho, siempre que sea posible.
14. Cuando leo algo con lo que no estoy de acuerdo, considero que puedo estar equivocado y que sea el autor el que tenga la razón.
15. Cuando leo una opinión o una tesis, no tomo partido por ella hasta que dispongo de suficiente evidencia o razones que la justifiquen.
16. Cuando leo una opinión o una tesis que está de acuerdo con mi punto de vista, tomo partido por ella sin considerar otras posibles razones contrarias a la misma.

El procedimiento que utilizamos para analizar las respuestas dadas por los estudiantes fue a través de una categorización de las respuestas dadas por ellos, esta fueron: dimensión dialógica, escuchar y expresar, expresar por escrito y lectura dialógica, y al interior de cada una de ellas, comparación, inferencias, análisis, razonamiento lógico, consideración de nuevos enfoques, toma de decisiones y aportación de nuevas ideas, de donde se obtuvieron los siguientes resultados:

a) Para la categoría Dimensión Dialógica (DD):

**Gráfico 1**

Dimension Dialectica



En el gráfico 1 se puede observar que en las preguntas 6 y 7 un mayor porcentaje de alumnos estuvo totalmente de acuerdo con las afirmaciones que se proponían; en el caso de las preguntas 11 y 12, el mayor porcentaje correspondió a de acuerdo, (DA); para los ítems 1 y 5, la mayoría estuvo en la opción inseguro y en la pregunta 4 se obtuvo un porcentaje similar para las opciones totalmente de acuerdo (TDA) e inseguro (I).

En la categoría escuchar y expresar, (EE) evaluada en las aseveraciones 8 y 9, se observó que en la pregunta 9 un alto porcentaje de estudiantes estuvo de acuerdo (DA) con ella, mientras que en el caso de la afirmación 8 un porcentaje cercano al 50% mostró inseguridad, esta afirmación hacía mención a la búsqueda de alternativas a las manifestadas.

Para la categoría Expresar por Escrito, (ExE) pesquisada con las afirmaciones 10 y 12, observamos que la pregunta 10 tiene un porcentaje más alto comparado con la 12, indicando que los estudiantes generalmente además de plantear la tesis principal, consultan otras fuentes para sus trabajos escritos, en el caso de la pregunta 12, se observa que los porcentajes son muy similares, para la opción acuerdo (DA) e inseguro (I), dejando en evidencia que, cuando los alumnos redactan un trabajo, solo en algunos casos consideran en sus escritos las opiniones de otros autores.

Finalmente, para la categoría lectura dialógica (LD) evaluada en las afirmaciones 3, 13, 14, 15, observamos que en las preguntas 3 y 13, hay un gran porcentaje (alrededor del 65%) de estudiantes que está de acuerdo (DA) con la afirmación, lo cual evidencia que el alumno considera su propio conocimiento respecto del tema al momento de leer un artículo. En el caso de las afirmaciones 14 y 15, los porcentajes son muy similares, esto evidencia que los estudiantes pueden identificarse con la tesis siempre y cuando estén bien informados, “toman partido” o argumentan por ellas, si están de acuerdo con sus puntos de vista.

En términos generales, observamos que los alumnos declaran utilizar estrategias de lecturas dialógicas, (LD) pues en las afirmaciones 3 y 13, sus preferencias son superiores al 60%. De este análisis, podemos afirmar que los estudiantes cuestionan tanto lo que leen como sus opiniones y la de sus compañeros, esto queda reflejado en el alto porcentaje obtenido en las afirmaciones relacionadas con estos ítems, dejando de manifiesto que los estudiantes están familiarizados con los debates y análisis de textos, lo cual muestra que en la enseñanza media, probablemente que entre las estrategias didácticas que empleaban sus profesores, los alumnos debían debatir y argumentar dar sus opiniones.

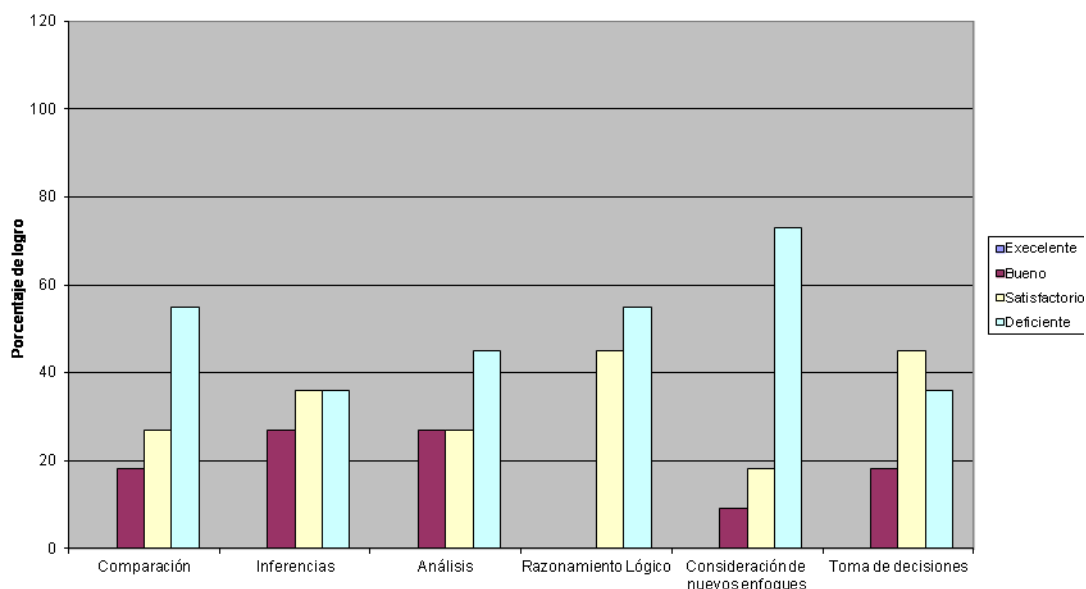
Para la evaluación de las categorías de la dimensión dialógica, desde la revista Investigación y Ciencia, seleccionamos cuatro artículos, “En torno a la economía del hidrógeno, Halogenuros orgánicos”, Gribble, (2005) “El Torio un combustible nuclear”, Kazimi, (2004) y “La tabla periódica”, Scerri, (2008). En su selección se puso especial atención, pues los estudiantes eran de distintas carreras y con intereses diferentes. Como evaluación diagnóstica se utilizó la lectura “La tabla periódica” (TP) pues todos los alumnos tienen un conocimiento previo de este

contenido, ya que es enseñado en la educación media y se profundiza posteriormente en la Universidad. Las otras tres lecturas, se utilizaron como post test y fueron aplicadas en los distintos cursos que formaban parte de este estudio.

Una vez recogida toda la información, las respuestas de los estudiantes fueron analizadas de acuerdo a una pauta de evaluación, rúbrica, (Anexo 1) adaptada de Rúbricas de Decanato de Asuntos Académicos Universidad de Puerto Rico, obteniendo los siguientes resultados:

**Gráfico 2**

**Pensamiento Crítico Pre Test**



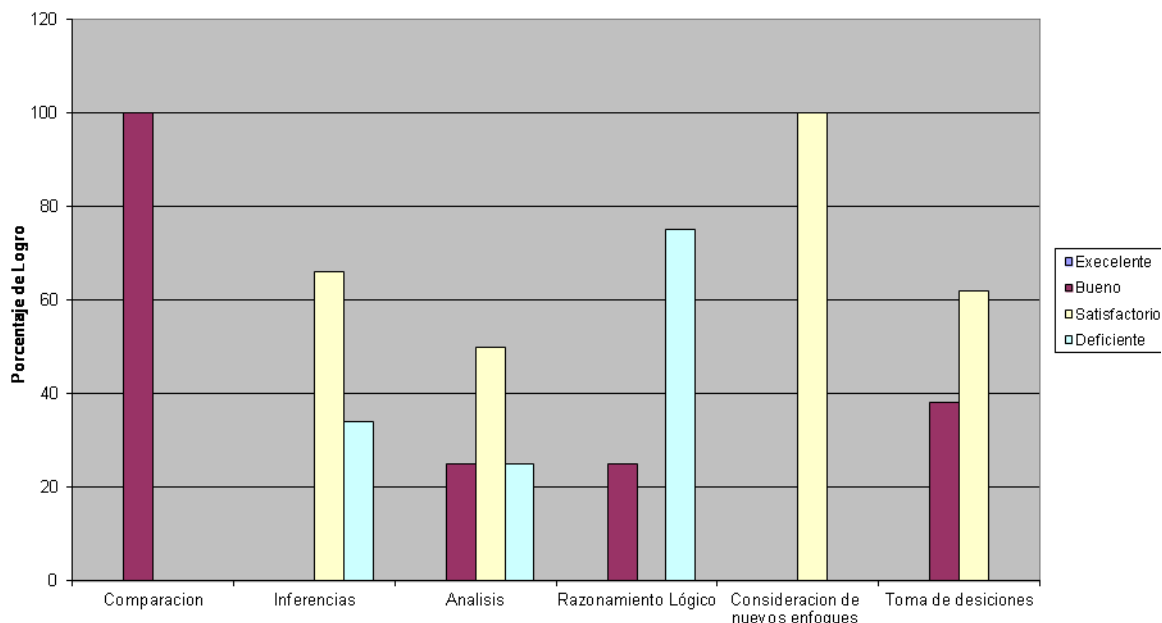
En este gráfico correspondiente a los resultados de los alumnos en el pre-test, observamos que inicialmente los alumnos presentaban las mayores debilidades en torno al desarrollo de las habilidades de pensamiento crítico relacionadas con: Comparación, Consideración de nuevos enfoques y Razonamiento lógico. Esto dado que la mayoría de los estudiantes en estos ítemes obtuvo ponderaciones bajo el 50 %, valor considerado como aceptable. Sobresaliendo Consideración de nuevos enfoques, en la cual aproximadamente el 75% de los estudiantes tiene un desarrollo deficiente y en razonamiento lógico, los alumnos obtienen un porcentaje de logro semejante, alrededor del 50%, tanto para el nivel de satisfactorio y como para el nivel deficiente. En estas categorías no se evidenciaron niveles de logro *bueno*.

En el caso del criterio Inferencias, se observa que es el mismo porcentaje de alumnos que cumple medianamente con el criterio, que aquel grupo que no lo cumple. Para Análisis, se puede observar que el mismo porcentaje de alumnos se encuentra en un nivel bueno y satisfactorio, además si se considera bueno y satisfactorio como ideal, la sumatoria de ellos supera al número de alumnos que se encuentran en el nivel de deficitario (deficiente). Si hacemos el mismo ejercicio

para el criterio Toma de decisiones, éste supera ampliamente al número de alumnos que no lo posee.

### Gráfico 3

Pensamiento Crítico Post test



En el presente gráfico, post-test, observamos que en la categoría Comparación, todos los estudiantes alcanzaron el máximo porcentaje de logro (100%), situación semejante ocurre con Consideración de nuevos enfoques, para el Razonamiento lógico, vemos que la opción satisfactorio desaparece, lo mismo sucede en la categoría Comparación que desaparece la opción satisfactorio y deficiente, en Inferencias la opción bueno está ausente lo mismo que en Consideración de nuevos enfoques.

Los resultados muestran que para el criterio de Comparación, la totalidad de los alumnos alcanzó un nivel bueno, y para el caso de Consideración de nuevos enfoques la misma cantidad de alumnos se encuentra en el nivel satisfactorio, éste se vió aumentado en comparación con el pre-test, pudiéndose atribuir a que continuamente los estudiantes debían comparar e investigar acerca de los distintos temas analizados en clases.

En cuanto al Razonamiento lógico los alumnos muestran estar en un nivel deficiente, llamando la atención el hecho de que no presentan un nivel intermedio que aparezca como satisfactorio, en cambio en el pre-test si fue observado, una posible explicación es que, aparentemente un porcentaje de los estudiantes sube al nivel bueno y otro porcentaje desciende al nivel deficiente.

En la categoría Comparación, todos los estudiantes alcanzaron el máximo porcentaje de logro (100%), situación semejante ocurre en Consideración de

nuevos enfoques, donde la totalidad de los alumnos se ubicó en el nivel satisfactorio. Cuando se comparan estos resultados con los obtenidos en el pre-test, vemos que en Razonamiento lógico y en la categoría Comparación la opción deficiente desaparece y además para la categoría Comparación, tampoco aparece la opción satisfactorio.

En el caso particular del criterio Inferencias, se puede observar que un porcentaje superior al 60% manifiesta un nivel satisfactorio, no apareciendo el nivel bueno, no obstante esto, el nivel deficitario es bastante menor que satisfactorio, observamos además que en el criterio del Análisis, el mismo porcentaje de alumnos que se encuentra en un nivel bueno está en un nivel deficiente, pero si consideramos bueno y satisfactorio como aceptable, este porcentaje supera ampliamente a los que están en nivel deficitario.

Y finalmente para el criterio Toma de decisiones observamos que no hay estudiantes en un nivel deficitario, ya que estos se distribuyen mayormente en el nivel satisfactorio y en menor porcentaje en el nivel bueno.

Cuando comparamos de modo general los resultados obtenidos en el pre y post test, vemos que los estudiantes poseen un mejor desempeño en los criterios relacionados con las habilidades de Comparación, Consideración de nuevos enfoques y Toma de decisiones, en estos criterios no aparecen alumnos en nivel deficiente, destacándose Consideración de nuevos enfoques donde en el pre-test sobre un 70% se encontraba en nivel deficiente y en post-test todos quedaron en el nivel satisfactorio.

Estos resultados observados, están en directa relación con lo declarado inicialmente por los alumnos en el cuestionario Dimensión Dialógica respecto a las estrategias que utilizan en su proceso de aprendizaje. Dado que en este cuestionario, un alto porcentaje de alumnos manifestó que para resolver un problema buscaban interpretaciones alternativas, situación que se vio reflejada al momento de responder las preguntas de las lecturas, donde el 100% de ellos cumplió satisfactoriamente con el criterio de Consideración de nuevos enfoques.

De acuerdo con lo anterior, podemos decir que los estudiantes fueron capaces de comprender mediante la evolución de los modelos atómicos, (desde Thomson hasta el actual), la proposición y aceptación del modelo mecánico cuántico actual que explica la ubicación del electrón en el orbital, que en la mayoría de los casos, los alumnos no comprenden, pues está firmemente asentado el modelo atómico de Bohr, y que sólo memorizan, en cambio con esta estrategia ellos fueron capaces de analizar, discutir y explicar el movimiento del electrón en el orbital y como se puede relacionar en la formación de un enlace químico, las teorías que lo explican como la teoría enlace valencia, teoría de los orbitales atómicos y la teoría del orbital molecular. Esto se enriqueció con las lecturas seleccionadas para este fin y con el diálogo generado al debatir y argumentar la aplicabilidad del modelo mecánico cuántico en la explicación de la formación del enlace químico, desarrollado tanto con sus pares y como con el profesor a cargo del proceso de enseñanza.

El trabajar con la dimensión dialógica permitió a los estudiantes analizar e integrar sus creencias y puntos de vista relacionados con el modelo atómico actual, además ellos fueron capaces de argumentar sus opiniones a través de las diferencias y de las respuestas otorgadas, todo esto dirigido por el profesor quien actuó como moderador de los debates o discusiones generadas.

### Conclusiones

Al finalizar la aplicación de la etapa inicial del modelo de desarrollo de Estrategias del Pensamiento Crítico, el cual contemplaba el estudio de la dimensión dialógica, (argumentar, discutir, debatir) a través del análisis de diferentes lecturas de artículos científicos con temas contextualizados y relacionados con los contenidos abordados en la sesión teórica de la asignatura, es posible concluir que la utilización de este tipo de estrategias permite a los estudiantes utilizar y mejorar el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, la comprensión de los contenidos químicos estudiados (modelo atómico actual, enlace químico, teoría enlace valencia, teoría de los orbitales atómicos y teoría de los orbitales moleculares) y la forma de vincularlos con su entorno social, todo esto reflejado en la argumentación que los alumnos formulaban a las distintas problemáticas planteadas.

La lectura de artículos científicos y su posterior análisis, constituye un aporte para los estudiantes debido que ellos logran relacionar y conectar este conocimiento con su entorno real. Sin embargo, para que estas estrategias contribuyan más significativamente con el desarrollo de las habilidades de pensamiento crítico, creemos que es necesaria la realización de varias actividades de lectura crítica las que inicialmente deben ser apoyadas con preguntas, guías de aprendizaje motivadoras que ayuden a los alumnos a vincular lo que están leyendo con los contenidos científicos que están aprendiendo.

El análisis de aquello que los alumnos declaran y que efectivamente buscan interpretaciones alternativas a las diversas problemáticas planteadas, centrándose en una amplia visión del conocimiento, es clara evidencia, de que esta forma de enseñar química contribuye significativamente en su aprendizaje, mejora e incrementa su vocabulario científico y junto a esto hace que su aprendizaje sea más integrado y contextualizado.

Finamente podemos decir que en una próxima investigación, más amplia, podremos evaluar todas las dimensiones de pensamiento crítico que propone Santiuste con los estadísticos apropiados que ameritan un estudio de mayor envergadura.

### Referencias bibliográficas

- Aguerreberre G., M; Contreras V., I.; Papic V., V. (1990) La técnica de la discusión: Un Pilar para la construcción de conocimientos *Revista de Pedagogía*. 334, 299-302

- Arends, R. (2007) *Aprender a enseñar*. México: Edit. Mac Graw –Hill.
- Bauer, F. C. (2005). Beyond “Student Attitudes”: Chemistry Self-Concept Inventory for Assessment of the Affective Component. *Journal of Chemical Education*. 82, (12), 1864-1869.
- Campanario, Juan Miguel, (2000), El Desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: Estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (3), 369-380.
- Carbonero, M. A., Román, J. M., Martín-Antón, L. J. y Reoyo N. (2009) Efecto Del Programa De Habilidades Docentes Motivadoras En El Profesorado De Secundaria. *Revista de Psicodidáctica*. 14, (2) 229-244.
- Charlotte, NC, (2002) en Rubba, P.A., Rye, J.A., Di Biase, W.J. y Crawford, B.A. (eds.). Proceedings of the 2002. Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science. 523-521. Pensacola, FL: AETS.
- Driver, R; Newton, P; Osborne, J.(2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms *Science Education* 84 (3), 287 – 312.
- Galagovsky, L. R. (2004). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 1: El modelo teórico. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. 22 (2), 229–240.
- Gribble, G. W. (2005) Halogenuros orgánicos. *Investigación y ciencia*. 346, 78-85
- Guisasola, J. y Pérez de Eulate, L. (2001). *Investigaciones en Didáctica de las Ciencias Experimentales Basadas en un Modelo de Enseñanza-Aprendizaje como Investigación Orientada*. Bilbao: Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco.
- Hodson, D. 1994. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), 299-313.
- Informe PISA 2006. Informe disponible en:  
<http://www.mec.es/multimedia/00005713.pdf> [Consultado 2010, el 26 de noviembre]
- Informe PISA 2000. Informe disponible en:  
[http://www.stecyl.es/EH/EH55/EH55\\_08-10.pdf](http://www.stecyl.es/EH/EH55/EH55_08-10.pdf) [Consultado 2010. 26 de noviembre].
- Izquierdo, A. M., (2005). ¿Para qué inventaron los problemas de Química? *Revista Educación Química*. 16 (2), 246-259.
- Kazimi, M. S. (2004). El Torio un combustible nuclear. *Investigación y ciencia*, 334, 76-83
- Kirschner, P. A. (1992). Epistemology, practical work and academic skills in science education. *Science and Education*, 1, 273-299



- Kolsto, S.D. (2008). Science education for democratic citizenship through the use of the history of science. *Sci & Educ.* 17, 977–997
- Kolsto, S. D. (2000). *Scientific Literacy for Citizenship: Tools for Dealing with the Science Dimension of Controversial Socioscientific Issues*. Department of Applied Education, University of Bergen.
- Marinkovich, J. (2007). Cognitive-rhetorical strategies and dialectic dimension of oral argumentation in a Spanish language and communication lesson. *Revista Signos.* 40, (63), 127-146.
- Mejías, D. J. A y otros (2006). ¿Cómo formarnos para promover pensamiento crítico autónomo en el aula? Una propuesta de investigación acción apoyada por una herramienta conceptual. *Revista Iberoamericana de Educación.* 39, 6. Disponible en <http://www.rieoei.org/1499.htm> [Consultada 2006, el 24 de agosto]
- Mercer, N; Dawes, L; Wegerif, R; Sams, C. (2004). Reasoning as a scientist: ways of helping children to use language to learn science. *British Educational Research Journal*, 30, (3), 359-377.
- Moëne, G, (2009). Enseñando Ciencias con apoyo de TICs. Disponible en [http://www.educaentic.org/congreso/contenido/pdf/doc\\_gerardo\\_ch.pdf](http://www.educaentic.org/congreso/contenido/pdf/doc_gerardo_ch.pdf). [Consultado, 2009, el 30 de septiembre del 2009]
- Myers, Brian E. y Dyer James E. (2006) The Influence Of Student Learning Style On Critical Thinking Skill. *Journal of Agricultural Education.* 47, (1), 43-52.
- Obaya-Valdivia, A. (2005). Enseñanza experimental de la Química. Descubrimiento y solución de problemas. *Revista Educación Química.* 16, (2), 44-51.
- Parker, J. (2004). The synthesis of subject and pedagogy for effective learning and teaching in primary science education. *British Educational Research Journal.* 30 (6), 820-840.
- Pozo, J.I. y Gómez-Crespo, M.A. (1997). ¿Qué es lo que hace difícil la comprensión de la ciencia? Algunas explicaciones y propuestas para la enseñanza, en Del Carmen, L. (coord.). *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*, 73-105. Barcelona: ICE-Horsori.
- Ramsden, J.M. (1998). Misión.
- Ramsden, P. (1992): Learning to Teach in Higher Education. London, Routledge, en Rué, J. (2009), *La autonomía del aprendizaje desde el aula. El Aprendizaje Autónomo en la Educación Superior.* 123. Madrid: Narcea Ediciones
- Roehrig, G. H.; Luft, J. A. (2004). Inquiry Teaching in High School Chemistry Classrooms: The Role of Knowledge and Beliefs. *J. Chem. Educ.* 81, 1510-1516.

- Ruiz de Miguel, C. (2002). *Propuesta y validación de un Modelo de Calidad para la Educación Infantil*. Tesis Doctoral, Dpto. de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Universidad Complutense de Madrid.
- Santiuste, V. (coord.), Ayala, C., Barrigüete, C., García, E., González, J., Rossignoli, J., y Toledo, E. (2001). *El pensamiento crítico en la práctica educativa*. Madrid: Fugaz Ediciones.
- Scerri, E. R. (2008). La tabla periódica. *Revista Investigación y Ciencia*. 379, 50-55.
- Sheerens, J.(1997). *The Foundations of School Effectiveness*, Oxford: Pergamon Press.
- Wald, M. L. (2004). En torno a una economía del hidrógeno. *Revista Investigación y Ciencia*, 334, 22-26
- Wellington, J. (2000). *Teaching and Learning Secondary Science*. Taylor and Francis Group
- Zenteno-Mendoza, B.E. y Garritz, A. (2010) Secuencias Dialógicas, La Dimensión CTS y Asuntos Socio-Científicos En La Enseñanza De La Química. *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.* 7(1), 2-25 Disponible en: [http://www.apac.eureka.org/revista/Volumen7/Numero\\_7\\_1/Mendoza\\_Garrtiz\\_2010.pdf](http://www.apac.eureka.org/revista/Volumen7/Numero_7_1/Mendoza_Garrtiz_2010.pdf). [Consultado 2010, el 30 de octubre de 2010].

## Nota

- 
- <sup>1</sup> Proyecto Interno, año 2009, fuente de financiamiento Dirección de Desarrollo Curricular y Formativo. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.