

# GÓNDOLA

ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS



VOL 9 • NÚM 1  
ENERO - JUNIO DE 2014  
ISSN: 2346-4712



**UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**

Revista Góndola  
Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias  
Volumen 9-Número 1  
enero-junio de 2014

Revista semestral del  
Grupo de Enseñanza y Aprendizaje de la Física  
"PCLF"  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

ISSN 2346-4712

Dirección de publicaciones  
Rubén Eliécer Carvajalino C.

Coordinación editorial  
María Elvira Mejía Pardo

Corrección de estilo  
Julián Andrés Pacheco Martínez

Diseño y diagramación  
María Paula Berón R.

2014

## COMITÉ EDITORIAL

Olga Lucía Castiblanco Abril  
*Directora*

Diego Fabián Vizcaíno Arévalo  
*Subdirector*

*Katherine Martínez Enciso*  
*Asistente*

GEAF “Grupo Enseñanza y Aprendizaje  
de la Física”. PCLF  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
*Comité Técnico Editorial:*

## COMITÉ CIENTÍFICO

Dr. Leonardo Fabio Martínez.  
*Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)*

Dra. Sandra Regina Teodoro Gatti.  
*Universidade Estadual Paulista (Brasil)*

Dra. Fúlvia Eloá Maricato.  
*Universidade Estadual de Maringá (Brasil)*

Dra. Daniele Cristina de Souza.  
*Universidade Estadual Paulista (Brasil)*

Dra. Beatriz Saleme Correa.  
*Universidade Estadual Paulista (Brasil)*

Ms. Diana Fabiola Moreno Sierra.  
*Universidade Estadual Paulista*  
*(Bauru, Brasil)*

Dr. Gustavo Iachel.  
*Universidade Estadual de Londrina (Brasil)*

Ms. Viviane Clotilde da Silva.  
*Universidade Regional de Blumenau (Brasil)*

Ms. Renata Cristina Cabrera.  
*Universidade Federal de Mato Grosso (Brasil)*

Dr. Jairo Gonçalves Carlos.  
*Secretaria de Estado de Educação*  
*do Federal, Brasília (Brasil)*

Ms. Jorge Luis Navarro Sánchez.  
*Universidad Nacional de Entre Ríos (Argentina)*

Dra. Liz Mayoly Muñoz Albarracín.  
*Universidad Distrital Francisco José de Caldas*  
*Bogotá, (Colombia)*

Ms. Luciana Bagolin Zambon.  
*Universidade Federal de Santa Maria (Brasil)*

Ms. Job Antonio Gardia Ribeiro.  
*Universidade Estadual Paulista (Brasil)*

Ms. Liz Ledier Aldana Granados.  
*Secretaría de Educación Bogotá, (Colombia)*

Los artículos publicados en la revista pueden ser reproducidos total o parcialmente,  
citando la fuente y el autor. Cada artículo representa la idea del autor únicamente  
y no del cuerpo editorial.



# Contenido

---

**EDITORIAL..... 5**

*Leonardo Fabio Martínez Pérez*

**La argumentación en la práctica docente: historias de vida  
entrevista a Maria Silvia Stipcich..... 7**

*Escrita por Maria Silvia Stipcich*

*Wilmar Francisco Ramos*

**O modelo atômico de Bohr e as abordagens para seu ensino na escola média ..... 13**

The atomic model of Bohr and approaches for its teaching in high school.

*Leandro Londero*

**Dimensión ambiental: una inclusión necesaria para la formación  
de profesores de química ..... 38**

Environmental dimension: an necessary inclusion for education of chemistry teachers

*Diana Parga*

*William Mora*

*Yiny Cárdenas*

**Políticas de formação de professores: o Brasil no contexto da globalização ..... 47**

Political of teacher education: Brazil in the globalization context

*Daisi Teresinha Chapani*

**Aspectos convergentes del pensamiento crítico y las cuestiones sociocientíficas ..... 54**

Convergence aspects of the critical thought and socio-scientific issues

*Nidia Yaneth Torres Merchán*

*Jordi Solbes Matarredona*

<b>Alimentos naturales vs alimentos artificiales ¿un problema real de nutrición?: Una propuesta, de enseñanza para grado sexto a partir de las cuestiones sociocientíficas .....</b>	<b>62</b>
Natural foods vs artificial foods ¿a real problem of nutrition?: A proposal for teaching in sixth degree from socio-scientific issues	
<i>Milena Ruiz</i>	
<b>El caso del embalse del muña, visto con un enfoque ciencia, tecnología, sociedad y ambiente a través del aprendizaje cooperativo del concepto de solución química.....</b>	<b>78</b>
The case of reservoir of Muña seen from the perspective science-technology-society-environmental (STSE) , through cooperative learning of the concept of chemistry solution	
<i>Edna Milena Capera Silva</i>	
<b>Una propuesta de aprendizaje de “la estructura de la materia” desde la perspectiva ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA) .....</b>	<b>88</b>
A proposed to study “the structure of matter” based on the perspective of Science-Technology-Society-Environment (STSE)	
<i>Yair Alexander Porras Contreras</i>	
<b>Enculturación científica a partir de la argumentación: una cuestión sociocientífica (csc) sobre implantes estéticos.....</b>	<b>96</b>
Scientific enculturation since argumentation: one socio-scientific question on aesthetic implants	
<i>Ingrid Xiomara Carvajal</i>	
<i>Leonardo Fabio Martínez</i>	
<b>Análisis de las estructuras argumentativas, construidas por estudiantes de educación media, sobre la cuestión local del uso del agua de los vallados de Cajicá .....</b>	<b>103</b>
Analysis of argumentative structures, built by students of high school, about the issue of local use of water in Cajica’s fences	
<i>Juan Camilo Beltrán Martínez</i>	
<i>Leonardo Fabio Martínez Pérez</i>	
<b>Libro: Professores reflexivos em uma escola reflexiva. Autor: Isabel Alarcão.....</b>	<b>114</b>
<i>Olga Castiblanco</i>	
<b>Guía para autores .....</b>	<b>118</b>

## EDITORIAL

El grupo de Investigación “Alternancias” del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional viene desarrollando el Programa Colombo-Brasileño de Formación de Profesores de Ciencias en la Interfaz Universidad-Escuela COL-UPN-531-12, para lo cual, y en pro de los avances de los objetivos de este, llevó a cabo el Tercer Foro de Experiencias Didácticas sobre Cuestiones Sociocientíficas (CSC), desarrollado en dos sesiones y, el Primer Encuentro del grupo de investigación. Estos espacios estuvieron dirigidos a profesores de colegios públicos o privados de educación básica y media, estudiantes de licenciatura, profesores universitarios y todos los interesados en la investigación educativa en la interfaz universidad-escuela.

Estos espacios, al igual que el primer y segundo foro, aportaron valiosos acercamientos hacia lo que varios autores señalan como la desarticulación entre la formación del profesor de ciencias y las prácticas docentes desarrolladas en la escuela. En este sentido es relevante analizar la interacción y el compromiso de la universidad y la escuela, a través de la conformación de Pequeños Grupos de Investigación (PGI) que permitan establecer criterios de formación hacia el abordaje de perspectivas y problemáticas contextuales del siglo XXI, tales como las CSC y las problemáticas ambientales; con lo cual se contribuye en la construcción de la interfaz en las que se articulen las prácticas de los profesores de las escuelas con la investigación didáctica.

Durante el desarrollo del Tercer Foro, el grupo de investigación, partiendo del programa de interfaz Universidad–Escuela y de la exposición de los diferentes paneles y ponencias, abordó elementos de interacción con base en las experiencias docentes. Esto permitió establecer un diálogo entre los intereses, las experiencias escolares y los trabajos referentes a las CSC que tienen que ver con la toma de decisiones, la participación ciudadana, el pensamiento crítico y las controversias contextuales realizados por profesores de escuelas colombianas, estudiantes de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional y algunas experiencias en el entorno brasileño. Además, se abordaron temas relacionados con las políticas educativas en la formación

inicial y continuada de profesores, en aras de contribuir con la investigación en la enseñanza de las ciencias desde una mirada interdisciplinar que permita reconocer las necesidades del espacio escolar y la relación con la formación de educadores en el ámbito colombiano.

Durante el desarrollo del primer encuentro del grupo de investigación, y en el marco de la celebración de sus primeros 10 años, se brindaron aportes para alcanzar una educación transformadora y centrada en un pensamiento colectivo que busca el mejoramiento y la transformación de la educación en ciencias en Colombia y América Latina. En cuyo caso, vale la pena resaltar que el grupo está comprometido con el desarrollo de programas de formación inicial y continua, dirigidos al profesorado de ciencias, conforme a la investigación desarrollada en el campo de la enseñanza de las ciencias. Pero también, partiendo de la relación que existe entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente; la cual incide en el conocimiento didáctico del contenido curricular.

A partir de la discusión y refinamiento de los trabajos presentados en dichos eventos, se produjeron artículos que hoy nutren la producción de este número de la revista *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*.

Leonardo Fabio Martínez Pérez  
Doctor en Educación para la Ciencias

## LA ARGUMENTACIÓN EN LA PRÁCTICA DOCENTE: HISTORIAS DE VIDA ENTREVISTA A MARIA SILVIA STIPCICH

Entrevista realizada el 19 de febrero de 2014

Escrita por Maria Silvia Stipcich\*  
Wilmar Francisco Ramos\*\*



A continuación presentamos la entrevista concedida al profesor Wilmar Ramos, con ocasión de la publicación de este número de la revista *Góndola*.

**Wilmar Ramos [WR]:** Profesora Silvia, primero quisiera agradecerle el tiempo que está invirtiendo aquí con nosotros, además, agradezco su colaboración y atención para esta actividad. Para comenzar me gustaría que nos hablara de su trayectoria profesional y académica, ¿qué nos podría contar al respecto?

**Silvia Stipcich [SS]:** Bueno, yo estudié en la misma universidad en la que trabajo, la Universidad Nacional del Centro (en la provincia de Buenos Aires). Esto no es en Buenos Aires la capital. Me gradúe allí como profesora de matemáticas y física.

**WR:** ¿Es una universidad pública?

**SS:** Es una universidad pública y pequeña. El profesorado que yo cursé está inmerso en la Facultad de Ciencias Exactas. En Argentina no hay demasiados profesorados dentro de la Universidad. Este profesorado tiene la particularidad que allí nos formamos con los físicos y los matemáticos.

Empecé trabajar en la universidad como ayudante de cátedra, antes de graduarme. Sin embargo, la inquietud era hacer alguna cosa más, quería por ejemplo hacer algo de investigación, pero como no se dieron las posibilidades, hice primero una maestría en Metodología de la Investigación Científica y Técnica. Para mi sorpresa, esto fue algo que me gustó mucho más de lo que pensaba originalmente; asimismo, cuando estaba terminando mi maestría,

\* Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires - UNICEN, Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: sstipci@exa.unicen.edu.ar

\*\* Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, D.C., Colombia. Correo electrónico: wframosc@correo.udistrital.edu.co

tuve la posibilidad de presentarme a un doctorado internacional. En Argentina tenemos la posibilidad de hacer doctorados en Física o doctorados en Educación, pero no un híbrido, por eso contemplé la enseñanza de las ciencias. Y bueno, aparece este doctorado en España en colaboración con Brasil, teníamos conocimiento de la gente de Brasil y ellos fueron los que de alguna manera nos incitaron a que nos presentáramos. De esta forma cursé este doctorado y me gradué en el 2004, con el título de Doctora en Enseñanza de las Ciencias con mención en Física.

El programa lo conformaban la Universidad de Burgos (España) y la Universidad Federal do Río Grande do Sul (Brasil). Nosotros con Brasil tenemos contacto desde hace muchos años, específicamente con el doctor Marco Antonio Moreira, quien fue mi director de tesis.

Bueno, esa fue, a grandes rasgos, mi formación académica. En cuanto al trabajo, empecé a trabajar en la misma facultad en 1983. Desde entonces y en forma paralela, ahora no porque los cargos en la universidad invalidan la posibilidad de tener cargos fuera de esta, pero durante muchos años, hasta hace no más de 6 o 7, dictaba clases de física en la secundaria. Esto es algo que me gusta mucho, incluso es un insumo importante para el trabajo en la formación de profesores de física.

Hoy día yo podría sumar, creo, 6 horas dando clase en la escuela, pero bueno... con el tiempo uno va adquiriendo más responsabilidades. Por ejemplo, estoy en un grupo de investigación, dirijo proyectos, acompaño el trabajo de becarios y tesistas. Y también está la cuestión de dejar espacios para otra gente,

aunque me gusta mucho, está claro que uno tiene momentos y etapas.

**WR:** Usted es conocida en la postura epistemológica del aprendizaje con argumentación, ¿cómo llega esa postura a su bagaje académico y profesional?, ¿cómo llega usted a saber que esto existe, que esto es lo que le apasiona?

**SS:** En realidad, cuando yo tenía que hacer mi tesis de la maestría, estaba bastante preocupada porque soy profesora de práctica, es decir, profesora de los futuros profesores. Estaba bastante intranquila porque los estudiantes elegían para sus prácticas contenidos que para ellos eran los más simples (mecánica, fuerza, principio de inercia o de masa), y la verdad es que ellos introducían esos temas porque decían sentirse cómodos; sin embargo, no les iba bien con esto y, a mi modo de ver, algunos de los obstáculos se relacionaban no solo con cuestiones de conceptualización sino también con el ruido que hacía el lenguaje, el lenguaje científico, en parte, y el lenguaje cotidiano. Entonces para mi tesis de maestría, a mediados de los noventa, me propuse estudiar el lenguaje en la formación de los profesores. Empecé a transitar un poco por este camino, a identificar los distintos alcances que tiene el buen manejo del lenguaje que hacemos o no los docentes en el aula de clase.

**WR:** Cuando se refiere al lenguaje, ¿se refiere al discurso que tiene el maestro en el aula de clase?

**SS:** Exacto. Me refiero a las intervenciones que el docente hace, muchas veces para colaborar o vehicular la construcción de un conocimiento. Resulta que uno graba la clase y

se da cuenta de que lo generado no era lo esperado. Entonces es ahí donde empieza mi interés puesto en el lenguaje, es decir, lo que el docente cree que dijo versus lo que uno escuchó. Empiezo a transitar por este camino y en algún momento aparece la cuestión, más allá de diferenciar el lenguaje cotidiano del lenguaje científico, en la que es importante el tema de las estructuras en este discurso. Si son estructuras para explicar, si son estructuras para describir y cómo pesa en la tradición de la ciencia una justificación. Un poco de estas inquietudes me fue llevando al tema de la argumentación.

Digamos que el tema del lenguaje, del habla y del discurso ha sido un camino largo, pues, al menos en Argentina, no estaba demasiado instalado y generaba poco interés en los trabajos de investigación. De hecho, a mí me cuestionaron bastante en Argentina cuando decidí que este fuera mi tema de tesis.

**WR:** Esto me lleva a preguntar, ¿si esta postura epistemológica sobre argumentación en la enseñanza de las ciencias, por ejemplo en la física, ¿ha ofrecido cierta resistencia en Latinoamérica?

**SS:** Yo no estaría segura al afirmar si hay una resistencia. Simplemente no se había advertido que el lenguaje no es transparente. Resulta que nos damos cuenta de que las dificultades que parecen tener algunos estudiantes en la construcción del conocimiento, van más allá de no querer estudiar o de que a los estudiantes no les simpatice la física, sino que aparecen otras opciones relacionadas con expresar y comprender. Me parece que la reflexión va más por el lado de no haber advertido que esto era un problema.

**WR:** Pero después de haber advertido este problema, ¿la comunidad científica reconoció que esto sí era importante?

**SS:** Sí, claro, hubo una evolución, por lo menos en Argentina, donde la temática del lenguaje empezó a aparecer como eje en los congresos, algo que antes no pasaba. Entonces quienes hacíamos algo vinculado con esto lo proponíamos en la formación de profesores, aunque tristemente pocos tuvieron el discurso. A mí me parece que este punto, en el cual el lenguaje apenas ha empezado a salir como eje, es toda una declaración que permite identificarlo como algo que merece ser investigado.

**WR:** En las comunidades científicas se considera que los conceptos científicos se construyen a partir de la discusión, el razonamiento, la argumentación y la justificación de ideas, ¿qué opina acerca de que el aula de clase se convierta en una comunidad científica de este estilo?

**SS:** Estoy totalmente de acuerdo, pues este sería el modo de involucrar a los estudiantes para que debatan, para que expresen sus opiniones, den sus puntos de vista respecto a los temas, sean críticos y tengan razones para sostener un argumento. Creo que a la par de todo este entusiasmo, no tenemos que perder de vista el *background* de lo disciplinar que puede tener un científico, versus lo que es la discusión en el aula de secundaria. Sin embargo, en la analogía debemos ser cuidadosos, ya que como docentes tenemos una gran responsabilidad y es la de promover esa diferencia; por ejemplo, si pensamos en estudiantes de física es una cosa y si pensamos en estudiantes de la escuela secundaria es otra. En cuyo caso, la distancia respecto a este *background* se agranda.

**WR:** Existe una argumentación del profesor y una argumentación del estudiante, ¿este tipo de argumentaciones en algún punto deberían ser las mismas?, ¿o siempre existirá alguna diferencia?

**SS:** Yo creo que a nosotros como profesores nos cabe la responsabilidad de traer a los estudiantes a las argumentaciones científicamente consensuadas. Pues, más allá de que uno debata sobre un tema, hay afirmaciones que hoy en día la comunidad científica acepta y nuestro deber es aproximar a los estudiantes lo más posible a estas.

**WR:** Sin embargo, la habilidad discursiva no la poseen todos los profesores, y muchos optan por usarla al mínimo en su aula de clase y sencillamente se ciñen a una guía u otros elementos que dominen más, por ejemplo, al uso de las nuevas tecnologías.

**SS:** El uso de las nuevas tecnologías es una oportunidad valiosa para hacer que los estudiantes se vuelvan críticos. Solo con pensar en proponerles una actividad respecto a un modelo físico, a un modelo matemático, a qué modelo tecnológico está jugando en una simulación, con ello ya estoy dando todo un debate alrededor de la idea de modelo ciencia.

**WR:** En esta línea de investigación en argumentación y enseñanza de la física ¿qué es lo último que se está abordando?, ¿qué se está investigando actualmente?

**SS:** Creo que no hay un tema que pueda considerarse como “lo último” que se está haciendo, porque dentro del campo de la enseñanza de las ciencias esto es una dimensión

nueva. Entonces me parece que estamos en una etapa de explorar, de identificar y de tomar algunos respaldos teóricos acerca de la argumentación por parte del docente, por parte de los alumnos. Cuando uno ve los trabajos de investigación, se encuentra con que la mayoría van por el lado de diagnosticar cómo argumenta el profesor, qué elementos usa, cómo argumentan los alumnos y en qué momentos son coherentes desde el punto de vista de las ciencias.

**WR:** En la formación de profesores, inicialmente está la dificultad de expresarse en público. En este sentido, ¿esta dificultad incidirá en los resultados obtenidos acerca de la argumentación de los profesores?

**SS:** Seguramente debe haber un peso importante. Sobre todo en aquellos que recién inician, porque dada la complejidad que tiene una situación de aula, con lo inteligible que es en un número importante de variables, en general los profesores más novatos están preocupados porque la clase fluya, esto es, que los alumnos no se porten mal, que me respondan a lo que pregunto. Entonces esta preocupación, que es inevitable para el caso de los más novatos, está en contra de poder reflexionar acerca de “¿por qué será que este alumno me está preguntando esto?”, “¿qué habré dicho yo, que mueve a este estudiante a cuestionarme esta otra cosa?” Seguramente hay una cuestión de inmediatez que está yendo en contra, por eso me parece que todo trabajo que uno pueda hacer como ensayo previo entre pares, entre uno más experimentado y uno menos experimentado, tratando de ponerse al mismo nivel en la discusión de lo que se habla, creo que es un buen punto de partida para colaborar con los más nuevos.

**WR:** ¿Sería importante que en la práctica docente se superara esa dificultad de hablar en público? ¿Esto permitiría ejercerla con propiedad y pensar en el discurso en el aula y no simplemente en qué piensan de mí?

**SS:** Yo creo que sí, que la práctica docente es como el cierre a la formación, es el momento en el que se va al aula para hacer lo que uno ha venido analizando. No sé hasta qué punto cumple la función de ser un espacio de transición, donde el futuro profesor deja de ser alumno para tomar las riendas de su discurso. las riendas del discurso. Sin embargo, me parece que esa transición es la oportunidad para acompañar este proceso: el de reflexionar más allá de lo que se habla..

**WR:** En este sentido, donde existe la diferencia entre la argumentación de un profesor novato y la argumentación de un profesor experimentado, las investigaciones que se hacen tanto con unos como con otros ¿son igual de válidas?, o ¿habría cierto límite de años de experiencia para empezar a investigar a una cierta población de profesores?

**SS:** Yo no he visto investigaciones que establezcan diferencias con respecto a la antigüedad docente que se tiene. Lo que sí pienso es que el tema de la argumentación en el campo de la investigación, apareció y empezó a trabajar alrededor de esto; todavía no estamos teniendo el tiempo necesario para hacer estas otras lecturas. Aunque se suele decir o tratar a los profesores como más experimentados, no se han hecho estas distinciones a la hora de investigar, incluso porque también sabemos que los docentes que tienen más años dando clase suelen ser también resistentes al cambio. Entonces si uno presenta una propuesta

de actividades que promueva algo diferente de lo que vienen haciendo, no siempre se es bien recibido.

**WR:** Muy bien profesora, y para finalizar, no sé si tenga algún proyecto en la actualidad o una publicación que le gustaría compartir con nosotros.

**SS:** En este momento yo dirijo un proyecto de investigación en el que nos ocupamos de diferentes aspectos de la enseñanza y el aprendizaje. Allí tenemos líneas de trabajo que van por el lado de la formación epistemológica de los profesores, también otra que trabaja la negociación de significados, tomando directamente las prácticas discursivas y argumentativas. Además estamos bastante avocados a trabajar en estas líneas con el uso de las tecnologías. En el grupo al que pertenezco esto es algo que se ha incorporado de forma natural, ya que algunos de los colegas son profesores de informática, así que estamos bastante entusiasmados con lo que proponen las nuevas tecnologías, y en particular con todos los lenguajes que coexisten cuando se aprende y se enseña a través de la tecnología.

**WR:** ¿Existe alguna articulación entre las nuevas tecnologías y el discurso del docente en el aula?

**SS:** Dentro del grupo de investigación al que pertenezco hay dos proyectos, uno a mi cargo y otro coordinado por una colega. En este proyecto hay una tesis de doctorado que saldrá pronto, en la que nosotros nos preocupamos por ver cómo se introduce la tecnología y cómo esta habilita nuevas formas de hablar o de discutir. Además de una cuestión que se nos presenta como inquietante y para la que no tenemos respuesta, pero que posibilita la

investigación, me refiero a la presencia de un lenguaje diferente. Por ejemplo, cuando uno pone a dos estudiantes a trabajar con una simulación y graba su conversación, uno se da cuenta que toman las palabras como acciones y viceversa, y ellos pasan mucho tiempo con acciones que tienen que ver con lo virtual, pero que les permite comunicarse: un click, un cambio en la simulación, un retroceso en ella... y eso de alguna manera se entrelaza después con lo que construyen acerca del fenómeno físico que están viendo. Ahí es cuando existe una nueva forma de entenderse entre los alumnos, algo que a nosotros nos gustaría investigar.

**WR:** Profesora Silvia, le agradezco mucho y esperamos que todas estas reflexiones causen impacto en los profesores que empiezan ahora su formación y en los que están culminando también.

**SS:** Bueno, muchas gracias.

## Últimas publicaciones de Silvia Stipcich en Dialnet

Cutrera, G.; Stipcich, S. y Chrobak, R. (2013).

La dimensión epistémica en el análisis del discurso en una clase de fisicoquímica. *JETT* 4(1), 47-58.

Henaó, B.; Stipcich, S., y Moreira, M. (2011). La

educación en ciencias desde la perspectiva epistemológica de Stephen Toulmin. En *Latin-American Journal of Physics Education*, 5(1).

Domínguez, M., y Stipcich, S. (2011). Las categorías conceptuales para el estu-

dio de la construcción conjunta del conocimiento en el aula. *Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 12(3), 284-302.

Miranda, A.; Santos, G., y Stipcich, S. (2010).

Algunas características de investigaciones que estudian la integración de las TIC en la clase de Ciencia. *REDIE: Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 12(2).

Roa, M., y Stipcich, S. (2010). Los principios

constructivistas que subyacen a la formación en competencias. *Revista chilena de educación científica*, 9(1), 10-19.

## Sobre los autores

**María Silvia Stipcich** es licenciada en Matemáticas y Física de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). Magíster en Metodología de la Investigación Científica y Técnica, y Doctora en Enseñanza de las Ciencias (orientación Física) de la Universidad de Burgos (España). Actualmente es profesora en Didáctica de la Física de Facultad de Ciencias Exactas, en la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

**Wilmar Francisco Ramos** es Licenciado en Física de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia. Actualmente se desempeña como profesor en la Corporación Universitaria Minuto de Dios, de programas virtuales bajo la modalidad a distancia.

# O MODELO ATÔMICO DE BOHR E AS ABORDAGENS PARA SEU ENSINO NA ESCOLA MÉDIA

The atomic model of Bohr and approaches for its teaching in high school.

Leandro Londero\*

## Resumo

O ensino de conteúdos de física moderna e contemporânea na escola de nível médio é imprescindível e já foi justificado por diversos pesquisadores. Entre os conteúdos que deveriam ser ensinados encontra-se, por exemplo, o modelo atômico de Bohr. No entanto, como verificado mediante revisão de literatura, várias obras didáticas não abordam esse modelo adequadamente, uma vez que desconsideram as idéias de Bohr, as quais envolviam os estudos de Planck sobre a radiação do corpo negro, a teoria de Einstein para o efeito fotoelétrico, as experiências e o modelo atômico de Rutherford e os resultados empíricos sobre os espectros de emissão de elementos químicos. Perante isso, é de fundamental importância o ensino por meio de abordagens que potencializem a aprendizagem do modelo proposto por Niels Bohr. Por outro lado, professores do ensino médio podem não ter claro quais abordagens podem ser utilizadas quando do ensino do referido modelo. Assim, apresentam-se algumas possibilidades para o ensino do modelo atômico de Bohr, com exemplos e justificativas para o uso de cada uma delas. Atenção especial foi dada ao ensino por meio da História e Filosofia da Ciência, da leitura de textos de divulgação científica ou originais de cientistas, de analogias, de tiras em quadrinhos e simulações computacionais.

Palavras-chave: *Modelo Atômico de Bohr, Ensino de Física, Ensino Médio.*

\* Doutor em Educação, Docente no Departamento de Educação, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP). São José do Rio Preto, Brasil. leandro-londero@gmail.com.br

## Abstract

The teaching of modern and contemporary Physics subjects in high school is indispensable and it was already justified by several researchers. Among the subjects which must be taught, there is, for instance, Bohr atomic model. However, as it was noticed in literature review, many didactic materials do not deal with this model adequately, since that they do not take into account Bohr ideas, which involved Planck studies on black-body radiation, Einstein theory for photoelectric effect, Rutherford experiences and atomic model and the empiric results upon the spectrums of chemical elements emission. From that, it is extremely important teaching through approaches which potentialize the learning of the model proposed by Niels Bohr. On the other hand, teachers from high schools cannot have clearness about which approaches can be applied for teaching the mentioned model. Thus, it is presented some possibilities for teaching Bohr atomic model, with examples and justifications for the use of each one. Special treatment was attributed to the teaching from Science History and Philosophy, from the reading of scientific diffusion and original scientific texts, from analogies, from comic strips and from computer simulations.

*Key words: bohr atomic model, physics teaching, high school.*

## Introdução

Há algumas décadas iniciou-se em muitos países a inclusão, nos currículos da Educação Básica, de conteúdos que comumente chamamos de Física Moderna e Contemporânea (FMC). Mas, por que, nós professores de Física do Ensino Médio, devemos inserir tópicos e ideias de Física Moderna e Contemporânea na sala de aula?

Esta questão faz parte da carta escrita por Pena (2006) e enviada ao editor da Revista Brasileira de Ensino de Física. Pena procurou sistematizar justificativas presentes na literatura da área para a inserção de tópicos de FMC nos currículos escolares. Entre as justificativas encontram-se: a) influência

crescente dos conteúdos de FMC para o entendimento do mundo criado pelo homem (Terrazzan, 1992); b) impossibilidade de se vivenciar e participar plenamente do mundo tecnológico atual sem um mínimo de conhecimentos básicos dos desenvolvimentos mais recentes da Física (Terrazzan, 1992); c) despertar a curiosidade dos estudantes e ajudá-los a reconhecer a Física como um empreendimento humano e, portanto, mais próxima dos estudantes (Ostermann et al., 1998); d) estabelecer o contato dos alunos com as ideias revolucionárias que mudaram totalmente a Ciência do século XX, pois para os alunos a Física é um conjunto de conhecimentos que se acabou antes do início do século XX (Ostermann et al., 1998); e) atrair jovens para a carreira científica, futuros pes-

quisadores e/ou professores (Ostermann et al., 1998) e; f) transformar o ensino de Física tradicionalmente oferecido por nossas escolas, pois conceitos de FMC explicam fenômenos que a física clássica não explica, uma nova visão de mundo, física que hoje é responsável pelo atendimento de novas necessidades que surgem a cada dia, tornando-se cada vez mais básicas para o homem contemporâneo, um conjunto de conhecimentos que extrapola os limites da ciência e da tecnologia, influenciando outras formas do saber humano (Pinto e Zanetic, 1999).

Documentos ministeriais como os Parâmetros Curriculares Nacionais também sinalizam na direção da inclusão de conteúdos de FMC ao mencionarem que

...disciplinas científicas, como a Física, têm omitido os desenvolvimentos realizados durante o século XX e tratam de maneira enciclopédica e excessivamente dedutiva os conteúdos tradicionais”. Mais ainda, “...não se trata de incorporar elementos da ciência contemporânea simplesmente por conta de sua importância instrumental utilitária, [...] e sim de prover os alunos de condições para desenvolver uma visão de mundo atualizada. (Brasil, 1999)

No âmbito do Ensino de Física no Brasil, a produção de trabalhos sobre a inserção da FMC começou a ter expressão há cerca de duas décadas. Na década de 90 assiste-se a uma intensificação do número de estudos que envolvem esta temática. Esta tendência manifesta-se inclusive no fato de uma revista especializada como a *Investigações em Ensino de Ciências*, editada no Brasil, publicar no

número 1, do volume 5, de janeiro de 2000, um artigo de revisão sobre esse tema (Ostermann e Moreira, 2000).

Nesse artigo, os autores se propõem a revisar os estudos sobre a linha de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio” mediante consulta a artigos de revistas, livros didáticos, dissertações, teses, projetos e navegações pela internet, que abordam essa questão. Concluem que há muitas justificativas em favor da atualização curricular e até uma bibliografia que apresenta temas modernos. Além disso, afirmam que um desafio é a escolha de que temas de FMC deveriam ser objeto de especial atenção na formação de professores de Física com vistas a um trabalho adequado no Ensino Médio.

Ostermann e Moreira (1998) com o intuito de obterem uma lista consensual, entre físicos, pesquisadores em Ensino de Física e professores de Física do Ensino Médio, sobre quais tópicos de FMC deveriam ser abordados na escola média, com vistas a atualizar o currículo de Física neste nível, chegam aos seguintes itens: leis de conservação, radioatividade, forças fundamentais, fissão e fusão nuclear, origem do universo, raios X, partículas elementares, Big Bang, relatividade restrita, estrutura molecular, metais e isolantes, semicondutores, laser, supercondutores, fibras ópticas, efeito fotoelétrico, dualidade onda-partícula e *átomo de Bohr*.

## ○ modelo atômico de Bohr

Niels Bohr dedicou-se, entre outros assuntos, ao estudo da estabilidade do átomo, uma vez que o modelo atômico de Rutherford

apresentava um problema de instabilidade radioativa, pois, de acordo com a teoria de Maxwell, elétrons em movimento ao redor do núcleo deveriam emitir radiação, perdendo energia e colapsando o sistema. Ele acreditou no modelo dos elétrons orbitando em torno do núcleo e resolveu o problema da instabilidade. Estava convicto que a Mecânica Clássica não seria mesmo capaz de descrever o átomo de hidrogênio.

Por meio do estudo e análise das teorias e experiências da época, como a do efeito Zeeman, o efeito fotoelétrico de Einstein, as séries espectrais dos elementos químicos, as experiências e o modelo atômico de Rutherford e, principalmente, a teoria de Planck, Bohr percebeu que deveria haver alguma relação entre as energias dos elétrons em suas órbitas atômicas e as correspondentes frequências, conforme sugeria a teoria da radiação proposta por Max Planck em 1900, conhecida como teoria quântica. Em 1913 ele propôs um novo modelo atômico.

Bohr propôs que os elétrons giram ao redor do núcleo em um número limitado de órbitas circulares e bem definidas (fixas), que são denominadas de órbitas estacionárias, arranjadas em círculos concêntricos, com determinados níveis de energia. Mais tarde, seriam as chamadas “camadas eletrônicas” (K,L,M,N,O,P e Q).

Segundo a teoria da radiação de Planck, a energia não é emitida de maneira contínua, mas em pacotes chamados de quanta. Aplicando a teoria de Planck no modelo de Rutherford, Bohr conseguiu formular 5 postulados relacionados com o movimento dos elétrons. No livro “So-

bre a constituição de átomos e moléculas”, Bohr (1989) apresenta-os na seguinte forma:

1. A energia radiada não é emitida (ou absorvida) da maneira contínua admitida pela eletrodinâmica clássica, mas apenas durante a passagem dos sistemas de um estado “estacionário” para outro diferente.
2. O equilíbrio dinâmico dos sistemas nos estados estacionários é governado pelas leis da mecânica clássica, não se verificando essas leis nas transições dos sistemas entre diferentes estados estacionários.
3. É homogênea a radiação emitida durante a transição de um sistema de um estado estacionário para outro, e que a relação entre a frequência  $\nu$  e a quantidade total de energia é dada por  $E = h\nu$ , sendo  $h$  a constante de Planck.
4. Os diferentes estados estacionários de um sistema simples constituído por um elétron que roda em volta de um núcleo positivo são determinados pela condição de ser igual a um múltiplo inteiro de  $2/h$  a razão entre a energia total emitida durante a formação da configuração e a frequência de revolução do elétron. Admitindo que a órbita do elétron é circular, esta hipótese equivale a supor que o momento angular do elétron em torno do núcleo é igual a um múltiplo inteiro de  $h/2\pi$ .
5. O estado ‘permanente’ de um sistema atômico – isto é, o estado no qual a energia emitida é máxima – é determinado pela condição de ser igual a  $h/2\pi$  o momento angular de cada elétron em torno do centro da sua órbita.

Na órbita mais próxima do núcleo o elétron estaria no “estado fundamental”, encontrando-se no seu nível de energia mais baixo, de modo que, se o elétron estivesse em uma órbita superior ao estado fundamental poderia “cair” em qualquer outra mais próxima do núcleo.

Se os elétrons de um átomo recebem energia ou colidem com outros elétrons, eles saltam para níveis mais extremos. Neste caso, dizemos que os elétrons entram em estado excitado. Se os elétrons cedem energia, eles saltam para níveis mais internos e a energia liberada sai em forma de quantum de luz ou fóton.

Peduzzi e Basso (2005), em artigo publicado intitulado “Para o ensino do átomo de Bohr no nível médio”, analisaram a apresentação dada por autores de livros didáticos, destinados ao ensino médio, ao modelo atômico de Bohr. Esses autores concluíram que

[...]a maioria das obras consultadas não contextualiza adequadamente o tema, considerando-se que o quadro teórico e experimental em que estavam inseridas as ideias de Bohr envolviam os estudos de Planck sobre a radiação do corpo negro, a teoria de Einstein do efeito fotoelétrico, as experiências e o modelo atômico de Rutherford e resultados empíricos sobre os espectros de emissão de vários elementos químicos. (Peduzzi e Basso, 2005)

Perante isso, é de fundamental importância o ensino por meio de abordagens que potencializem a aprendizagem dos modelos atômicos, em particular, o proposto por Niels Bohr. Abordagens que permitam a visualização da dinâmica de produção desse modelo e que

contemplem suas controvérsias e sua complexidade possibilitando a compreensão do papel fundamental que a teoria que o descreve teve na constituição da Física, não se configurando apenas como um modelo estrutural para o átomo.

Assim, o objetivo deste ensaio é apresentar um inventário sobre as possibilidades para o ensino do modelo atômico de Bohr, disponíveis aos professores, com exemplos e justificativas para o uso de cada uma delas. Se pensarmos no ensino desse modelo atômico, especificamente para o ensino médio, encontramos na literatura da área de Ensino de Física algumas possibilidades para o tratamento deste tópico curricular. Considero como possibilidades de ensino as propostas que englobam enfoques/abordagens e/ou recursos pensados por professores e/ou pesquisadores de ensino de física e recolhidas de publicações realizadas nas últimas três décadas.

## O ensino do modelo atômico de Bohr por meio da história e filosofia da ciência

uma abordagem que vêm ganhando cada vez mais destaque é aquela que leva em conta aspectos históricos e filosóficos. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999) já indicavam a importância do ensino de física contemplar os aspectos históricos e filosóficos ao mencionar que:

É essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expres-

são e produção humanas. [...] ao lado de um caráter mais prático, a Física revela também uma dimensão filosófica, com uma beleza e importância que não devem ser subestimadas no processo educativo” (Brasil, 1999).

Há alguns anos, vários autores já defendiam o uso da História e Filosofia da Ciência para o Ensino de Física. É o caso, por exemplo, do prêmio Nobel de física, de 1944, Isidor Isaac Rabi, que na introdução do Harvard Physics Project (1968) argumentava:

Proponho que a ciência seja ensinada a qualquer nível, do mais baixo ao mais alto, de um modo humanístico. Deve ser ensinada com uma compreensão histórica, com um entendimento filosófico, com um entendimento social e humano, no sentido da biografia, da natureza das pessoas que fizeram a sua construção, dos triunfos das tentativas e das atribuições.

Por sua vez, Carvalho (1992) destacou que a importância do professor conhecer a História e Filosofia da Ciência está em poder compreender os seus alunos, pois inúmeras vezes o raciocínio encontrado em sala de aula é muito semelhante aquele que um dia a ciência já considerou como correto. Esta posição também é defendida por Martins (1990), o qual argumentou que:

[...] o professor conhecendo as concepções antigas de um determinado conceito, terá maior facilidade em compreender as dificuldades de seus alunos e poderá mais facilmente respeitar as suas concepções e fazer uma transposição didática para o conhecimento atual.

Portanto, o entendimento de como os conceitos foram construídos ao longo da história facilita o aprendizado da concepção final deles. Isso se reflete, por exemplo, quando do ensino do modelo atômico de Bohr, que para facilitar o seu entendimento precisamos recorrer ao processo histórico da sua construção. Em se tratando de História e Filosofia da Ciência, a discussão sobre o modelo atômico de Bohr apresenta muitas possibilidades de reflexão. Entre os temas mais importantes nesse sentido é a discussão sobre quebra de paradigmas, os quais sofreram sérios questionamentos no momento em que novas teorias foram estruturadas no início do século XX e que provocaram uma crise que se traduziu no surgimento de um novo paradigma teórico (a física moderna e contemporânea).

Além disso, numa abordagem histórico-filosófica ganha destaque a evolução dos modelos atômicos com as contribuições, por exemplo, de Leucippus, Demócrito, Dalton, Fechner, Thomson, Nagaoka, Rutherford, Bohr e por que não Sommerfeld, Schrödinger, De Broglie e Heisenberg. Nessa abordagem, a apresentação e a discussão do modelo de Bohr são subsidiadas pela evolução histórica dos modelos, destacando as limitações das propostas anteriores a Bohr, as diferenças do seu modelo em comparação com os demais e os avanços surgidos na física atômica após as ideias de Bohr. Ainda, os estudantes devem compreender as mudanças epistemológicas e culturais ocorridas a partir de sua proposta. Na tabela 1 é apresentada uma síntese de alguns modelos atômicos juntamente com seus propositores. Sua finalidade é apresentar, de forma breve, ao leitor, uma explicação geral dos modelos nela descritos e, ainda, mostrar que o entendimento

de “modelo de átomo” está constantemente em construção. Assim, vale a pena destacar que, não é o nosso objetivo reduzir a construção do modelo de átomo a uma série de nomes de cientistas, com suas produções.

**Tabela 1.** Síntese de alguns Modelos Atômicos e seus propositores.

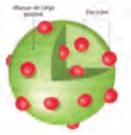
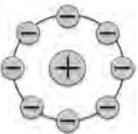
Propositor	Síntese do Modelo	Representação Pictórica
 <p>Figura 1: Leucippus de Mileto (460 a.C - 370 a.C.)<sup>1</sup></p>	<p>Todas as coisas são inteiramente compostas de inúmeros elementos individuais e inextinguíveis chamados átomos. A matéria pode ser dividida em partículas cada vez menores, até chegar-se a um limite.</p>	
 <p>Figura 2: Demócrito de Abdera (460 a.C. - 370 a.C.)<sup>2</sup></p>	<p>O todo não se compõe somente de átomos ou partículas indivisíveis de mesma natureza. O vácuo é um “não ente”. A matéria é descontínua. Ao invés dos corpos macroscópicos, os corpos microscópicos, ou átomos não se interpenetram nem se dividem, sendo suas mudanças observadas em fenômenos físicos e químicos como associações de átomos e suas dissociações e que qualquer matéria é uma combinação de átomos dos quatro elementos: ar, fogo, água e terra.</p>	
 <p>Figura 3: John Dalton (1766 - 1844)<sup>3</sup></p>	<p>O átomo é a partícula elementar, a menor partícula que constitui a matéria, é rígido, indivisível, impenetrável, indestrutível e tem uma forma esférica (Modelo da esfera maciça).</p>	 <p>Figura 4<sup>4</sup></p>

1 Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Leucippus>> (acesso em 30/05/2014)

2 Disponível em: <<http://www.ifi.unicamp.br/~ghtc/Universo/pag41.html>> (acesso em 30/05/2014)

3 Disponível em: <[http://en.wikipedia.org/wiki/John\\_Dalton](http://en.wikipedia.org/wiki/John_Dalton)> (acesso em 30/05/2014)

4 Disponível em: <<http://www.explicatorium.com/CFQ9-Evolucao-atomo.php>> (acesso em 30/05/2014)

 <p>Figura 5: Gustav Theodor Fechner (1801 - 1887)<sup>5</sup></p>	<p>O átomo consiste de uma parte central massiva que atraía gravitacionalmente uma nuvem de partículas quase imponderáveis.</p>	
 <p>Figura 6: Joseph John Thomson (1856 - 1940)<sup>6</sup></p>	<p>O átomo é uma esfera maciça de carga positiva, estando os elétrons dispersos no seu interior (Modelo do pudim de passas).</p>	 <p>Figura 7<sup>7</sup></p>
 <p>Figura 8: Jean Baptiste Perrin (1870 - 1942)<sup>8</sup></p>	<p>Modificou o modelo atômico de Thomson, sugerindo pela primeira vez que as cargas negativas são externas ao “pudim”.</p>	 <p>Figura 9<sup>9</sup></p>
 <p>Figura 10: Nagaoka Hantaro (1865 - 1950)<sup>10</sup></p>	<p>O átomo é formado por um caroço central positivo rodeado de anéis de elétrons girando com a mesma velocidade angular, semelhante ao planeta saturno (Modelo saturniano)</p>	 <p>Figura 11<sup>11</sup></p>

5 Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Gustav\\_Theodor\\_Fechner](http://pt.wikipedia.org/wiki/Gustav_Theodor_Fechner)> (acesso em 30/05/2014)

6 Disponível em: <<http://famous-sci.blogspot.com.br/2012/09/j-j-thomson.html>> (acesso em 30/05/2014)

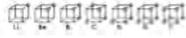
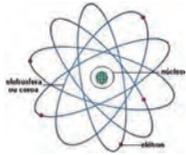
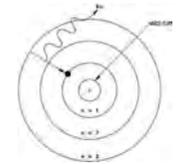
7 Disponível em: <<http://grupoquimicaatomos.blogspot.com.br/2011/04/evolucao-dos-modelos-atomicos.html>> (acesso em 30/05/2014)

8 Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Jean\\_Baptiste\\_Perrin](http://pt.wikipedia.org/wiki/Jean_Baptiste_Perrin)> (acesso em 30/05/2014)

9 Disponível em: <<http://atomosuper28.blogspot.com.br>> (acesso em 30/05/2014)

0 Disponível em: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Hantaro\\_Nagaoka](http://en.wikipedia.org/wiki/Hantaro_Nagaoka)> (acesso em 30/05/2014)

11 Disponível em: <<http://www.agracadaquimica.com.br/index.php?&ds=1&acao=quimica/ms2&i=22&id=643>> (acesso em 30/05/2014)

 <p>Figura 12: Gilbert Newton Lewis (1875 - 1946)<sup>12</sup></p>	<p>O modelo de Lewis está baseado em um cubo, onde os elétrons de um átomo se colocam de forma cúbica, ou seja, os elétrons de um átomo estavam colocados nos vértices de um cubo.</p>	 <p>Figura 13<sup>13</sup></p>
 <p>Figura 14: Ernest Rutherford (1871 - 1937)<sup>14</sup></p>	<p>A maior parte do espaço do átomo é vazio. No seu interior, existe uma pequena região central positiva (núcleo), muito pequeno em relação ao tamanho total do átomo, porém com grande massa e ao seu redor, ao redor do núcleo localizam-se os elétrons com carga negativa (compondo a “enorme” eletrosfera) e com pequena massa, que neutraliza o átomo. Os elétrons giram em volta do núcleo em órbitas circulares. (Modelo planetário)</p>	 <p>Figura 15<sup>15</sup></p>
 <p>Figura 16: Niels Henrik David Bohr (1885 - 1962)<sup>16</sup></p>	<p>O átomo possui um núcleo central. Os elétrons descrevem órbitas circulares em torno do núcleo, sendo que só podem ocupar determinados níveis de energia. A cada órbita corresponde um valor de energia</p>	 <p>Figura 17<sup>17</sup></p>

13 14 15 16 17 18

12 Disponível em: <[http://sunsite.berkeley.edu/~ucalhist/archives\\_exhibits/in\\_memoriam/catalog/lewis\\_gilbert.html](http://sunsite.berkeley.edu/~ucalhist/archives_exhibits/in_memoriam/catalog/lewis_gilbert.html)> (acesso em 30/05/2014)

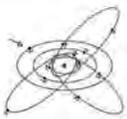
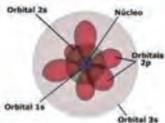
13 Disponível em: <[http://es.wikipedia.org/wiki/Modelo\\_del\\_átomo\\_cúbico](http://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_del_átomo_cúbico)> (acesso em 30/05/2014)

14 Disponível em: <<http://www.escienciaonline.com/que-tanto-se-puede-hacer-con-un-barometro/>> (acesso em 30/05/2014)

15 Disponível em: <<http://quimicacoma2108.blogspot.com.br/2010/03/atamico-de-rutherford-primeira.html>> (acesso em 30/05/2014)

16 Disponível em: <<http://nautilus.fis.uc.pt/wwwqui/figuras/fisicos/txt/bohr.html>> (acesso em 30/05/2014)

17 Disponível em: <<http://neetescuela.com/modelo-atamico-de-bohr/>> (acesso em 30/05/2014)

 <p>Figura 18: Arnold Johannes Wilhelm Sommerfeld (1868 - 1951)<sup>18</sup></p>	<p>Postulou a existência de órbitas não só circulares, mas também elípticas. Num nível de energia <math>n</math>, há uma órbita circular e <math>(n-1)</math> órbitas elípticas de diferentes excentricidades. Exemplo, no nível de energia <math>n=4</math> (camada N), há uma órbita circular e três órbitas elípticas. Cada uma das órbitas elípticas constitui um subnível, cada um com sua energia. Os orbitais não se estabelecem num mesmo plano.</p>	 <p>Figura 19<sup>19</sup></p>
 <p>Figura 20: Erwin Schrödinger (1887 - 1961)<sup>20</sup></p>	<p>O Modelo de Schrödinger é um modelo quântico não relativista que se baseia na solução da equação de Schrödinger para um potencial eletrostático com simetria esférica, chamado também de átomo hidrogenoide.</p>	 <p>Figura 21<sup>21</sup></p>
 <p>Figura 22: Paul Dirac (1902-1984)<sup>22</sup></p>	<p>Com base na Mecânica Quântica Ondulatória, ampliaram os conhecimentos anteriores e em 1928 Paul Dirac obteve uma descrição quântico-relativista do elétron, predizendo a existência da antimatéria. Nas equações de Dirac e Jordan aparece o quarto parâmetro com característica quântica. Introduzem a ideia da descontinuidade da matéria.</p>	 <p>Figura 24<sup>23</sup></p>
 <p>Figura 23: Ernst Pascual Jordan (1902-1980)<sup>24</sup></p>		

18 Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Arnold\\_Sommerfeld](http://pt.wikipedia.org/wiki/Arnold_Sommerfeld)> (acesso em 30/05/2014)

19 Disponível em: <<http://timerime.com/en/event/2137895/evolucion+del+modelo+atomico++sommerfeld/>> (acesso em 30/05/2014)

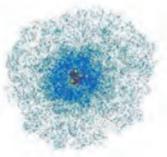
21 Disponível em: <<http://pauli.uni-muenster.de/~munsteg/physiker.html>> (acesso em 30/05/2014)

20 Disponível em: <<http://www.areciencias.com/quimica/modelos-atomicos.html>> (acesso em 30/05/2014)

21 Disponível em: <[http://fr.wikipedia.org/wiki/Paul\\_Dirac](http://fr.wikipedia.org/wiki/Paul_Dirac)> (acesso em 30/05/2014)

22 Disponível em: <<http://atomosuper28.blogspot.com.br>> (acesso em 30/05/2014)

23 Disponível em: <<http://www.nndb.com/people/144/000099844/>> (acesso em 30/05/2014)

 <p>Figura 25: Erwin Schrödinger (1887 - 1961)<sup>25</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolveram uma nova teoria do modelo atômico, além de postular uma nova visão, chamada de mecânica ondulatória.</li> <li>• O átomo possui um núcleo central, de reduzidas dimensões, na qual se encontram os prótons e os nêutrons e em torno desse uma nuvem eletrônica, na qual se encontram os elétrons, os quais se movem com elevada rapidez.</li> <li>• É impossível determinar, simultaneamente, com exatidão a posição e a velocidade de um elétron (Princípio da Incerteza).</li> <li>• Fundamentada na hipótese proposta por Broglie, na qual todo corpúsculo atômico pode comportar-se como onda e como partícula, Heisenberg postulou o princípio da incerteza.</li> <li>• A ideia de órbita eletrônica acabou por ficar desconexa, sendo substituída pelo conceito de probabilidade de se encontrar num instante qualquer um dado elétron numa determinada região do espaço. É possível falar em zonas onde a probabilidade de encontrar o elétron é maior.</li> </ul>	 <p>Figura 28<sup>26</sup></p>
 <p>Figura 26: Louis-Victor Pierre Raymond de Broglie (1892 - 1987)<sup>27</sup></p>		
 <p>Figura 27: Werner Karl Heisenberg (1901 - 1976)<sup>28</sup></p>		

A leitura da tabela 1 permite evidenciar a contribuição de diferentes cientistas, e suas respectivas visões/ideias, na ampliação e entendimento de um modelo atômico.

Por outro lado, é necessário cautela quanto ao uso da História e Filosofia da Ciência no ensino de conceitos científicos, pois como argumentou Zanetic (1988)

Não se deve olhar a História da Ciência como uma panaceia para o Ensino [...] a história talvez forneça para a gente uma certa humildade frente ao desconhecido. Acho que ela passa um pouco pelos erros que as pessoas cometeram.

Nesse mesmo sentido, Moreira (2000), em artigo publicado na Revista Brasileira de Ensino

25 Disponível em: <<http://pauli.uni-muenster.de/~munsteg/physiker.html>> (acesso em 30/05/2014)

26 Disponível em: <<http://www.explicatorium.com/CFQ9-Evolucao-atomo.php>> (acesso em 30/05/2014)

27 Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Louis\\_de\\_Broglie](http://pt.wikipedia.org/wiki/Louis_de_Broglie)> (acesso em 30/05/2014)

28 Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Werner\\_Heisenberg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Werner_Heisenberg)> (acesso em 30/05/2014)

Física, intitulado “Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas”, argumentou:

“Ensinar física apenas sob a perspectiva histórica também não me parece uma boa metodologia porque para adquirir conhecimentos o ser humano, normalmente, não precisa descobri-los, nem passar pelo processo histórico de sua construção.

Lewis (1976) e Martins (2006) nos alertam para alguns problemas que estão associados à introdução da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências. O primeiro refere-se ao fato de existirem poucos professores com formação inicial adequada para ensinar dentro de uma abordagem histórico-filosófica. O segundo é a falta de material didático adequado à disposição do professor. O terceiro é a utilização da História e Filosofia da Ciência apenas como uma série de datas e nomes. Carvalho e Vannucchi (2000) também acentuaram que parece haver uma dificuldade de se colocar em prática de sala de aula a inclusão da História e Filosofia da Ciência e, conforme argumenta Matthews (1995) a principal razão para esta dificuldade parece estar na formação do professor.

Segundo Teixeira e Freire Junior (2007), infelizmente, tem sido usual nos currículos dos cursos de graduação em Física no Brasil, uma subestimação dos aspectos históricos e epistemológicos da ciência. Tais currículos, em suma, relevam apenas o aspecto operacional da Física, o que caracteriza como um ensino em Física, mas não, sobre Física. O ensino que tem sido praticado segue a forma tradicional, essencialmente formal e baseada na exclusiva “matematização” de um conteúdo linear e fragmentado, exigindo tão somente a

memorização de equações sem que se estabeleçam os seus significados e sua contextualização (Teixeira e Freire Junior, 2007).

Perante isso, é de fundamental importância que essas questões passem a fazer parte das discussões presentes nos cursos de formação de professores de física, inclusive como maneira de superar as dificuldades acima mencionadas. Tendo em vista estas dificuldades, é possível utilizar outras abordagens e recursos para o ensino do modelo atômico de Bohr e não ficar restrito apenas aos aspectos Históricos e Filosóficos, principalmente se o professor não se sentir seguro e preparado para o ensino por meio dessa abordagem. Com isso, passo a apresentar outra possibilidade de recurso para esse tópico curricular.

## O ensino do modelo atômico de Bohr e a leitura de textos

Alguns autores vêm defendendo a leitura em aulas de ciências argumentando que a prática de leitura pode servir como ponto de partida para a ativação do desenvolvimento intelectual dos alunos (Silva e Almeida, 1993), que a responsabilidade do uso de leitura não se restringe a uma única disciplina (Almeida e Ricon, 1993) ou, ainda, que a leitura de textos de divulgação científica no ambiente escolar se constitui em uma atividade diferenciada em relação ao desenvolvimento das aulas de física que geralmente se observa nas escolas (Zanotello e Almeida, 2007).

Good (1994), no prelúdio do volume especial do *Journal of Research in Science Teaching*, intitulado *The Reading - Science Learning - Writing Connection*, expressou claramente

te que a aprendizagem da ciência está quase sempre associada à leitura ao afirmar que:

A aprendizagem da ciência é estabelecida em grande parte pela leitura e interação com o texto em diferentes circunstâncias. Entender como os estudantes interagem com a ciência descrita em textos é sem dúvida uma importante área de investigação.

Assim, uma possibilidade de ensino do modelo de Bohr é por meio da leitura de textos, em especial, aqueles classificados como de divulgação científica. Sabemos que é relativamente fácil encontrar muitos assuntos ligados à física atômica em revistas e livros de divulgação científica. Esses materiais surgem, então, como uma possibilidade de recurso de ensino para a discussão desse tópico.

Esses textos, em geral, não foram pensados e/ou elaborados para a escola, mas certamente podem ser utilizados por professores quando do ensino dos modelos atômicos, mediante diferentes estratégias de leitura. Para Terrazzan (2000), os textos de divulgação científica não têm preocupação didática explícita, não ficam presos à ideia de pré-requisitos e nem sequências de conteúdos.

Entre os textos que podem ser utilizados encontram-se produções como “*O incrível salto do elétron*” (Leuchs, 1990), “*A estranha família do átomo*” ou “*Niels Bohr: o Sherlock da física atômica*” (Dieguez e Arantes, 1992), publicados na revista Superinteressante. A título de ilustração, reproduziu-se abaixo um trecho de cada um destes textos, respectivamente, os quais estão disponíveis na internet.

No texto “*O incrível salto do elétron*” é possível discutir com os alunos, por exemplo, a noção de salto quântico. Ainda, é possível debater sobre o tempo que o elétron leva para realizar o salto quântico, como podemos perceber mediante a leitura do trecho reproduzido do texto original.

A Mecânica Quântica tornou-se famosa por suas ideias heterodoxas, mas poucas causaram tanta confusão, historicamente, como o conceito de salto quântico. Criado pelo dinamarquês Niels Bohr, em 1913, sustenta que dentro de um átomo existem regiões proibidas – onde os elétrons não podem permanecer e, segundo algumas interpretações, nem mesmo atravessar. Os territórios proibidos pareciam simplesmente não existir, criando grande desconforto intelectual para os físicos da época. Por meio das novas experiências, os físicos procuram eliminar as dúvidas que no passado atormentaram os próprios criadores da Mecânica Quântica. Uma delas pergunta quanto tempo o elétron leva para dar o salto quântico – se ele não atravessa espaço algum, não deveria gastar tempo algum. Parece lógico, mas uma coisa não assegura a outra. O fato é que há uma demora, como se pode verificar observando a emissão de luz pelo elétron toda vez que este dá um salto quântico. Isso ocorre sempre que o elétron recebe um raio de luz, absorve a energia luminosa e passa de uma órbita mais próxima do núcleo atômico para outra mais distante. Em seguida, emite a energia absorvida, novamente na forma de um átomo de luz, e dá um salto quântico. É possível medir o tempo gasto entre o recebimento e a devolução da energia luminosa.

Como esse tempo não é zero, parece claro que o salto quântico não é instantâneo.

Já em “*A estranha família do átomo*” a discussão pode girar em torno da explicação do modelo de Bohr a partir do mais simples dos átomos, o de hidrogênio, como no trecho abaixo, extraído do original.

Os físicos porém, não se desesperaram e acabaram realizando uma revolução científica, com a criação, na década de 20, da Teoria Quântica. O primeiro a ultrapassar as fronteiras do mundo atômico com as novas ferramentas quânticas foi Niels Bohr, em 1913. Ele montou um modelo para explicar o mais simples dos átomos, o do hidrogênio que tem apenas um próton no núcleo e um elétron girando ao redor dele. Nesse modelo há um número preciso de camadas, dispostas concêntricamente em torno do núcleo, nas quais o elétron pode se mover sem emitir radiação. Essas camadas correspondem aos diferentes níveis de energia que podem ser assumidos pelo elétron. Como a energia tem uma natureza descontínua, cada camada é separada da seguinte por uma zona que não pode ser transitada pelo elétron. A Teoria Quântica concentrou-se de início no estudo da distribuição e do comportamento dos elétrons no interior do átomo. O núcleo atômico continuava um território obscuro.

O último texto que tomamos como exemplo para ensinar o modelo atômico de Bohr por meio da leitura é “*Niels Bohr: o Sherlock da física atômica*”. Nele, parte-se de uma discussão histórica e das contribuições de Bohr para a ciência contemporânea, incluindo as discussões sócio-políticas que dominavam

naquela época, como pode ser observado mediante a leitura de alguns trechos do texto reproduzidos a seguir.

Em novembro deste ano se comemoram três décadas da morte do cientista dinamarquês Niels Bohr, Prêmio Nobel de 1922, e considerado, depois de Einstein, o maior físico do século. Em 1913, estabeleceu o marco inicial da Física do átomo, ensinando como calcular as órbitas dos elétrons no seu interior. Nos anos 20, inspirou e liderou a geração de físicos de várias nacionalidades cujo esforço levou à Mecânica Quântica — que revolucionou os conceitos da ciência clássica e, ao lado da relatividade einsteiniana, fundou a física deste século. Às vésperas da Segunda Guerra Mundial, Bohr foi além do átomo e mostrou como calcular a energia liberada pela quebra, ou fissão, do próprio núcleo atômico — o primeiro passo para a construção dos artefatos nucleares. Mais tarde, depois de participar dois anos do projeto de produção da bomba, Bohr se conscientizou da terrível perspectiva que ela abria para a humanidade. Já em 1944, tentou, inutilmente, persuadir o primeiro-ministro inglês Winston Churchill e o presidente americano Franklyn Delano Roosevelt da necessidade de negociações internacionais, incluindo a União Soviética, para tratar da questão.

Em plena década de 50, contaminada pela “guerra fria” entre Estados Unidos e União Soviética, empenhou-se na luta pelo uso pacífico da energia atômica (foi o primeiro a receber o prêmio Átomos para a Paz, em 1957). Em carta pública à ONU, clamou pela construção de um “mundo aberto”, convencido de que o livre trânsito de pessoas e ideias era indispensável ao controle da energia nuclear.

Bohr foi uma das mais festejadas celebridades da história da ciência.

Em 26 de maio de 1912, por exemplo, ele conta que assistira a uma apresentação da peça *Otelo*, do inglês William Shakespeare, e ficara em tal estado de excitação mental que não conseguia dormir. Assim, escreveu a Margrethe: “Em meus pensamentos errantes e sonhos sem nexos, sinto o tempo todo que há algo crescendo em minha mente”. No dia 28, Bohr afirma: “Creio que talvez tenha resolvido uma coisinha. O que posso fazer com isso e o que pode decorrer daí não sei em absoluto”. Junho, julho e agosto, num ritmo frenético, Bohr trabalha até concluir que não é o modelo de Rutherford que está errado. São as leis da física clássica que não se aplicam aos fenômenos atômicos.

Lendo com cuidado, percebe-se que os textos apresentam ou partem de diferentes perspectivas para abordar o modelo de Bohr. Esse fato faz com que eles apresentem características diferentes em relação aos assuntos abordados.

Por outro lado, nessas produções, muitas vezes, os autores utilizam determinadas linguagens para tornar as exposições mais claras e atraentes aos leitores. Na perspectiva de d’Espagnat (1990), ao tentar simplificar uma ideia complexa, este tipo de texto pode passar uma imagem incorreta. É comum que, nestes casos, acabe-se passando a ideia, por exemplo, de que elétrons, prótons, fótons são bolinhas que colidem entre si, reforçando, segundo Greca et al. (2001), imagens clássicas, concepções essas “falsas, não no detalhe, mas de uma maneira essencial”. Estes autores acabam por questionar: *Como fazer então para introduzir tais conteúdos sem cair em simplificações que levem a erros?*

Uma resposta a esses pesquisadores é a possibilidade, ainda por meio da leitura, do uso de textos de divulgação de autores cientistas como, por exemplo, os livros “*Bohr: o arquiteto do átomo*” (Abdalla, 2006), “*Bohr e a Teoria Quântica em 90 minutos*” (Strathern, 1999), “*Bohr e interpretação quântica da natureza*” (Guerra, Braga e Reis, 2005), cujas capas foram reproduzidas nas figuras 29, 30 e 31.



Figura 29. Abdalla (2006)

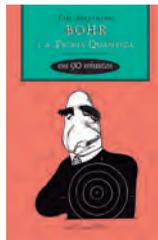


Figura 30. Strathern (1999)

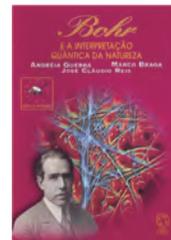


Figura 31. Guerra, Braga e Reis, (2005)

Nessas obras o leitor percorre as primeiras décadas do século XX em companhia de cientistas, artistas e filósofos, tendo conhecimento do panorama cultural da época. Elas destacam que, a partir do estudo do átomo, a ciência passou a investigar um mundo extremamente

pequeno, imperceptível aos sentidos e que a ideia de descontinuidade que marcou o período alterou os conceitos científicos e o modo de pensar em geral. Em particular, os conceitos fundamentais são discutidos com uma linguagem fácil e acessível a um público leigo, com

o uso de imagens, analogias, entre outros recursos linguísticos. Para elucidar esse aspecto, é reproduzido, a seguir, um trecho da obra *Bohr: o arquiteto do átomo*.

Qual foi “o pulo do gato” de Bohr? Ele supôs que o elétron só podia se mover no átomo em certas órbitas fixas, como as camadas de uma cebola. Assim, o elétron não pode estar entre duas órbitas, mas pode “pular” de uma para outra. É mais ou menos o que acontece quando subimos ou descemos uma escada: podemos pular de degrau em degrau, às vezes até mais de um degrau para cima ou para baixo, mas não podemos parar entre dois degraus. Inspirado pelas ideias de Planck e Einstein, Bohr supôs que as órbitas dos átomos não são contínuas, mas discretas, como os degraus de uma escada. Daí que seria impossível para o elétron espiralar continuamente até o núcleo.

Consideramos importante a tentativa de minimizar os erros conceituais que podem estar presentes em um texto que aborda conceitos científicos, seja ele didático ou de divulgação científica. Por outro lado, um texto escrito por autores cientistas pode estar adequado sob o ponto de vista conceitual, mas pode estar deficiente do ponto de vista didático. Portanto, pensamos que, mais do que um material adequado, o importante é melhorar a formação dos professores para trabalhar em sala de aula com diferentes materiais e abordagens, sejam elas quais forem.

Para Salém e Kawamura (1996) algumas intenções ou objetivos gerais dos livros de divulgação científica seriam: atrair o leitor para o mundo da ciência (dar nova visão da física),

divulgar a ciência a um público amplo e fornecer ao leitor algo mais ligado ao prazer, que ao dever.

Para facilitar a compreensão dos assuntos presentes nos textos, os professores podem escolher a estratégias de leitura a ser adotada, entre as diversas táticas encontram-se, por exemplo, as seguintes: a) leitura em voz alta do todo ou de partes consideradas mais significativas pelo professor; b) verbalização e discussão do que os estudantes estão pensando a respeito do que estão lendo; c) identificação dos elementos mais importantes contidos no texto como, por exemplo, os conceitos, os fenômenos, os personagens, as aplicações, os benefícios e malefícios, as dúvidas, imagens, gráficos, etc; d) levantamento de conhecimento prévio que o aluno-leitor possui a respeito do que irá ler; e) elaboração de um questionário sobre a leitura pelo professor ou solicitar aos estudantes que elaborem perguntas ao lado de cada parágrafo lido, promovendo, após a leitura, uma discussão coletiva sobre as questões elaboradas e; f) construção de uma síntese do texto à medida que lê.

Cabe ao professor escolher a estratégia que irá adotar, entre estas ou aquelas que têm conhecimento, a qual se sente mais confortável/seguro de utilizar. Em todas as obras mencionadas acima são utilizados vários recursos linguísticos, entre eles: imagens, humor, ironia, apoio na história, vínculo com o cotidiano, analogias e metáforas. O uso destes recursos de linguagem nos textos pode contribuir para despertar o interesse de um número maior de estudantes para os assuntos ligados a este tópico, além de tornar o ensino e a aprendizagem da física mais atraente e motivadora.

Por falar em analogias, alguns pesquisadores defendem o uso do recurso analógico para no ensino de conceitos científicos. As analogias surgem então como outra possibilidade para o ensino do Modelo Atômico de Bohr.

## O ensino do modelo atômico de Bohr por meio de analogias

Vários pesquisadores (Duit, 1991; Dagher, 1995) defendem o uso de analogias para o ensino de conteúdos conceituais, argumentando que elas favorecem o entendimento de conteúdos que na maioria dos casos são considerados difíceis pelos alunos.

Segundo Lawson (1993) existem pelo menos dois tipos de conceitos científicos. Os conceitos descritivos como, por exemplo, as noções de sólido, líquido e gás, para os quais encontramos exemplares perceptíveis no ambiente, e os conceitos teóricos como, por exemplo, átomo, gene, quark e gráviton, os quais não são encontráveis no ambiente cotidiano. Este

autor na introdução de um número temático do *Journal of Research in Science Teaching*, sobre o papel das analogias na ciência e no ensino de ciências, perguntava “Como um professor pode ajudar os alunos a adquirir entendimento de conceitos teóricos?”. Para essa pergunta ele ofereceu a seguinte resposta:

Pelo menos parte da resposta, eu penso, é pelo uso de analogias. Estudantes não podem experimentar a natureza de átomos diretamente. Mas eles podem e experimentam bolas de vários tamanhos.

Perante isso, encontramos, na literatura da área de ensino de ciências, algumas analogias que possibilitam, especificamente, o ensino do Modelo Atômico de Bohr. Entre os análogos utilizados encontram-se “uma cebola cortada ao meio”, “subir e descer os degraus de uma escada” e “livros alocados nas prateleiras de uma estante”. Na tabela 2 apresento as similaridades entre alvo e análogos nas analogias utilizadas para o ensino do modelo atômico de Bohr e na tabela 3 destaco os limites de validade ou diferenças entre alvo e análogos.

**Tabela 2.** Algumas similaridades entre alvo e análogo nas analogias para o ensino do Modelo Atômico de Bohr.

Alvo	Análogos		
Modelo Atômico de Bohr	Uma cebola cortada ao meio	Subir e descer os degraus de uma escada	Livros nas prateleiras de uma estante
Elétrons	---	Pessoas	Livros
Núcleo atômico	Gema	Base da escada	Solo/chão/piso
Orbitas estacionárias/ Níveis de energia	Folhas escamiformes em camadas	Degraus	Prateleiras
Um elétron mudar de órbita/ Salto quântico/ variar a energia	---	Subir ou descer os degraus de uma escada	Mudança de um livro de uma prateleira para outra
Força elétrica	---	Força gravitacional	Força gravitacional

O sinal “---” indica que não há correspondente que podem ser estabelecidas.

**Tabela 3.** Limites de validade entre alvos e análogos nas analogias para o ensino do Modelo Atômico de Bohr

Alvo	Análogos		
Modelo Atômico de Bohr	Uma cebola cortada ao meio	Subir e descer os degraus de uma escada	Livros nas prateleiras de uma estante
Modelo microscópico	Modelos macroscópicos		
Elétrons estão em movimento	---	Uma pessoa pode ocupar somente um degrau em um determinado instante de tempo e não pode ocupar o espaço entre os degraus	Livros permanecem em repouso. Um livro pode ocupar somente uma prateleira e não pode ocupar o espaço entre as prateleiras
Níveis energéticos distribuídos de forma não equidistante	Folhas escamiformes em camadas distribuídas de forma equidistante	Degraus colocados, em geral, de uma forma equidistante	Prateleiras colocadas, em geral, de uma forma equidistante
Os níveis de energia não possuem uma existência física real	As folhas escamiformes possuem uma existência física real	Os degraus e a escada possuem uma existência física real, por exemplo, são feitas de mármore	As prateleiras possuem uma existência física real, por exemplo, são feitas de madeira
Nem todos os níveis de energia têm a mesma capacidade para armazenar/ abrigar elétrons	---	Todos os degraus teriam, a princípio, a mesma capacidade para o fluxo de um conjunto de pessoas	Todas as prateleiras teriam, a princípio, a mesma capacidade para armazenar/ abrigar livros
Elétron “sobe” para camada superior provoca a instabilidade do átomo. O elétron, depois de um tempo, decai espontaneamente	---	Subir degraus não provoca instabilidade na escada	Colocar livro na prateleira superior não provoca instabilidade na estante

O sinal “---” indica que não há diferenças que podem ser estabelecidas.

Em estudo sobre a implementação, em sala de aula, de analogias para o modelo atômico de Bohr, Silva e Terrazzan (2008) concluíram que as semelhanças e as diferenças que dependem de um menor esforço cognitivo, em virtude de uma simples visualização de atributos, são identificadas mais facilmente pelos alunos, como, por exemplo, as do tipo estrutural e aquelas que envolvem proporções. Além disso, destacaram que a eficácia

de uma analogia depende da habilidade dos alunos para estabelecer relações analógicas.

Segundo Silva e Terrazzan (2008) nenhuma analogia é melhor nem pior, pois todas apresentam aspectos distintos, sendo necessário levar em consideração, principalmente, suas características, a familiaridade com o análogo, as habilidades procedimentais dos alunos e o encaminhamento do professor

na implementação. Para o uso adequado de analogias em aulas de física os autores propõem a versão modificada do modelo TWA, sugerida por Harrison e Treagust (1993). Esta versão é composta por seis passos, são eles: 1º) Apresentação da “situação alvo” a ser tratada, 2º) Apresentação da “situação análoga” auxiliar, 3º) Identificação das características relevantes do análogo, 4º) Estabelecimento das correspondências entre o análogo e o alvo, 5º) Identificação dos limites de validade da analogia utilizada e, 6º) Esboço de síntese conclusiva sobre a “situação alvo”.

Fazendo parte, ainda, de uma abordagem linguística, o professor poderá, ainda, utilizar tiras em quadrinho como aquelas apresentadas na próxima seção.

## ○ ensino do modelo atômico de Bohr por meio da leitura de tiras em quadrinho

Nos últimos anos surgiram algumas pesquisas que apresentaram a possibilidade do uso de tiras em quadrinho/tirinhas de humor/charges para o ensino de conceitos físicos. O ensino por meio desse recurso ocorre mediante a leitura que visa à aprendizagem, em geral, via efeito humorístico.

A tendência de uso de tiras ganhou destaque inclusive em muitos livros didáticos que passaram a incluir em suas páginas à análise de pressupostos e implícitos presentes na fala de personagens. Mendonça (2002) caracteriza as tiras como:

[...] um subtipo de HQ; mais curtas (até 4 quadrinhos) e, portanto, de caráter sintético, podem ser sequenciais (capítulos de narrativas maiores) ou fechadas (um episódio por dia). Quanto às temáticas, algumas tiras também satirizam aspectos econômicos e políticos do país, embora não sejam tão “datadas” como a charge. Dividimos as tiras fechadas em dois subtipos: a) tiras-piadas, em que o humor é obtido por meio das estratégias discursivas utilizadas nas piadas de um modo geral, como a possibilidade de dupla interpretação, sendo selecionada pelo autor a menos provável; b) tiras-episódio, nas quais o humor é baseado especificamente no desenvolvimento da temática numa determinada situação, de modo a realçar as características das personagens (...) Podemos, então, caracterizar provisoriamente a HQ como um gênero icônico ou icônico verbal narrativo cuja a progressão temporal se organiza quadro a quadro. Como elementos típicos, a HQ apresenta desenhos, os quadros e os balões e/ou legendas, onde é inserido o texto verbal.

Diferente dos textos narrativos que descrevem o espaço de forma descritiva, as tiras descrevem o contexto da ação e da realização da fala por meio de ilustrações. As imagens atuam como marcas que ajudam a significar o texto verbal (Silva, 2008). Na tabela 4 são reproduzidas duas tirinhas, as quais envolvem o modelo atômico de Bohr, encontradas em dois sites, sendo estes os únicos que abordam tiras para esse tópico, entre aqueles poucos sítios que difundem o uso de tiras para o ensino de física.

**Tabela 4.** Tirinhas utilizadas para o ensino do Modelo Atômico de Bohr

 <p>Figura 32<sup>29</sup></p>	<p>Conteúdo implícito: Quebras de paradigmas, os quais sofreram questionamentos no momento em que novas teorias foram estruturadas no início do século XX e que provocaram uma crise que se traduziu no surgimento de um novo paradigma teórico.</p>
<p>Conteúdo implícito: Salto quântico. Elétrons ao cederem energia saltam para níveis mais internos e a energia liberada sai em forma de quantum de luz ou fóton</p>	 <p>Figura 33<sup>30</sup></p>

- Pena (2003) lista algumas possibilidades do uso de tiras pelos professores, entre elas:
- f). usá-las como motivação antes dos livros didáticos (para iniciar a discussão de um tema, induzir o diálogo, atrair, despertar, instigar a curiosidade para o conteúdo da disciplina e levantar os conhecimentos prévios dos alunos);
  - g). usá-las como exemplo do que foi ensinado (para ratificar a informação dada);
  - h). apresentá-las nas aulas aos futuros professores da disciplina, para que sejam montados projetos com o material (para o futuro professor aprender a desenvolver, por meio dos “quadrinhos”, a crítica e a criatividade dos alunos, corrigindo as distorções conceituais);
  - i). pedir aos alunos que criem seus próprios “quadrinhos”;
  - j). utilizá-las após a discussão do conteúdo, distribuir os alunos em pequenos grupos e pedir que relatem o conceito exposto nas “tirinhas”, interagindo para discuti-lo e montando perguntas que eles mesmos vão responder, dando aula uns aos outros. Depois o professor os corrige e acrescenta o que é necessário;
  - k). ler a “historinha” (ou solicitar que os alunos leiam), comentá-la e discuti-la com a turma. Depois dividir os alunos em grupos e propor a realização de alguns experimentos e/ou ilustrações sobre o tema tratado nos “quadrinhos”;
  - l). criar exercícios e problemas a partir de histórias em quadrinhos;
  - m). dar aos alunos “quadrinhos” com distorções conceituais, e solicitar a eles (divididos em grupos) que encontrem e corrijam as distorções e;

29 Disponível em: <[www.cbpf.br/~caruso/tirinhas/index.htm](http://www.cbpf.br/~caruso/tirinhas/index.htm)> (acesso em 23/12/2013).

30 Disponível em: <[www.cbpf.br/~eduhq/html/tirinhas/tirinhas\\_assunto/fisica/fisica.php](http://www.cbpf.br/~eduhq/html/tirinhas/tirinhas_assunto/fisica/fisica.php)> (acesso em 23/12/2013).

n). utilizar “tirinhas” (sem balões de fala) que tratem de um determinado conceito científico, e pedir para que os alunos criem balões de fala que retratem as imagens e falem sobre o conceito científico explícito na “historinha”.

A avaliação do potencial desse recurso para a aprendizagem ainda é incipiente. No entanto, os resultados encontrados até o momento mostram que atrás da brincadeira e das risadas que são transmitidas pelas mensagens, contidas nas tiras, há uma informação e que esta permanece na estrutura cognitiva dos alunos. Entre as vantagens do uso de tiras encontram-se: a) motivam o aluno a estudar Física e aumentam o interesse deles pela Ciência; b) auxiliam o professor a incentivar os alunos para discutir Ciência em sala de aula.

Por outro lado, Greca et al. (2001) questionam, ainda, se é possível “aprofundar-se” um pouco mais nos aspectos conceituais, possivelmente fazendo uso de simulações computacionais para superar as deficiências matemáticas?

## ○ ensino do modelo atômico de Bohr por meio de simulações computacionais

Um projeto interessante é a construção de aplicativos/software educacionais que simulam experiências, fenômenos e efeitos que abordam conceitos físicos. Em se tratando de simulações computacionais, os professores poderão fazer uso de diferentes aplicativos disponíveis na internet. Esses aplicativos per-

mitem simular os diversos modelos atômicos propostos até o presente momento.

Em particular, para o estudo dos modelos atômicos, alguns dos aplicativos permitem especificamente: a) selecionar o modelo atômico em estudo, b) visualizar o nível de energia do elétron; c) selecionar o comprimento de onda da luz, d) verificar como a predição do modelo corresponde aos resultados experimentais, e) explicar a relação entre a imagem física das órbitas e o diagrama de nível de energia de um elétron. Na figura 26 apresenta-se um exemplo de aplicativo extraído do site PHET Interactive Simulations, da Universidade do Colorado (<http://phet.colorado.edu>).



**Figura 34.** Exemplo de simulação computacional utilizada para o ensino do modelo atômico de Bohr<sup>31</sup>

O uso de aplicativos justifica-se pelo fato deles dispensarem o uso de qualquer linguagem computacional, sendo de fácil utilização por alunos sem destreza no uso de computadores e domínio da língua inglesa. Dessa maneira, atividades computacionais podem ser “...uma ferramenta excelente para enriquecer e atualizar o ensino de Física, propiciando o desenvolvimento de competências e habilidades preconizadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para

31 Disponível em: <<http://phet.colorado.edu/en/simulation/hydrogen-atom>> (acesso em 23/12/2013).

*o Ensino Médio*” (Veit et al. 2002). Por outro lado, “...tampouco, o microcomputador será um bom recurso metodológico, se for usado com exclusividade, dispensando a interação pessoal, a troca, ou negociação, de significados que é fundamental para um bom Ensino de Física” (Moreira, 2000).

## Considerações finais

percebe-se que o ensino de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea no nível médio como, por exemplo, o modelo atômico de Bohr, é de fundamental importância. No entanto, parece ainda não haver consenso entre professores de física e pesquisadores da área de ensino de física sobre a abordagem e maneira mais adequada dessa inserção ocorrer. Nota-se, contudo, indícios que essa inserção é possível, podendo ser realizada com diferentes abordagens e com uso de diversos recursos, seja por meio do uso da História e Filosofia da Ciência, mediante a leitura de textos de divulgação científica ou originais de cientistas, analogias, tiras em quadrinhos e simulações computacionais ou, ainda, por meio de outros recursos que aqui não foram contemplados como, por exemplo, experimentos, filmes e documentários e resolução de problemas, mapas conceituais, entre outros.

Vale a pena destacar que, em tese de livre docência, intitulada “*Meio século de educação em ciências: uma leitura de recomendações ao professor de física*”, Almeida (2003) argumentava:

É, sem dúvida, uma prescrição dizer ao professor o quê, quando e como trabalhar com seus alunos. E isso está ficando cada vez mais frequente em algumas escolas que fornecem apostilas com o conteúdo a ser trabalhado num tempo determinado.” Há até casos em que a escola estabelece o tipo de roupa que o professor deve usar! E não se trata de um simples avental ou de roupas de uma dada cor, como ocorre em algumas outras profissões, mas da “qualidade” das camisetas. O que resta ao professor nesses casos? Ser animador de um auditório que não deve dormir enquanto só ele fala. Outros, considerados especialistas, estabelecem a matéria que ele deve passar aos alunos.

Perante isso, cabe ressaltar que nesse artigo o foco não se centrou nas recomendações e prescrições aos professores, sobre como eles devem ensinar o modelo atômico proposto por Niels Bohr aos seus alunos, no sentido de regras fechadas e pré-estabelecidas de ensino, sem levar em consideração as suas condições de trabalho, mas mostrar as diversas possibilidades que estão à disposição deles quando do ensino deste tópico em sala de aula.

Certamente, não existe uma condição única, necessária e suficiente, para que os alunos aprendam o átomo de Bohr, assim como tampouco há uma resposta pronta e fechada para a pergunta de como ensinar conteúdos de física moderna e contemporânea de maneira eficiente e eficaz. Cabe ressaltar a importância da elaboração de planejamentos escolares pelos professores, pois, independentemente

do recurso, é necessário a organização das atividades didáticas. Além disso, destacamos a importância do uso de estratégias e recursos diversificados no ensino de física, de modo geral, e no ensino de FMC, em especial.

## Referências

- Abdalla, M. C. (2006). *Bohr: o arquiteto do átomo*. São Paulo: Brasil, Odysseus.
- Almeida, M. J. P. M. (2003). *Meio século de educação em ciências: uma leitura de recomendações ao professor de física*. Tese (Livro Docência) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, Brasil.
- Almeida, M. J. P. M.; Ricon, A. E. (1993). Divulgação científica e texto literário: uma perspectiva cultural em aulas de física. *Caderno Catarinense Ensino de Física*, 10(1), 7-13.
- Bohr, N. (1989). *Sobre a constituição de átomos e moléculas*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Brasil. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica (1999). *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio*. Brasília.
- Carvalho, A. M. P. (1992). A influência da história da quantidade de movimento e sua conservação no ensino de mecânica na escola de segundo grau. *Perspicillum*, 6(1), 25035.
- Carvalho, A. M. P., Vannucchi, A. I. (2000). History, Philosophy and Science Teaching: Some Answers to “How?” *Science & Education*, 9, 427-448.
- Dagher, Z. R. (1995). Review of studies on the effectiveness of instructional analogies. *Science Education*, 79(3), 295-312.
- D’espagnat, B. (1990). *Penser la science ou les enjeux du savoir*. Paris: Gauthier-Villars.
- Dieguez, F.; Arantes, J. T. (1992). Niels Bohr: o Sherlock da física atômica. *Superinteressante*, 59.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 79(6), 649-672.
- Good, R. (1994). The Reading - Science Learning - Writing Connection. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 877-893.
- Greca, I. M. R.; Moreira, M. A.; Herscovitz, V. E. (2001). Uma proposta para o ensino de Mecânica Quântica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 23(4), 444-457.
- Guerra, A.; Braga, M.; Reis, J. C. (2005). *Bohr e a interpretação quântica da natureza*. São Paulo: Atual, 2005.
- Harrison, A. G., Treagust, D. F. (1993). Teaching with analogies: a case study in grade-10 optics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1291-1307.
- Harvard Project Physics* (1968). New York: Holt, Rinehart, and Winston. 6 v.
- Lawson, A. E. (1993). The importance of analogy: a prelude to the special issue. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1213-1214.
- Leuchs, G. (1990). O incrível salto do elétron. *Superinteressante*, 35.

- Lewis, J. L. (1976). *História da Ciência e seu lugar num curso de Física: o ensino da física escolar I* (Eduardo Saló, Trad.). São Paulo: Livraria Martins Fontes.
- Martins, R. A. (2006). Introdução: A história das ciências e seus usos na educação. In: C. C. Silva (Org.). *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino* (xxi-xxxiv). São Paulo: Livraria da Física.
- Martins, R. A. (1990). Sobre o papel da história da ciência no ensino. *Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, 9, 3-5.
- Matthews, M. R. (1995). História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense Ensino de Física*, 12(3), 164-214.
- Mendonça, M. R. de S. (2002). Um gênero quadro a quadro: a história em quadrinhos. In Dionísio, Â. P.; Machado, A. R.; Bezerra, M. A. (Orgs.). *Gêneros textuais & Ensino*. Rio de Janeiro: Lucerna.
- Meneses, L. C. (2000). Uma Física para o Novo Ensino Médio. *Física na Escola*, 1(1), 7.
- Moreira, M. A. (2000). Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 22(1), 94-99.
- Ostermann, F.; Ferreira, L. M.; Cavalcanti, C. J. De H. (1998). Tópicos de física contemporânea no ensino médio: um texto para professores sobre supercondutividade. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 20(3), 270-288, 209-214.
- Ostermann, F.; Moreira, M. A. (2000). Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”. *Investigações em Ensino de Ciências*, 5(1), 23-48.
- Ostermann, F.; Moreira, M. A. (1998). Tópicos de física contemporânea na escola média brasileira: um estudo com a técnica Delphi. In: Encontro De Pesquisa Em Ensino De Física, 6., Florianópolis. **Atas do VI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Sociedade Brasileira de Física. Digital.
- Peduzzi, L. O. Q.; Basso, A. C. (2005). Para o ensino do átomo de Bohr no nível médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 27(4), 545-557.
- Pena, F. L. A. (2006). Por que, nós professores de Física do Ensino Médio, devemos inserir tópicos e ideias de física moderna e contemporânea na sala de aula? *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 28(1), 1-2.
- Pena, F. L. A. (2003). Como trabalhar com “TIRINHAS” em aulas de física. *Física na escola*, 4(2), 20-21.
- Pinto, A. C.; Zanetic, J. É possível levar a Física Quântica para o ensino médio? *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 16(1), 7-34.
- Salém, S.; Kawamura, M. R. (1996). O texto de divulgação científica e o texto didático: conhecimentos diferentes? In: V Encontro de pesquisa em ensino de física, 5, Águas de Lindóia. *Anais do V Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Digital.

- Silva, J. R. C. (2008). O Gênero Tira de Humor e os recursos enunciativos que geram o efeito risível. In XII Congresso nacional de linguística e filosofia, 12, Rio de Janeiro. *Anais do XII Congresso Nacional de Linguística e Filosofia*. Rio de Janeiro.
- Silva, H. C., Almeida, M. J. P. M. (1993). Análise de verbalizações e do uso de textos em aulas de física, 2º grau: uma tentativa de compreensão do próprio trabalho pedagógico. In: X Simpósio nacional de ensino de física, 10. Londrina. *Anais do X Simpósio Nacional de Ensino de Física*. Sociedade Brasileira de Física. Digital.
- Silva, L. L.; Terrazzan, E. A. (2008). Correspondências Estabelecidas e Diferenças Identificadas em Atividades Didáticas baseadas em Analogias para o Ensino de Modelos Atômicos. *Experiências em Ensino de Ciências*, 3 (2), 212-237.
- Strathern, P. (1999). *Bohr e a Teoria Quântica*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar.
- Teixeira, E. S., Freire Junior, O. (2007). Um Estudo sobre a Influência da História e Filosofia da Ciência na Formação de Estudantes de Física. In: XVII Simpósio nacional de ensino de física, 17, São Luiz. *Anais do XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física*. Sociedade Brasileira de Física. Digital.
- Terrazzan, E. A. (2000). O potencial didático dos textos de divulgação científica: um exemplo em física. In: III Encontro linguagens, leituras e ensino de ciências, 3. Campinas. *Anais do III Encontro Linguagens, Leituras e Ensino de Ciências*. Associação de Leitura do Brasil. Digital.
- Terrazzan, E. A. (1992). A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 9(3).
- Veit, E. A., Mors, P. M., Teodoro, V. D. (2002). Ilustrando a Segunda Lei de Newton no Século XXI. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 24(2), 176-184.
- Zanetic, J. (1998). Mesa-redonda: influência da história da ciência no ensino de física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 5, 76-92.
- Zanotello, M.; Almeida, M. J. P. M. (2007). Produção de sentidos e possibilidades de mediação na física do ensino médio: leitura de um livro sobre Isaac Newton. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 29(3), 437-446.

# DIMENSIÓN AMBIENTAL: UNA INCLUSIÓN NECESARIA PARA LA FORMACIÓN DE PROFESORES DE QUÍMICA

## Environmental dimension: an necessary inclusion for education of chemistry teachers

Recibido: 5 de agosto de 2013 • Aprobado: 14 de abril de 2014

Diana Parga\*  
William Mora\*\*  
Yiny Cárdenas\*\*\*

### Resumen

La presente investigación, de tipo cualitativo, se enfocó en un estudio de caso del programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Bajo esta perspectiva se plantearon 3 fases metodológicas (diagnóstico, caracterización y planteamiento de lineamientos curriculares) para poder determinar la inclusión de la dimensión ambiental en el programa. Lo anterior obedece a que las postulaciones de la Política de Educación Ambiental, planteada por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) y el Ministerio de Medio Ambiente (MMA) en el 2002, evidencian la necesaria inclusión de la dimensión ambiental en todos los niveles educativos, donde el profesor en formación de química juega un papel muy importante en la formación ciudadana. El presente trabajo dará a conocer los resultados obtenidos en la fase de caracterización, a partir del análisis documental.

Palabras clave: *dimensión ambiental, conocimiento didáctico del contenido curricular, formación de profesores.*

---

\* Magíster en Docencia de la Química. Profesora de planta de la Universidad Pedagógica Nacional. Correo electrónico: dparga@pedagogica.edu.co

\*\* Doctor en Educación Ambiental. Profesor de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: wmora@udistrital.edu.co

\*\*\* Magíster en Docencia de la Química. Correo electrónico: yipacaro22@gmail.com

## Abstract

This qualitative research is focused on a case study, in which the object of study is the degree program in Chemistry at the National Pedagogical University where we developed three methodological phases (Diagnosis, characterization and approach to curriculum guidelines) in order to determine the inclusion of the environmental dimension in the program; since according to the applications of the Environmental Education Policy proposed by the Ministry of National Education (MEN) and the Ministry of Environment (MMA) in 2002, the inclusion of the environmental dimension is needed at all levels of education, where the education of the chemistry teacher plays an important role in civic education. For this, in this paper we will present the results obtained in the characterization phase from documentary analysis.

Keywords: *environmental dimension, educational curriculum content knowledge, teachers education.*

## Introducción

En el marco del grupo de investigación, “Alternativas para la enseñanza de las ciencias naturales (Alternaciencias)” de la Universidad Pedagógica Nacional, se desarrolla una investigación de tipo cualitativo que busca determinar la inclusión de la dimensión ambiental, con el fin de responder a lo planteado por la ONU en las diferentes cumbres (por ejemplo: Talloire [1990], Kyoto [1993], Swansea [1993], Halifax [1991] y Lüneburgo [2000]), en las cuales se abordó el desarrollo de currículos interdisciplinarios y la cooperación interuniversitaria.

En virtud de lo anterior, González (1989) estableció que la introducción de la dimensión ambiental en el nivel de educación superior obliga a replantear el papel de la universidad en la sociedad, y en el marco del orden mundial contemporáneo. Para determinar dicha inclusión se planteó la primera fase,

correspondiente a la caracterización de la inclusión de la dimensión ambiental, a partir de un análisis documental en el que se analizaron el *Plan de Desarrollo Institucional 2009-2013*, el *Informe final de autoevaluación para la renovación de la acreditación de alta calidad de la Licenciatura en Química*, junto con el pensum de la Licenciatura en Química (teniendo en cuenta los objetivos, la justificación y metodología de los espacios académicos descritos en los programas curriculares).

Con el fin de poder realizar el respectivo análisis documental, en la fase de diagnóstico se planteó una matriz de caracterización basada en los polos dialécticos postulados por Caride y Meira (2001), y el Conocimiento Didáctico del Contenido Curricular (CDCC) planteado por Mora y Parga (2008). Esto último, debido a que para educar en lo ambiental se requiere el diálogo permanente entre todas las especialidades, con sus respectivas perspectivas y

puntos de vista (MEN & MMA, 2002); en otras palabras, se requiere un diálogo de saberes (Leff, 1986). Teniendo en cuenta que la química generalmente es considerada por algunos como la ciencia de los conflictos ambientales, ligada a la industrialización; y, para otros, la fuente de las respuestas a la crisis ambiental (Puerto, Parga y Mora, 2011), se propuso analizar el programa de licenciados en química.

## Metodología

En este punto se tiene en cuenta lo planteado en las cumbres de Talloires (1990), Kyoto

(1993), Swansea (1993), Halifax (1991) y Lüneburgo (2000), en las cuales se postuló la necesidad de desarrollar currículos interdisciplinarios y la cooperación interuniversitaria para la inclusión de la dimensión ambiental. De una manera diferente a la creación de un curso o seminario de carácter netamente ecológico, que deja de lado el resto de las dimensiones que componen la Dimensión Ambiental. En consecuencia, se planteó la matriz de categorización que relaciona la Inclusión Dimensión Ambiental (IDA) y el Conocimiento Didáctico Contenido Curricular (CDCC), tal y como se muestra a continuación:

**Tabla 1.** Ejemplos de algunas de las categorías empleadas para el análisis de la dimensión ambiental articulada al CDCC

<b>Dimensión / Descripción</b>
<p><b>Dimensión ecológica-tecnocientífica</b></p> <p>Esta dimensión la forman los polos del positivismo disciplinar y el complejo sociocrítico. En el primero, como su nombre lo indica, se buscan regularidades y certezas (ciencia positivista disciplinar). Sus indicadores son:</p> <p>(Dis). Teniendo en cuenta los aspectos interdisciplinarios y transdisciplinarios del campo ecológico, es decir, de la relación entre elementos bióticos y abióticos, unidas a una visión de la realidad química sustentada en teorías, consideradas como verdaderas.</p> <p>(HyE). Teniendo en cuenta los desarrollos de la historiografía de la química, vista desde el enfoque de los mismos científicos y desvinculada de las demás disciplinas; siendo fundamental para la historia los aspectos internalistas (lógica), entre los que se halla la ecológica.</p> <p>(Con). Aquí lo ecológico es anecdótico y no hace parte de los currículos como una materia más. Puede ser un capítulo de alguna materia y estar desvinculado de las realidades sistémicas y de las interacciones bióticas y abióticas del entorno del medio educativo.</p> <p>(PsP). Se caracteriza por una visión analítica de las disciplinas que conforman lo ecológico, articuladas con visiones conductistas del aprendizaje y de las formas pedagógicas transmisionistas, en las que lo fundamental de los contenidos proviene de la química del siglo 19. Por lo tanto, la enseñanza no tiene en cuenta aspectos relacionados con las controversias generadas por la ciencia, sus riesgos, incertidumbres y conflictos, entre otros.</p> <p>En el segundo polo se intenta explicar la complejidad desde la ciencia social crítica. Para cuyos efectos se emplea un enfoque interdisciplinar y transdisciplinar, además del diálogo de saberes y el pensamiento crítico. Con esto se busca enseñar mediante temas polémicos, como por ejemplo las cuestiones socio científicas (CSC).</p>

<b>Dimensión ética</b>
<p>La dimensión ética se compone de los polos antropocéntrico y ecocentrismo-biocentrismo. El primero se fundamenta en una ética ecológica centrada en el interés por la permanencia de la vida humana sobre la Tierra. El segundo polo (ecocéntrica-biocéntrica) se fundamenta en una ética ecológica que busca un posicionamiento complejo; plantea como fundamental la vida de todo lo existente y la diversidad, más allá del interés por la permanencia de la vida humana sobre la Tierra y la conservación y perpetuidad de la vida en sus formas diversas. Los indicadores de esta dimensión son:</p> <p>(Dis). Trabaja la relación entre conservación y biodiversidad, y las interdependencias entre lo vivo y lo no vivo. La vida implica un abordaje transdisciplinar.</p> <p>(HyE). El ser humano hace parte de la naturaleza, está en equilibrio y en armonía con ella, y por lo tanto hace uso de lo que requiere como se plantea en las visiones ancestrales. Sin embargo, puede ocurrir, que desde visiones como la de la ecología profunda y desde la sustentabilidad ambiental, el uso de los recursos naturales y de los ecosistemas solo puede ser aprovechado dando posibilidades a que el ambiente se recupere y todo esto visto desde la economía ecológica que respeta la entropía de los sistemas.</p> <p>(Con). Se critican las nociones tecnocientificistas para la solución de problemas, debido al impacto ambiental que genera privilegiar los valores de la inmediatez, del individualismo y utilitarismo. Se proponen nuevos valores, a partir de la sustentabilidad ambiental, vistos por los países del sur como solidaridad (cooperación), tolerancia (diálogo de saberes), autonomía (espíritu crítico), y responsabilidad (trabajo útil para la sociedad).</p> <p>(PsP). Lo fundamental es formar en los aspectos que hacen posible la vida (su propagación y calidad). En este orden de ideas, se forma para que se respete la vida en relación con la naturaleza; se usa la ética ecológica de responsabilidad y el principio de precaución y protección (principio del cuidado) para tratar los temas de deterioro de la naturaleza y sus riesgos; la ecoética fomenta la educación del consumidor.</p>
<b>Dimensión social</b>
<p>Esta dimensión está conformada por los polos Globalizado y Comunal. El primero abarca algunos de los siguientes indicadores:</p> <p>(Dis). Las políticas neoliberales fortalecieron el consumismo y la productividad, por lo tanto lo social es dependiente de lo económico.</p> <p>(HyE). La ciencia y la tecnología se ponen al servicio de la economía del mercado. La dimensión social es dependiente de lo económico. Hay gran tendencia a valorar las propuestas de desarrollo sostenible, especialmente, aquellas en las que el concepto de desarrollo es la variable económica fundamental.</p> <p>(PsP). Se intenta que los procesos de aprendizaje y los principios formativos sean estandarizados, por lo tanto, los patrones pedagógicos y didácticos son globales y universales.</p> <p>Para el segundo polo, lo fundamental no es la visión de la economía de mercado global sino las necesidades económicas propias del desarrollo humano de las pequeñas comunidades.</p>
<b>Dimensión cultural</b>
<p>Esta dimensión está conformada por los polos de opulencia y de escasez. Para el primero, es sabido que una pequeña parte de la población del mundo consume los recursos naturales de la mayoría, y por lo tanto, hay un exceso en el consumo para tener una vida de lujo, donde se vive con las ideas: “cuanto más mejor. Preferir lo más rápido y barato, aunque no tenga la mejor calidad”. Para el caso del segundo, algunos de los indicadores son:</p> <p>(Dis). La tecnociencia cambia para relocalizar la economía, es decir, pasar de una economía global a una local, donde no se renuncie al progreso, pero en todo caso se busca que sea un progreso no sustentado. Uno de los principios básicos es la moderación, compartir, decrecer, hacer las cosas lentamente y con mayor calidad, ser solidarios, actuar con sobriedad, sencillez voluntaria y mesura.</p>

(Con). Se debe aprender a apreciar la realidad más próxima en su simplicidad, y a eludir los ocios artificiales y tecnológicos. Se dedica el tiempo libre a actividades sencillas de relación humana: colaborar en asociaciones, saber autolimitarse y desarrollar la espiritualidad.

(PsP). Se educa para una economía en la que se orienta a comprar menos y mejor, a proveerse de los mercados que exhiban productos locales, a consumir productos de temporada, a eliminar los preparados industriales, privilegiar la calidad sobre la cantidad y a brindar una educación para el consumidor con el fin de que este sepa lo que compra.

### **Dimensión económica**

La conforman los polos de mercado y la ecológica ambiental. Según la visión de mercado, la tecnociencia está supeditada a interpretaciones economicistas y desarrollistas. Algunos de sus indicadores son:

(HyE). Se analizan las relaciones que ha habido entre el tránsito y el papel que de la CyT ha tenido en la premodernidad, modernidad y posmodernidad, junto con sus relaciones con el progreso y el desarrollo económico en los momentos de cambio entre el desarrollismo y posdesarrollismo, enfatizando en los momentos de crisis de la modernidad occidental.

(Con). Hay una tendencia a la uniformidad del sistema económico mundial (globalización de la actividad productiva, homogenización del consumo, etc.), para lo cual los avances tecnocientíficos han permitido multiplicar la productividad del trabajo por más de 20 veces en el siglo XX. Por lo tanto, la conformación de la socioesfera es consecuencia directa de la transformación de la biosfera por medio de la tecnosfera, definida como el conjunto de relaciones del conocimiento científico y la tecnología, aplicadas para la satisfacción de necesidades humanas, a la manera de una caja de pandora que contiene riesgos y subproductos poco deseables asociados al progreso tecnocientífico.

En el segundo polo encontramos algunos de los siguientes indicadores:

(Con). Las perspectivas de la economía de los países del sur demandan una nueva forma de entender el papel de la CyT en los procesos de desarrollo. Este no sería solo en términos económicos, sino también en lo que se refiere al desarrollo humano, promoviendo una economía social y solidaria.

(PsP). Se requieren pedagogías y didácticas que cuestionen el papel de la ciencia ante la economía y la sociedad. Para lo cual es preciso emplear un enfoque CTSA, acompañado de líneas de investigación como las de cuestiones sociocientíficas o socialmente vivas, que trabajan el papel de la ciencia con respecto a problemas ambientales.

### **Dimensión política**

Está conformada por las visiones de la democracia participativa y la representativa. Algunos de los indicadores del primer polo son:

(Dis). Las CyT tienen una visión aséptica en la que se considera que se rigen patrones positivistas de verdad, reproductibilidad y objetividad. Se distancia de la participación en aspectos políticos, sociales, ideológicos y culturales.

(PsP). Los temas ambientales se confunden con los temas ecológicos. Por lo tanto, se desconocen las relaciones entre los ecosistemas y los sociosistemas, y ese desconocimiento hace que los aspectos políticos que están determinando los problemas ambientales o las soluciones pasen a un segundo plano.

Para la segunda hay una necesidad de fomentar acuerdos mundiales a favor de un desarrollo sostenible universal.

**Fuente:** Parga, Mora y Cárdenas (2013).

A partir de la matriz de categorización de IDA-CDCC planteada, se realiza el análisis documental del *Plan de desarrollo institucional 2009-2013*, del *Informe final de autoevaluación para la renovación de la acreditación de alta calidad de la Licenciatura en Química*, y del pensum de la Licenciatura en Química (en el cual se consideraron los objetivos, la justificación y metodología de los espacios académicos descritos en los programas curriculares; los cuales fueron codificados de acuerdo con las categorías y subcategorías propuestas en la matriz para el posterior análisis de la posible inclusión de la dimensión ambiental).

## Resultados y análisis de la fase diagnóstica

A partir del análisis de los documentos anteriormente citados se realizó la extracción de palabras o frases que posiblemente orienten a una IDA. De acuerdo con estas frases o palabras se realizó una codificación y categorización de los espacios académicos orientados en el programa de Licenciatura en Química, como se muestra a continuación (figura 1):

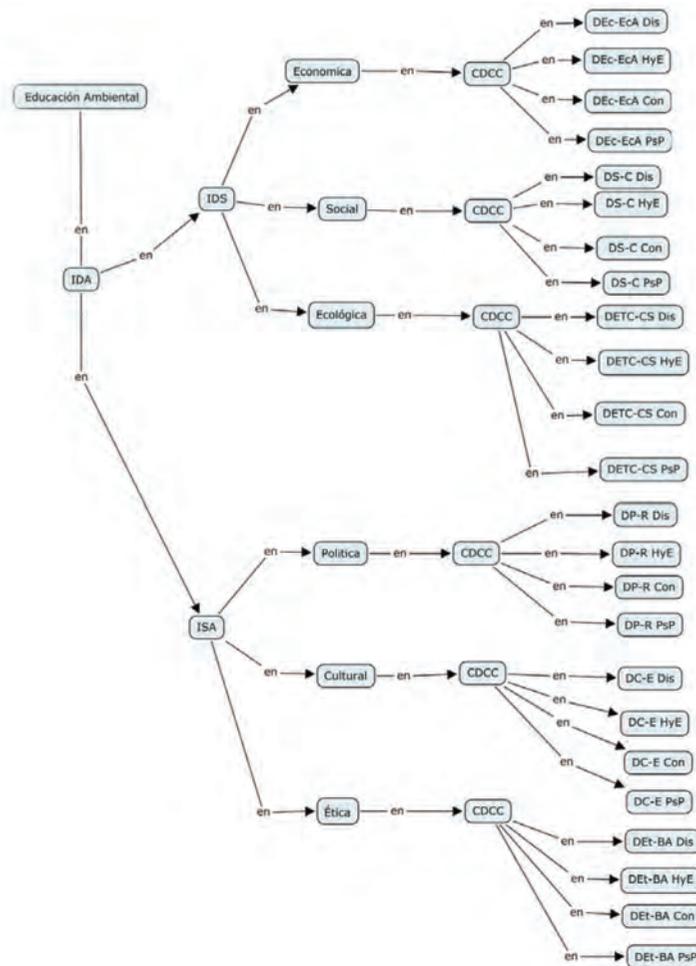


Figura1. Codificación espacio-académica de la educación ambiental

A partir del análisis y la codificación de los documentos analizados se estableció la siguiente tabla, que determina la presencia o ausencia de la dimensión ambiental en el programa de formación de Licenciados en Química:

**Tabla 2.** Documentos analizados en la fase de diagnóstico

Documento	Parte del documento con algún criterio de IDA
Plan de desarrollo institucional 2009 -2013	Misión y visión de la UPN
Documento marco para acreditación de la Licenciatura en Química	Misión y visión del Departamento
Teorías químicas I (I semestre)	No se encontró
Formación matemática I (I semestre)	No se encontró
Educación y sociedad (I semestre)	No se encontró
Formación comunicativa español (I semestre)	No se encontró
Formación comunicativa inglés I (I semestre)	No se encontró
Informática educativa I (I semestre)	No se encontró
Teorías químicas II (II semestre)	No se encontró
Formación matemática II (II semestre)	No se encontró
Teorías físicas I (II semestre)	No se encontró
Psicología cognitiva (II semestre)	No se encontró
Formación comunicativa inglés II (II semestre)	No se encontró
Informática educativa II (II semestre)	No se encontró
Teorías químicas III (III semestre)	No se encontró
Formación matemática III (III semestre)	No se encontró

Teorías físicas II (III semestre)	No se encontró
Teorías curriculares (III semestre)	No se encontró
Formación filosófica (III semestre)	No se encontró
Sistemas orgánicos I (IV semestre)	No se encontró
Sistemas inorgánicos I (IV semestre)	No se encontró
Teorías físicas III (IV semestre)	No se encontró
Historia y epistemología de la química (IV semestre)	No se encontró
Pedagogía y didáctica I (IV semestre)	No se encontró
Sistemas orgánicos II (V semestre)	Competencias espacio académico
Sistemas inorgánicos II (V semestre)	Justificación del espacio académico y núcleos temáticos
Legislación educativa (V semestre)	No se encontró
Pedagogía y didáctica II (V semestre)	No se encontró
Educación y participación ciudadana (V semestre)	No se encontró
Métodos de análisis químico I (VI semestre)	Justificación y núcleos temáticos
Sistemas fisicoquímicos I (VI semestre)	No se encontró
Formulación y gestión de proyectos educativos (VI semestre)	No se encontró
Pedagogía y didáctica III (VI semestre)	No se encontró
Sistemas biológicos I (VII semestre)	Preguntas problemáticas y núcleos temáticos
Métodos de análisis químico II (VII semestre)	No se encontró
Sistemas fisicoquímicos II (VII semestre)	No se encontró
Educación ambiental (VIII semestre)	Justificación, preguntas problemáticas y núcleos temáticos
Sistemas biológicos II (VIII semestre)	No se encontró

Sistemas bioquímicos (VIII semestre)	No se encontró
Geociencias (IX semestre)	Justificación y Competencias del espacio académico
Química computacional (X semestre)	No se encontró

**Fuente:** Cárdenas, Parga y Mora (2013.)

## Conclusiones de la fase diagnóstica

De acuerdo con el anterior análisis, se encontró que de los 40 *syllabus* correspondientes a los espacios obligatorios ofertados por el programa de Licenciatura en Química (16 del ciclo de fundamentación de primer a cuarto semestre, y 24 en ciclo de profundización), en solo 6 de este segundo ciclo hay una aproximación a la inclusión de la dimensión ambiental (lo que equivale al 29 %).

Con respecto al análisis de los documentos institucionales *Plan de desarrollo institucional 2009-2013* y *Documento marco de la licenciatura para la acreditación de alta calidad*, puede decirse que el planteamiento de la misión y visión, tanto de la Universidad Pedagógica Nacional como del Programa de Licenciatura en Química, determinan la importancia de trabajar estos componentes en la formación de docentes. Sin embargo, al momento de analizar los *syllabus* se encuentra una escasa presencia de esta IDA, lo cual es un indicador de la ausencia de elementos necesarios para el cumplimiento de esta misión y visión.

A partir de los resultados obtenidos en la fase de diagnóstico, hecha mediante análisis documental, se logró determinar una mínima inclusión de la dimensión ambiental en tan solo

seis de los cuarenta espacios académicos de la formación de Licenciados en Química. Para profundizar en esta información, se estableció la segunda fase de caracterización, en la cual se utilizó la encuesta como método de recolección de datos y la entrevista. Dicha encuesta fue aplicada a los 40 docentes que laboran en este programa, estos profesores son los encargados de orientar los espacios académicos de la Licenciatura en Química; la entrevista se hizo para identificar otros componentes de la inclusión de la dimensión ambiental que fueron diagnosticados en los *syllabus*.

La presente investigación aporta de manera significativa a la enseñanza de la química y a la educación ambiental, debido a que integra los componentes de la DA y del CDCC, en busca de la formación de currículos interdisciplinarios como lo postula la ONU.

## Referencias

- Cárdenas, Y.; Parga, D. y Mora, W. (2013). *Dimensión ambiental en el programa de formación inicial de profesores de química*. Tesis inédita. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, D.C.
- Caride, J. y Meira, P. (2001). *Educación ambiental y desarrollo humano*. Barcelona: Ariel Educación.
- González, G. (1989). La carta de Bogotá sobre universidad y medio ambiente. *Revista de la Educación Superior*, 71, 81-88. México. ANUIES. Recuperado el 9 de junio de 2013, de <http://publicaciones.anui.es.mx/revista/71/2/2/es/la-carta-de-bogota-sobre-universidad-y-medio-ambiente>

- Leff, E. (1986). *Perspectiva ambiental del desarrollo del conocimiento en los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo*. México: Siglo XXI.
- Ministerio de Educación Nacional & Ministerio de Medio Ambiente. (2002). *Política de Educación Ambiental*. Bogotá, Colombia.
- Mora, W. & Parga, D. (2008). El Conocimiento didáctico del contenido en química: integración de las tramas de contenido histórico-epistemológicas con las tramas de contexto-aprendizaje. *Revista Tecne, Episteme y Didaxis*, 24, 56-81.
- Parga, D.; Mora, W. y Cárdenas, Y. (2013). *VII Encuentro nacional de experiencias en enseñanza de la biología y la educación ambiental*. Bogotá, D.C., Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
- Puerto, L.; Parga, D. y Mora, W. (2010). *Ambientalización curricular de los programas de enseñanza química en la educación media: un estudio de caso*. Universidad Pedagógica Nacional. Tesis de Maestría.
- The Talloires Declaration. (1990). Recuperado de [www.ulsf.org/programs\\_talloires.html](http://www.ulsf.org/programs_talloires.html)
- The Kyoto Declaration. (1993). Recuperado de [www.unesco.org/iau/sd/sd\\_kyoto.html](http://www.unesco.org/iau/sd/sd_kyoto.html)
- The Tbilisi Declaration. (2007). Recuperado de [www.tbilisiplus.30.org](http://www.tbilisiplus.30.org)

# POLÍTICAS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES: O BRASIL NO CONTEXTO DA GLOBALIZAÇÃO

## Political of teacher education: Brazil in the globalization context

Recibido: 10 de agosto de 2013 • Aprobado: 14 de abril de 2014

Daisi Teresinha Chapani\*

### Resumo

O artigo traz algumas considerações a respeito das políticas atuais de formação de professores no Brasil. Uma vez que consideraremos o contexto da globalização, entendemos que será possível realizar algumas aproximações com a situação na Colômbia. Assim, iniciaremos discutindo o processo de globalização, depois trataremos das políticas atuais de formação, apresentando algumas ações que ocorrem no Brasil, e concluiremos com algumas considerações críticas sobre tais políticas.

Palavras-chave: *políticas públicas, políticas educativas, formação docente.*

### Abstract

This paper presents some considerations about the current policies of teacher education in Brazil. Considering the context of globalization, we understand that is possible make some comparisons with the situation in Colombia. Thus, we will begin discussing the process of globalization, then treating the current education policies with some actions that occur in Brazil, and we conclude with some critical considerations about such policies.

Keywords: *public policy, educational policies, teachers' education.*

---

\* Doctora en Educación en Ciencias. Profesora de la Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Correo electrónico: dt.chapini@gmail.com

## As políticas Públicas no contexto da Globalização

Na atualidade, o termo *globalização* tem adquirido diversos significados, neste artigo usaremos para expressar o conjunto de alterações que estão a ocorrer nos campos da economia, política e cultura, sustentado nos pressupostos político-econômicos do ideário neoliberal e no qual se difundem, em nível mundial, além dos esquemas produtivos, também determinadas formas de relações sociais e se constroem novas subjetividades. Esse processo ocorre no contexto de novas relações e arranjos entre as nações, caracterizado por mudanças na divisão global do trabalho, integração econômica e crescente concentração de poder em organizações supranacionais (Teodoro, 2003; Torres, 2002).

No campo educativo, a repercussão desse ideário não se dá apenas pelo desenvolvimento de programas de ajustes e corte de despesas, mas também pela inserção ostensiva da mentalidade empresarial ou, mais sutilmente, da racionalidade técnica-instrumental não apenas na gestão, mas também no currículo escolar (Apple, 1997). Esse processo atinge a educação nos países capitalistas, inclusive, na América Latina (Torres, 2002), porém, seus críticos, têm denunciado o potencial excludente contido na conversão dos cidadãos em consumidores e na crença de que as relações estabelecidas em um cenário de mercado livre podem concretizar o ideal de bem viver para todos (Burbules; Torres, 2004, Teodoro, 2008; Torres, 2002).

É nesse contexto de alterações no mundo do trabalho e da cultura, com fortes repercussões

na formação e nos fazeres docentes, que discutiremos as atuais políticas de formação de professores no Brasil. O tema é premente, visto que:

discussões sobre políticas docentes também têm sido alvo de eventos, mobilizações e publicações, não só no Brasil como no exterior, mostrando que o problema da docência preocupa muitos países pela centralidade que assume nas políticas públicas e na elevação dos padrões educacionais do conjunto da população. (Gatti, Barreto & André, 2011, p. 251).

Embora seja difícil uma definição precisa, as políticas públicas podem ser consideradas como “a atividade ou o conjunto de atividades que, de uma forma ou outra, são imputadas ao Estado moderno capitalista ou dele emanam” (Shiroma; Moraes & Evangelista, 2002, p. 7). Já para Sposito e Carrano (2003), elas se relacionam a um conjunto de ações articuladas que: envolvem recursos específicos, uma dimensão temporal e alguma capacidade de impacto; não se reduzem à implantação de serviços, mas englobam projetos de natureza ético-política e compreendem níveis diversos de relações entre o Estado e a sociedade civil, estando, portanto, sujeitas a conflitos entre grupos que disputam orientações no espaço público e os recursos destinados à sua implantação. De maneira simplificada, entendemos políticas públicas como um conjunto de ações desenvolvido pelo Estado para a solução de dado problema (Chapani, 2010). Isso, no entanto, não significa considerar que as políticas percorrem um caminho linear desde sua formulação até o “público alvo”, ao contrário, elas sofrem diferentes influências e são recontextualizadas durante todo o

ciclo de formulação, implantação, avaliação e reestruturação.

Consideramos as políticas docentes, entre as quais destacamos as de formação, como parte das políticas educacionais. Muito embora as políticas docentes envolvam aspectos diversos como formação, salário, carreira e condições de trabalho, devido às limitações de espaço, trataremos aqui apenas certos aspectos relativos ao processo formativo, com foco especial para os professores que ministram disciplinas relacionadas às ciências da natureza.

No contexto da globalização, o Estado nacional têm sofrido alterações em seu papel (Torres, 2002), sendo as políticas de maneira geral, fortemente influenciada por acontecimentos externos, uma vez que os fundamentos do Estado passaram a ser “delimitados, reduzidos ou monitorados estreitamente por ‘autoridades’ políticas supranacionais” (Moraes, 2004, p. 322). Porém, embora haja grande influência de agências transnacionais na formulação das políticas nacionais, deve-se levar em consideração aspectos locais nos processos de produção e implementação de tais políticas.

## As políticas de formação docente

No Brasil, desde 1996, quando foi aprovada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB (Lei 9.394/96), para lecionar a partir da segunda etapa do ensino fundamental<sup>2</sup> é necessário que o professor tenha formação em

2 No caso das disciplinas relacionadas às ciências da natureza, temos do 6º ao 9º ano: ciências naturais e do 10º ao 12º ano: biologia, química e física.

curso de licenciatura<sup>3</sup>, de maneira que, a partir daí houve grande aumento de matrículas em cursos superiores de formação docente, seja em universidades ou em institutos superiores de educação, nas mais variadas instituições públicas e privadas, nas modalidades presencial, semipresencial e à distância.

A formação docente insere-se assim no movimento de reforma do ensino superior, que ocorre com forte interferência estatal, seja por meio de normativas (leis, decretos, resoluções e pareceres), indução por meio de financiamentos específicos (editais) ou de controle (avaliações diversas). Nesse contexto, destacamos: a tendência à privatização<sup>4</sup>, a diversificação do locus formativo; o incremento da participação da modalidade de educação a distância; o aumento do controle sobre as instituições formadoras por meio de sistemas de avaliação; a tendência de encurtamento da formação superior e sua vinculação direta com o mercado de trabalho (Chapani, 2010). Alguns desses aspectos encontram semelhança com a atual situação colombiana (Calvo, Lara & García, 2004) bem como de outros países da América Latina (Díaz-Barriga & Espinosa, 2001).

Embora a determinação de formação superior para professores valha apenas para os que lecionam a partir do 6º ano, há um esforço para formação em cursos superiores de pedagogia também os professores de educação infantil e dos primeiros anos de escolaridade.

3 No Brasil, cursos superiores de formação de professores são chamados de licenciatura.

4 Seja pelo crescimento do setor privado seja pelo repasse de recursos públicos a instituições privadas por meio de concessão de bolsas a estudantes.

Tal determinação é, sem dúvida, um avanço, porém há sérias preocupações com certos dispositivos legais que podem levar ao aligeiramento da formação docente. Um deles é o “aproveitamento da formação e experiências anteriores em instituições de ensino e outras atividades” (art. 61, item II), que abre possibilidade para que as horas de trabalho, possam e contabilizadas na carga horária de cursos de formação em exercício, reduzindo a carga horária total de estudos.

Outro ponto polêmico apresenta-se nos artigos 62 e 63 para que a formação docente possa ocorrer não apenas em universidades, mas também em Institutos Superiores de Educação. Há preocupações de que isso possa indicar um rebaixamento das exigências para a formação de professores, especialmente pela ausência da pesquisa nesse processo.

A despeito da norma legal, dez anos após a promulgação da LDB, apenas pouco mais de 68% dos professores possuíam formação em nível superior (BRASIL, 2009). Mesmo hoje, existe um grande número de professores em atuação que necessitam complementar sua formação, para isso, foram criados programas especiais de formação em exercício.

O Decreto 6.755/2009, que instituiu a política nacional de formação de profissionais do magistério da educação básica, também detalhou a participação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) no fomento a programas de formação inicial e continuada. Desde de então, a Capes vem financiando, por meio de editais específicos, diversos programas envolvendo a formação docente, nas modalidades presencial e a dis-

tância, entre os quais destacaremos: Parfor, Pibid e a Universidade Aberta do Brasil.

O Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica (Parfor), implantado em colaboração com estados, municípios e universidades oferece cursos de licenciatura e de complementação pedagógica para professores que já atuam, mas não possuem licenciatura nas disciplinas que lecionam, com o objetivo de proporcionar a esses profissionais a formação exigida pela LDB. Desde sua implantação em 2009 até 2012 havia mais de 54.000 professores frequentando os cursos do Parfor (Brasil, 2014a), muito distante dos 700.000 professores que atuavam sem licenciatura em 2009 (Brasil, 2014b), embora muitos também estejam realizando cursos superiores em instituições privadas de ensino, fora do âmbito do Parfor.

O Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid) concede bolsas a alunos de licenciatura que participam de projetos desenvolvidos por Instituições de Educação Superior em parceria com escolas públicas. Os estudantes desenvolvem atividades didático-pedagógicas nas escolas sob orientação de um docente da licenciatura e de um professor da escola, que também são bolsistas. Desde de 2009 já foram concedidas mais de 80.000 bolsas a estudantes e professores (Brasil, 2014c)

A Universidade Aberta do Brasil (UAB) é um sistema formado por universidades públicas, que oferece cursos de graduação e de pós-graduação por meio de educação a distância. Embora os cursos diversos atendam ao público em geral, a formação docente é prioridade

no sistema. Além de cursos de licenciaturas diversas e do Parfor a distância, o sistema também oferece cursos de especialização e de mestrados profissionais para docentes da rede pública.

A educação à distância tem sido estimulada em processos de formação em serviço, pois, além de possibilitar que o professor possa realizar seus estudos sem afastar-se de suas classes, atende docentes de várias partes do país, inclusive de localidades que não possuem universidades ou outros centros de formação.

Quanto ao embasamento teórico que sustentam os processos formativos, temos um hibridismo das tradicionais concepções técnicas com propostas de inovação fundamentadas na epistemologia da prática. Vemos um aumento de ações que valorizam o conhecimento escolar e os saberes docentes, como exemplo citamos o aumento da parte prática do currículo das licenciaturas definido pela resolução do Conselho Nacional de Educação n. 2 de 2002, que determina um mínimo de 400 horas de estágio curricular supervisionado e mais 400 horas de prática como componente curricular. Os grandes projetos da Capes também têm valorizado a escola como campo formativo ao apresentar em seus editais a necessidade de interação entre universidade e escolas de educação básica.

Tal hibridismo pode ser percebido em algumas incongruências notadas em cursos de licenciatura. Gatti, Barreto e André (2011), por exemplo, ao estudarem as grades curriculares e ementas de cursos de licenciaturas em língua portuguesa, matemática e ciências

biológicas, notaram que: nas licenciaturas em ciências biológicas, a carga horária dedicada à formação específica na área é muito maior do que a dedicada à formação para a docência; a questão das práticas mostra-se problemática, pois, os documentos institucionais não apontam claramente que se tratam de práticas de ensino; a articulação entre formação específica e formação pedagógica continuam a ser conflituosa, sendo visível, em boa parte dos cursos estudados, uma concepção curricular baseada no bacharelado adicionado de uma complementação pedagógica

## Considerações finais

A despeito da influência externa no estabelecimento das políticas de formação docente, temos que considerar sua transposição para os diversos contextos brasileiros. Notamos por exemplo, que nas localidades mais distantes dos grandes centros, a formação em serviço não se insere numa perspectiva de educação permanente, mas prioritariamente objetiva a formação “inicial” dos professores já empregados e, em última análise, sua urgente habilitação. Da mesma maneira, o uso da educação a distância para formação de professores encaixa-se no mesmo quadro de dificuldades que já se apresentava para a formação presencial, sendo que os docentes não dispõem de condições para se dedicarem ao seu processo formativo, o que, muitas vezes, os levam ao abandono do curso ou à sua conclusão em condições francamente precárias, com consequente desqualificação frente a si mesmo e aos graduados em instituições tradicionais.

Com um conjunto de ações que tem buscado a universalização da educação básica no

Brasil, as ações relativas à formação docente tem visado, prioritariamente prover as escolas de professores que apresentem qualificação mínima para ministrar as disciplinas sob sua responsabilidade e capacitá-los para a implantação das políticas educacionais.

A ênfase na formação dos professores nas políticas educativas contemporânea parece indicar uma relação determinista entre formação e desempenho docente, daí para a aprendizagem do aluno e a qualidade de ensino e daí então para o desenvolvimento do país a superação dos problemas nacionais de toda ordem. Com isso se abstrai todas as demais determinantes históricas e sociais desse processo. No entanto, tomamos aqui uma posição mais cautelosa, parafraseando Paulo Freire, de que se a formação docente não pode sozinha mudar a educação, essa mudança também não pode prescindir de uma formação plena para os professores

## Referências

- Apple, M. W. (1997). *Conhecimento oficial: a educação democrática em uma era conservadora*. Petrópolis: Vozes.
- Brasil. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Sinopses Estatísticas da Educação Básica. Disponível em <http://portal.inep.gov.br/basica-censo-escolar-sinopse-sinopse>. Acessado em 12 fev.2014a.
- Brasil. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica. Disponível em <http://www.capes.gov.br/educacao-basica/parfor>. Acessado em 12 fev. 2014b.
- Brasil. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência. Disponível em <http://www.capes.gov.br/educacao-basica/capespi-bid>. Acessado em 12 fev. 2014c
- Burbules, N. C. Torres, C. A. (Orgs) (2004). *Globalização e educação: perspectivas críticas*. Porto Alegre: Artmed.
- Calvo, G.; Lara, D. B.; García, L. I. (2004). Un diagnóstico de la formación docente en Colombia. *Revista Colombiana de Educación*, 47.
- Chapani, D. T. (2010). *Políticas públicas e história de vida: uma análise das políticas de formação de professores de Ciências na Bahia a partir da teoria social de Habermas*. Tese. UNESP, Bauru.
- Diaz, A. D.; Espinosa, C. I. (2001). El docente em las reformas educativas: sujeto o ejecutor de proyectos ajelos. *Revista Iberoamericana de Educación*, 25, 17-41. Disponível em <<http://www.rieoei.org/rie25f.htm>>. Acessado em 03 jul. 2006.
- Gatti, B.; Barretto, E. S.; André, M.; Afonso, E.D. (2011). *Políticas docentes no Brasil: um estado da arte*. Brasília: Unesco.
- Moraes, R.C.C. (2004). Globalização e políticas públicas: vida, paixão e morte do Estado nacional? *Educação e Sociedade, Campinas*, 25 (87), 309-333. Disponível em <<http://www.cedes.unicamp.br>>. Acessado em 26 mai.2009.

- Shiroma, E. O.; Moraes, M. C. M.; Evangelista, O. (2002). *Política Educacional* (2ª ed.). Rio de Janeiro: DP&A.
- Sposito, M. P.; Carrano, P. C. R. (2003). Juventude e políticas públicas no Brasil. *Revista Brasileira de Educação*, 24, 16-38.
- Teodoro, A. N. D. (2003). Globalização e educação: políticas nacionais e novos modos de governação. São Paulo: Cortez; Instituto Paulo Freire.
- Torres, C. A. (2002). The state, privatisation and educational policy: a critique of neo-liberalism in Latin America and some ethical and political implications. *Comparative Education*, 38 (4), 365-385.

# ASPECTOS CONVERGENTES DEL PENSAMIENTO CRÍTICO Y LAS CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS\*

## Convergence aspects of the critical thought and socio-scientific issues

Recibido: 22 de agosto de 2013 • Aprobado: 14 de abril de 2014

Nidia Yaneth Torres Merchán\*\*  
Jordi Solbes Matarredona\*\*\*

### Resumen

En este trabajo se presenta un análisis de la conceptualización del pensamiento crítico, a partir de referentes de la filosofía y de la didáctica de las ciencias, en un grupo de estudiantes del ámbito universitario. Se observa que las interpretaciones realizadas por los participantes, con respecto a este tipo de pensamiento, articulan aspectos importantes de las cuestiones socio científicas (CSC) relacionadas con el cuestionamiento de la información, la multidimensionalidad y la toma de decisiones.

Palabras clave: *pensamiento crítico, cuestiones socio-científicas, enseñanza de las ciencias.*

### Abstract

In this work, we present an analysis of the conceptualization of the critical thought, based on references from the Philosophy and Didactics of science, in a group of university students. We found that interpretations made by the participants in front of this kind of thought involve important aspects of socio-scientific questions (SCQ), related to the questioning of information, multidimensionality of science and decision making.

Keywords: *critical thought, socio-scientific questions, science education issues.*

---

\* Este trabajo presenta resultados parciales de la tesis doctoral sobre Pensamiento Crítico y Cuestiones Socio-científicas en la Universidad de Valencia España.

\*\* Profesora de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Tunja. Correo electrónico: nidia.torres@uptc.edu.co

\*\*\* Doctor en Ciencias Físicas. Profesor Titular de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Valencia. Correo electrónico: jordi.solbes@uv.es

## Introducción

En el siguiente artículo se presenta una síntesis de los aspectos convergentes que pueden encontrarse entre el pensamiento crítico y las cuestiones sociocientíficas (CSC). En efecto, las reflexiones descritas a continuación son producto del estudio del concepto de pensamiento crítico, desde la filosofía crítica y la didáctica de las ciencias; por ejemplo, desde la filosófica se manifiesta que la principal característica del pensamiento crítico es la duda, la sospecha y el escepticismo aplicado a todo y, en particular, a los discursos y las acciones que se reproducen y se legitiman como verdaderas. Este discurso contribuye a cuestionar la concepción científica de la ciencia que se muestra como neutral, lineal e incuestionable (Habermas, 1972; Marcuse, 1964).

La didáctica de las ciencias, a partir de diferentes estudios (Vieira y Nascimento, 2007; Jimenez-Aleixandre, 2010; Vilchez, 2009; Solbes y Vilches, 2004; Kolsto, 2006), toma elementos mediante los cuales podemos cuestionarnos la necesidad de implicarnos en discusiones públicas sobre asuntos importantes que se relacionan con la ciencia y la tecnología. Estos autores coinciden al afirmar que cuando se trabaja sobre una cuestión problemática es posible mostrar el papel social de la ciencia, tanto en sus aspectos internos como externos; lo cual permite el desarrollo del pensamiento crítico.

Otros estudios (Aikenhead, 2005; Ratcliffe y Grace, 2003; Cachapuz, Gil, Carvalho, Praia, y Vilches, 2005) señalan la importancia de considerar elementos controversiales que permitan desarrollar habilidades de argumen-

tación, tomar decisiones adecuadas y fomentar el trabajo cooperativo; además de utilizar una metodología para desarrollar pensamiento crítico e independencia intelectual. En este sentido, autores como Jiménez-Aleixandre (2010) adelantan investigaciones en el campo de las cuestiones socio-científicas (CSC), como estrategia pedagógica y didáctica para promover procesos argumentativos. En efecto, esta autora señala que el pensamiento crítico “es la capacidad de desarrollar una opinión independiente, adquiriendo la facultad de reflexionar sobre la sociedad y participar en ella” (p. 39); lo que trae consigo la necesidad del uso y la búsqueda de pruebas, que, junto con el cuestionamiento de la autoridad, son parte fundamental de la argumentación y del pensamiento crítico. Por otra parte, Vieira, Tenreiro-Vieira y Martins (2010) señalan que algunas capacidades –por ejemplo la de cuestionar la validez de los argumentos, rechazar conclusiones no basadas en razones válidas, detectar tendencias, errores de pensamiento y evaluar la credibilidad de la fuentes de información–, son contribuciones importantes para el pensamiento crítico.

Estas perspectivas permiten valorar varios elementos sobre el aporte de las CSC al desarrollo del pensamiento crítico, tales como el establecimiento de juicios fundamentados, el cuestionamiento de la información, la emisión de opiniones y la responsabilidad social. En este sentido, para el desarrollo del pensamiento crítico, el abordaje de las CSC constituye una estrategia para posibilitar juicios fundamentados que requieren abordar cuestiones de manera abierta, conocer diferentes posturas, analizarlas, confrontarlas y valorar sus implicaciones (Solbes y Torres, 2013).

En virtud de lo anterior, Sadler y Zeidler (2005) consideran que las CSC ayudan a los estudiantes a comprender situaciones sociales, los actos humanos y las cuestiones que por ellas son producidas. Lo mismo consideran Albe, (2008), Chin (2007), Tiberghien, Vince y Gaidioz (2009), quienes manifiestan que la elaboración de los conocimientos que se les enseñe a los estudiantes, conduce a la cultura científica y la educación para la ciudadanía, algo que va más allá de los objetivos disciplinarios.

## Desarrollo

El análisis presentado es producto del desarrollo y discusión de una guía introducto-

ria sobre pensamiento crítico y cuestiones socio-científicas. Esta guía presenta el concepto de pensamiento crítico desde perspectivas psicológicas, filosóficas y de didáctica de las ciencias. El desarrollo de la guía se realizó en el área de didáctica de las ciencias, en una universidad colombiana y con 56 estudiantes del programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental (LCNEA), en grupos de trabajo de 3 y 4 estudiantes.

En este contexto, se presentan en la tabla 1 algunos de los cuestionamientos realizados en la actividad:

**Tabla 1.** Respuestas identificadas en relación con contextualización sobre pensamiento crítico

1. Con base en la contextualización anterior, escribe con tus palabras ¿Qué consideras que es el pensamiento crítico y cuales son características?			
Es el establecimiento de juicios fundamentados desde el cuestionamiento de distintos puntos de vista.	Capacidad de desenvolverse de manera justa, responsable y flexible.	Forma de aprendizaje con contribuciones a la autonomía, la reflexión y la toma de decisiones.	Otros: - Forma de interpretar la realidad, y sometimiento de ideas propias a estándares intelectuales
G1, G3, G6, G10, G18	G8, G11	G2, G5, G9, G13, G15, G17	G4, G7, G14, G16

Observamos que la tabla anterior encierra aspectos como el establecimiento de juicios fundamentados, el cuestionamiento de la información, la emisión de opiniones y la responsabilidad social. Desde esta mirada, podemos señalar que las características aquí destacadas por los estudiantes, en torno a su conceptualización del pensamiento crítico, son semejantes a las que aparecen en distintos trabajos en el ámbito de las CS. A manera de ejemplo, se presenta la intervención que hace el G10.

La respuesta del grupo 10 se describe a continuación:

G10. “El pensamiento crítico es un cuestionamiento de diferentes puntos de vista y un enfoque propio ante situaciones del contexto, convirtiéndose en una necesidad social de cada persona”.

Cuando los estudiantes afirman que es una contribución al cuestionamiento de diferentes puntos de vista, esto coincide con investiga-

ciones Abd-El-Khalick (2003), que indican que las CSC, por considerar aspectos positivos y negativos, requieren la búsqueda constante de la información que prepara a los estudiantes para emitir opiniones fundamentadas. El mismo autor señala que los problemas socio-científicos son poco delimitados, multidisciplinarios y heurísticos; están además cargados de valores que involucran aspectos políticos, ideológicos, estéticos, ecológicos, morales, educacionales, culturales y religiosos; en cuyo caso posibilitan el cuestionamiento de distintos puntos de vista.

De esta forma, el abordaje de las CSC requiere un análisis de distintas posturas que necesariamente involucran diversos aspectos, tales como lo social, lo político, lo ético, etc.; por lo que no se focaliza únicamente en los conocimientos científicos, sino que es una estrategia que permite vincular situaciones con nociones científicas que tienen impacto con lo social.

Del mismo modo, el pensamiento crítico requiere un posicionamiento que surge del cuestionamiento de diversos puntos de vista, lo que permite apreciar la veracidad o la falsedad de la información y considerar una mirada multidimensional que permite comprender una situación desde diversas dimensiones. Esto constituye una oportunidad para valorar diversos saberes y conocimientos que favorecen formas de reconocimiento cultural.

Otra de las afirmaciones hechas por los estudiantes del grupo 13, se refieren a que el pensamiento crítico es una forma de aprendizaje que genera contribuciones a la autonomía. Así, en el ámbito de las CSC, los estudios de Zeidler, Walker, Ackett y Simmons (2002)

han demostrado la importancia del uso de las CSC en el aula, tanto para el aprendizaje de los conceptos científicos como para mejorar la capacidad argumentativa de los estudiantes; al validar información importante para el aprendizaje de conceptos científicos y promover espacios de participación activa que pueden tener contribuciones importantes al desarrollo de la autonomía de los estudiantes, como se aprecia en la siguiente afirmación enunciada por el grupo G13.

G13. Es la capacidad que tiene una persona para indagar, tomar una postura y reflexionar sobre un determinado tema. Con esto se alcanza la autonomía y el desarrollo de las habilidades necesarias para tomar decisiones en un contexto determinado. Se pueden entonces solucionar problemas para llegar a ser personas activas en el ámbito social, político y científico.

Otras investigaciones (Lederman, 2006; Acevedo, 2007) señalan la necesidad que tienen las instituciones educativas de promover cambios de actitud y comportamiento en los estudiantes, de forma que les permitan asumir posiciones sólidas respecto a problemáticas ambientales y sociales, y hacer frente a los problemas socioambientales que afectan a la humanidad.

En este mismo sentido, el estudio de Martínez (2010) muestra que los profesores de ciencias, al trabajar con CSC en sus clases, reflexionan sobre su autonomía profesional y cuestionan la ideología tecnicista del currículo tradicional. Igualmente, Rudduck (1986) indica que los alumnos deben ser ayudados a enfrentar una controversia, a formular opiniones y a tomar decisiones, e impedir que

cualquier autoridad pueda decidir y resolver en su lugar. Por su parte, Ratcliffe y Grace (2003) señalan que las CSC involucran la formación de opiniones y la realización de decisiones a nivel personal y social.

Otra de las afirmaciones, efectuadas por el G16, señala que el pensamiento crítico es una contribución para apreciar la realidad sin prejuicios:

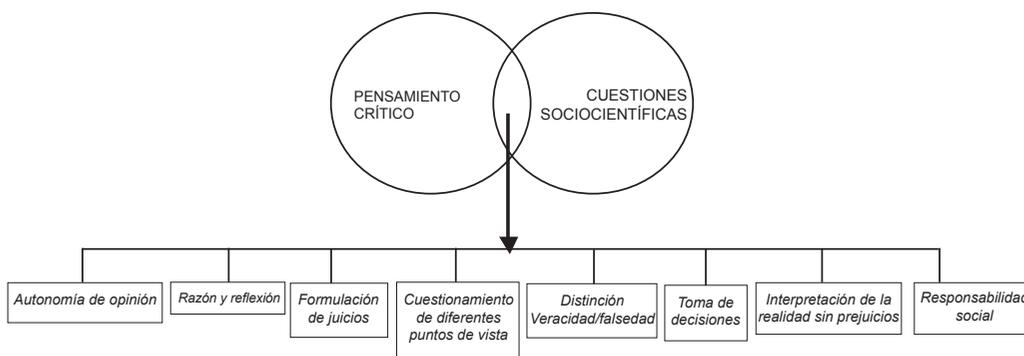
G16. El pensamiento crítico es una forma de interpretar la realidad, alejada de los prejuicios o creencias. Nos permite explorar nuestro entorno de manera diferente, conocer más allá de lo que comúnmente vemos.

En la interpretación anterior se evidencia que la formulación de estos juicios limita la realidad de la situación, debido a que no se consideran evidencias ni elementos que apoyen una mirada integral acerca de una situación. En este sentido, 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. El pensamiento crítico, al igual que las CSC, se basa en ir más allá de las impresiones y opiniones particulares, lo cual implica cambiar la mirada de aquel que acepta todo lo que se le dice, por la de quien busca el porqué de las cosas.

## Algunos aspectos convergentes entre el pensamiento crítico y las cuestiones sociocientíficas

En la siguiente figura se exponen los aspectos mencionados, a partir de la perspectiva del pensamiento crítico y su relación con las CSC, desde las afirmaciones de los grupos, como producto de la conceptualización de este pensamiento crítico por parte de los estudiantes.



**Figura 1.** Aspectos convergentes entre el pensamiento crítico y las CSC

**Fuente:** elaboración propia.

Como se presenta en la figura, tanto las CSC como el pensamiento crítico tienen elementos comunes: promueven la autonomía de opinión, el análisis y la reflexión de situaciones, la for-

mulación de juicios fundamentados, el cuestionamiento de la información, la distinción entre lo verdadero y lo falso, la toma de decisiones, la comprensión de la realidad desde la

integralidad y sin prejuicios, y la actuación de las personas con responsabilidad social.

De igual forma, los participantes señalan que la observación, indagación, interpretación, resolución de problemas, toma de decisiones y cuestionamiento forman parte de las características que los estudiantes destacan del pensamiento crítico. Estas características se constituyen en elementos importantes para valorar la veracidad de los argumentos. Indican que la investigación así como la distinción y valoración de alternativas son contribuciones importantes para fundamentar argumentos coherentes. De esta forma, el pensamiento crítico es una oportunidad para aprender sobre situaciones desde diferentes aspectos, entender sus condiciones, causas, personas involucradas, limitaciones y alcances. Estas mismas características también son contribuciones de las CSC como lo sugieren distintas investigaciones (Martínez, 2010; Torres y Martínez, 2012; Solbes y Torres, 2013; Zeidler *et al.*, 2002).

Otros, grupos como el grupo G12, indican que la coherencia es un componente importante en el pensamiento crítico.

G12: “Para llegar a construir este pensamiento debemos identificar y elaborar explicaciones convincentes dados a un lenguaje apropiado que tengan coherencia con una justificación relevante frente a la toma de decisiones y a la manera de actuar”.

El G3 señala que el pensamiento crítico permite dudar de la publicidad. Hacen énfasis en cómo somos manipulados y estamos sometidos a intereses económicos de los medios de

comunicación. Desde esta mirada, cobra importancia el cuestionamiento de información así como la formulación de argumentos respaldados por datos que promuevan espacios de crítica y refutación de información.

G3: El pensamiento crítico es el que permite dudar de lo que dicen los medios de comunicación, que hacen que se creen necesidades para que compren productos, en muchos de los casos no necesitados, pero que con la publicidad se crean estas necesidades o solo por el hecho de estar como los demás. Esto solo contribuye a tomar malas decisiones.

## Consideraciones finales

Este análisis reconoce que las CSC favorecen una mirada multidimensional que abarca aspectos de orden social, político, económico y científico; al igual que el pensamiento crítico, el cual permite poner en tela de juicio nuestras ideas, considerando que se realiza una inmersión de la cuestión para comprenderla en cada contexto.

Es de anotar que, dentro de los conceptos manejados en el instrumento de contextualización, el que más llamo la atención por parte de los estudiantes fue el de Ennis (1987), el cual establece que el pensamiento crítico involucra dos características: la razón y la reflexión. Este autor manifiesta que el pensamiento crítico es de orden superior, y, como tal, no es automático sino que requiere de elementos como la autodeterminación y reflexión, esfuerzo, autocontrol y metacognición, puesto que en su ejecución se evalúa no solo el resultado del pensamiento, sino

también el proceso mismo del pensamiento, elemento necesario también en las CSC.

Es claro que el pensamiento crítico se forja a medida que se posibilitan espacios de práctica en el aula que permitan su desarrollo, en aspectos como la construcción de juicios fundamentados sobre un tema más específico, el cuestionamiento permanente de las cosas, la participación activa en debates, las valoraciones éticas, la formulación de conclusiones adecuadamente sustentadas y por las características descritas de las CSC, que se constituyen en una herramienta didáctica de contribución importante al desarrollo del pensamiento crítico.

## Referencias

- Abd-el-Khalick, F. (2003). Socioscientific issues in pre-college science classrooms: the primacy of learners' epistemological orientations and views of nature of science. En Zeidler, D. (Org.). *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 41-61). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Acevedo, J. (2007). Las actitudes relacionadas con la ciencia y la tecnología en el estudio PISA 2006. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(3), 394-416.
- Albe, V. (2008). When Scientific Knowledge, Daily Life Experience, Epistemological and Social Considerations Intersect: Students' Argumentation in Group Discussions on a Socio-scientific Issue. *Research in Science Education*, 38, 67-90.
- Aikenhead, G. (2005). Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea o como quiera que se le llame. *Educación Química*, 16(2), 114-124.
- Cachapuz, A.; Gil, D.; Carvalho, A.; Praia, J. y Vilches, A. (Coord.). (2005). *A necessária renovação do Ensino de Ciências*. São Paulo: Cortez.
- Chin, C. (2007). Teacher questioning in science classrooms: Approaches that stimulate productive thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(6), 815-843.
- Ennis, R. (1985). A logical basis for measuring critical thinking skills. En *Educational Leadership*, 43(2), 44-46.
- Jiménez-Aleixandre, M. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
- Habermas, J. (1972). Teoría analítica de la ciencia y dialéctica. En Adorno, T.; Popper, K.; Dahrendorf, R.; Habermas, J.; Albert, H.; Pilot, H. *La disputa del positivismo en la sociología Alemana*. Barcelona: Grijalbo.
- 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.
- Lederman, N. (2006). Research on nature of science: reflections on the past, anticipations of the future. En *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 7(1). Recuperado de <http://www.ied.edu.hk/apfslt/>.

- 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.
- Ratcliffe, M. y Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues*. Philadelphia: Open University Press.
- Rudduck, J. (1986). A strategy for handling controversial issues in the secondary school. En Wellinton J. *Controversial issues in the curriculum* (pp. 6-18). Oxford: Basil Blackwell.
- Sadler, T. D. y Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. En *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138.
- Solbes, J y Torres, N. (2013): ¿Cuáles son las concepciones de los docentes de ciencias en formación y en ejercicio sobre el pensamiento crítico? *Revista Tecné, Episteme y Didaxis*, 33, 61-85.
- Solbes, J. y 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.
- Tiberghien, A., Vince, J., E Gaidioz, P. (2009). Design-based Research: case of a teaching sequence on mechanics. *International Journal of Science Education*, 31(17), 2275-2314.
- Torres, N. y Martinez, L. (2011). Desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de Fisioterapia, a partir del estudio de las implicaciones socio-científicas de los xenobioticos. *Tecne, Episteme y Didaxis*, 29, 65-84.
- Vieira, R. y Nascimento, S. (2007). A argumentação no discurso de um professor e seus estudantes sobre um tópico de mecânica newtoniana. En *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. En Clarke, J. H. y Biddle, A.W. (Eds.), *Teaching critical thinking: Reports from across the curriculum*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Zeidler, D.L.; Walker, K.A.; Ackett, W. A., y Simmons, M. L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86(3), 343-367.

# ALIMENTOS NATURALES VS ALIMENTOS ARTIFICIALES ¿UN PROBLEMA REAL DE NUTRICIÓN?: UNA PROPUESTA, DE ENSEÑANZA PARA GRADO SEXTO A PARTIR DE LAS CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS

Natural foods vs artificial foods ¿a real problem of nutrition?: A proposal for teaching in sixth degree from socio-scientific issues

Recibido: 16 de septiembre de 2013 • Aprobado: 15 de abril de 2014

Milena Ruiz\*

## Resumen

Este artículo expone el análisis de la argumentación presentada por los estudiantes del grado sexto de educación básica secundaria de un colegio público de la ciudad de Bogotá, D.C. (Colombia), así como el análisis de las habilidades del profesor para promover tal proceso de argumentación. Para esto se diseñó y aplicó una secuencia didáctica, a partir de una cuestión socio-científica referente a los alimentos naturales, artificiales y sus componentes. El principal objetivo fue promover el ejercicio de argumentación y generar interés, motivación y participación en la clase de ciencias, orientando la construcción de explicaciones mediante las actividades que se propusieron en la secuencia didáctica.

Palabras clave: *aditivos, alimentos naturales y artificiales, nutrición, argumentación, educación en ciencias.*

## Abstract

We present the analysis of argumentations offered by students of the sixth grade of elementary education in a public school of the Bogota city, Colombia, and the teacher's skill to promote it. For that, was designed and applied a teaching

---

\* Licenciada en Química. Profesora de la Institución Educativa Distrital Altamira. Correo electrónico: mdqu\_mruizm393@pedagogica.edu.co

sequence, from a socio-scientific question, related to natural and artificial foods and, their components. The main objective was to promote argumentation exercises, to produce interest, motivation, participation in science class and guide students to the construction of explanations from activities proposed in the teaching sequence.

*Keywords: additives, artificial and natural food, nutrition, argumentation, science education.*

## Introducción

La enseñanza de las ciencias naturales no solamente está determinada por conocimientos de carácter científico o la comprensión de los fenómenos naturales y artificiales; además de lo anterior debe tener en cuenta elementos que les permitan a los individuos intervenir en la toma de decisiones que afectan su vida o la de su comunidad, es decir, desenvolverse en la sociedad civil (Jenkins, 1999). Por razones como la falta de motivación hacia el aprendizaje o el desinterés por el estudio de las ciencias naturales, se hace necesario el abordaje de las cuestiones sociocientíficas en el aula de clase, a partir de controversias relacionadas con el contexto del estudiante. En virtud de lo anterior, haremos referencia a la alimentación, puesto que relaciona factores sociales y culturales que, de acuerdo con Sadler (2004), son importantes para entender moral y personal, que además influyen en la toma de decisiones.

En consecuencia, esta propuesta se lleva a cabo con el fin de fomentar en los estudiantes diferentes procesos de argumentación. Esta última, la argumentación, se entiende para el presente trabajo como la articula-

ción de intervenciones cuya finalidad es la de convencer a otros sobre un punto de vista en particular (Billing, 1987); esto significa que, ante la existencia de diferentes opiniones sobre un tema, argumentar es presentar una postura con la conciencia de que haya una opinión implícita o explícita diferente a la propia (Leith y Myerson, 1999). De igual forma, las intervenciones argumentativas ponen en juego los conocimientos previos y los relacionan en formas variadas y situaciones para articular razones que convencen a otros. Es así como Driver, Newton y Osborne (2000) afirman que se trata de un proceso colectivo, en cuyo caso es también educativo, contextualizado y envuelve a los estudiantes en una dinámica de discusión a partir de las implicaciones sociales y ambientales del consumo de alimentos artificiales que contienen colorantes, saborizantes o azúcar, en contraste con los naturales. Esto, con el fin de contribuir con la toma de decisiones en relación con productos que a diario circulan entre los niños y jóvenes para su alimentación.

En una argumentación, las intervenciones están enlazadas por medio de la confrontación; por lo tanto, lo que alguien dice se vincula en un debate con lo que el otro expresa. Para

Edwards (1990) el conocimiento socialmente construido en el aula se puede ver, en ciertos momentos, como un encuentro de argumentaciones explícitas o implícitas que tienen que ser negociadas para mantener la comunicación. Para Barnes (1971), se aprende no solo a escuchar, sino también a discutir activamente al expresar opiniones y defender puntos de vista en el debate.

Como estrategia activadora del discurso se implementarán actividades experimentales, juego de roles y mesas redondas, con los estudiantes de sexto grado en las clases de ciencias naturales, para la puesta en común y discusión de resultados obtenidos en cada una, lo cual le permitirá al estudiante complejizar sus ideas iniciales y además fundamentar posturas claras entorno a los aditivos en los alimentos. Las actividades experimentales juegan un papel fundamental, ya que son elementos cruciales para incentivar la participación activa de los estudiantes dentro de la clase y las discusiones; igualmente se utilizan como una herramienta actitudinal, puesto que con estas actividades los estudiantes podrían mejorar su disposición hacia la clase de ciencias.

## Enfoque metodológico

La propuesta de enseñanza en la clase de ciencias, a partir de la cuestión sociocientífica “alimentos naturales vs alimentos artificiales, ¿un problema real de nutrición? para estudiantes de grado sexto” es de carácter cualitativo y los datos fueron obtenidos de los registros de audio y escritos, presentados por los integrantes del curso durante el desarrollo de la secuencia. A continuación

se presenta una caracterización general y posteriormente otra que tiene relación con la negociación de significados científicos (desde el enfoque por niveles), presentada por los estudiantes en un test de entrada como marco de referencia para continuar analizando la argumentación a partir de las interacciones discursivas de los estudiantes en el aula de clase.

## Caracterización del grupo

El presente estudio se aplicó a 40 estudiantes del grado sexto de bachillerato, con edades entre 11 y 13 años aproximadamente; el grupo consta de 21 niños y 19 niñas del colegio Altamira Sur Oriental (institución educativa distrital, ubicado en la localidad cuarta de San Cristóbal). La secuencia fue aplicada durante el último trimestre académico, en las clases de ciencias naturales que tienen una intensidad horaria de cinco horas semanales. Durante dicha aplicación se realizaron sesiones de laboratorio que requirieron de una posterior socialización, también se recurrió al trabajo experimental en la casa; de igual forma, para cada sesión los estudiantes resolvieron distintas situaciones relacionadas con situaciones cotidianas para las cuales fue necesaria la retroalimentación permanente de cada una de las actividades propuestas en las clases. Por tratarse de niños del grado sexto, su atención es bastante dispersa; sin embargo, se logró capturar parte de esta cuando se trataba de sesiones en las que debían exponer sus resultados, opiniones y puntos de vista frente a los temas planteados. De esta forma, casi la totalidad de los estudiantes (85%) mostró interés en el desarrollo de las actividades propuestas.

## Caracterización de los niveles de negociación y argumentación

En esta etapa se caracterizó al grupo a partir de las intervenciones y de acuerdo con el instrumento “test de entrada”. Posteriormente se analizaron dichas interacciones a nivel de los conocimientos específicos del tema y de las dinámicas dialógicas de los estudiantes ante

circunstancias particulares. A partir de allí se establecieron tres niveles que se muestran en la tabla 1 (color azul), mediante los cuales se clasificaron las intervenciones de los estudiantes con base en los elementos lingüísticos que utilizaron durante el discurso. Cada uno de los elementos lingüísticos tuvo una intencionalidad y corresponden, de manera directa, al conocimiento que el estudiante posee dentro de su contexto social, cultural y educativo (tabla 1, color rojo).

**Tabla 1.** Niveles de negociación

BÁSICO	CONTEXTUAL	CRÍTICO
1. Parafrasear 2. Justificación requerida “ Respuesta”	1. Yuxtaponer 2. complementar 3. Justificación Voluntaria 4. Uso de analogías	1. Enunciar puntos de vista 2. Acordar puntos de vista 3. Refutar 4. Proponer Alternativas

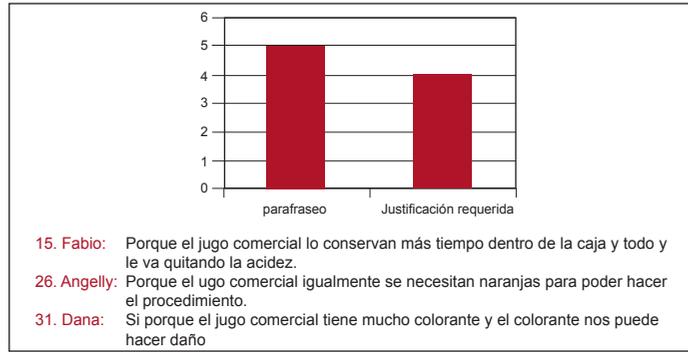
BÁSICO	CONTEXTUAL	CRÍTICO
Suministrar información para Enriquecer el discurso de los participantes, solicita respuestas puntuales a una pregunta	Facilita situaciones que les permitan a los participantes traer eventos o conocimientos que han sido aprendidos en una sesión o conocimientos que han sido previamente adquiridos.	Contextualiza problemáticas o situaciones de la vida cotidiana que generen al participante el interés de expresar y comunicar los puntos de vista

**Fuente:** elaboración propia.

Brunner considera que hay cierta clase de significados para las cuales los seres humanos estamos innatamente orientados o sintonizados y que buscamos de un modo activo, con anterioridad a la aparición del lenguaje. Estos significados existirían de un modo primitivo, como representaciones prolingüísticas del mundo, cuya plena realización dependerá del instrumento cultural, denominado lenguaje. En consecuencia, “se trata de una representación muy maleable, pero innata, que se pone en funcionamiento con las acciones y las expresiones de otros seres humanos y con determinados

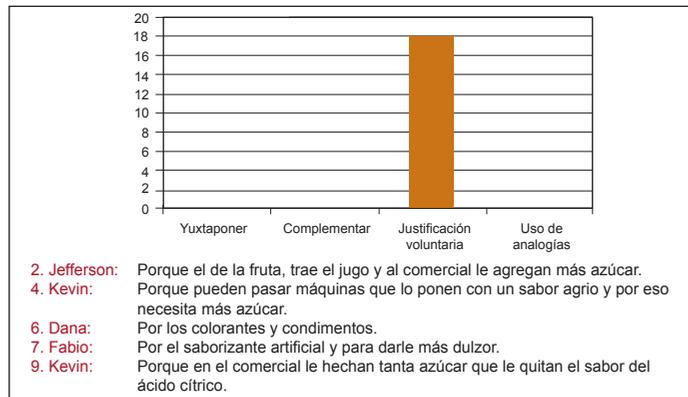
contextos sociales, muy básicos en los que interactuamos” (Brunner, 1991).

En virtud de lo anterior, la caracterización se realizó a través de un sistema de turnos que se registraron en las grabaciones de audio. De esta manera se organizaron las intervenciones de los estudiantes de acuerdo con los argumentos presentados después de cada una de las preguntas. Con esta información se realizó la tabulación que se presenta a continuación, la cual contiene cada uno de los niveles en los que se encuentran los estudiantes (figuras 1, 2, 3 y 4):



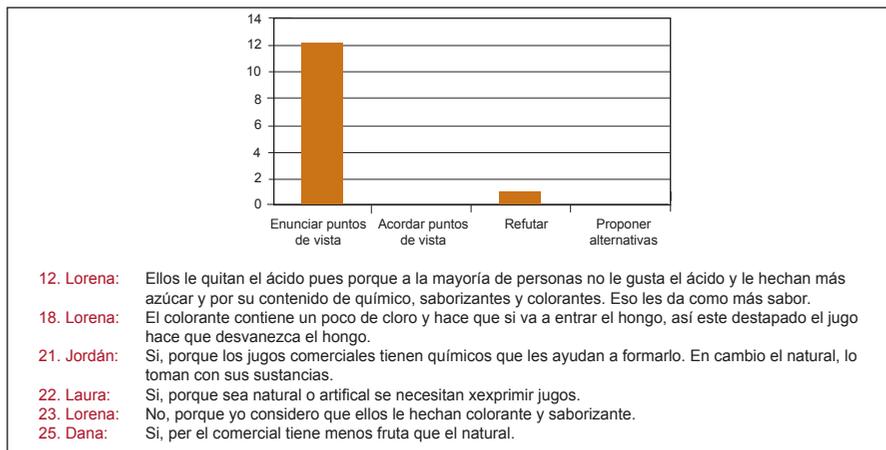
**Figura 1. Nivel básico**

Fuente: elaboración propia.



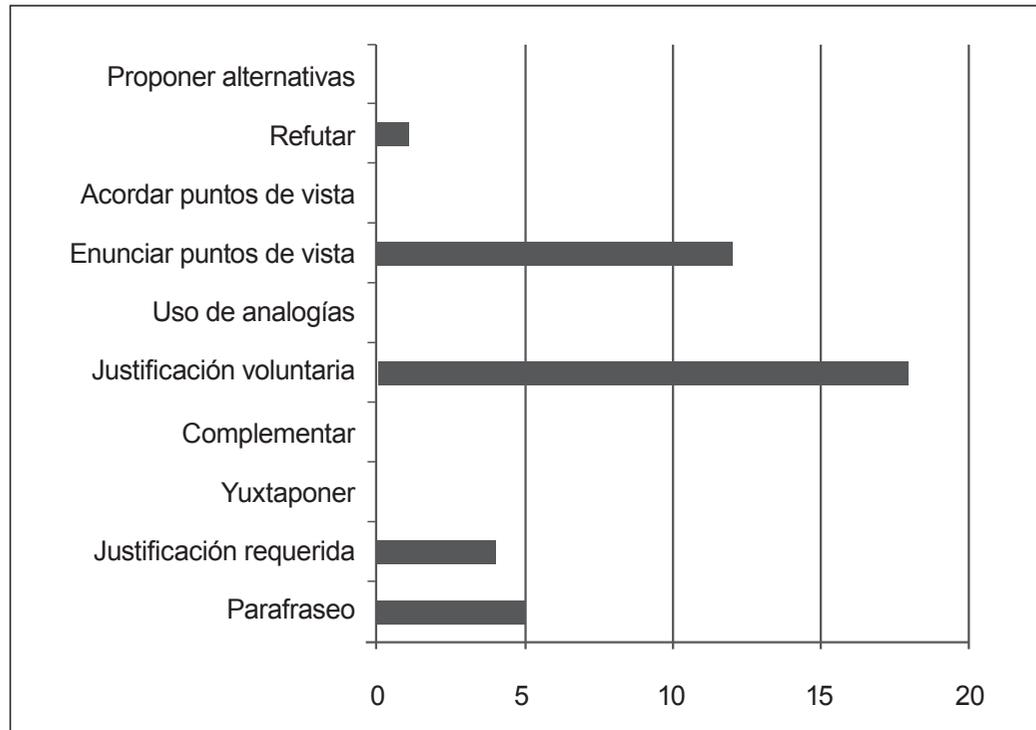
**Figura 2. Nivel contextual**

Fuente: elaboración propia.



**Figura 3. Nivel crítico**

Fuente: elaboración propia.



**Figura 4.** Elementos lingüísticos más utilizados

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con el análisis inicial de la información obtenida en las primeras sesiones se evidenció la necesidad de entender la negociación de significados científicos, a partir de los argumentos que cada estudiante debería tener para poder llegar a acuerdos con los otros o debatir sus puntos de vista. Este primer ejercicio nos permitió concluir que, en términos generales, el grupo tiene un conocimiento del tema por tratar en la secuencia de enseñanza y que algunos de los estudiantes, quizá por el contacto que han tenido con este, poseen un mayor conocimiento, lo cual les permitió realizar intervenciones mejor argumentadas que otros durante las sesiones.

Notamos también que no todo el grupo participa de manera voluntaria, lo que significa que tienen interés en conocer, profundizar y participar de la propuesta; de igual forma, el planteamiento del test de entrada facilitó el análisis de situaciones familiares para los estudiantes, en otras palabras, las preguntas formuladas fueron sencillas y del conocimiento de la mayoría de los estudiantes (anexo 1). Por otro lado, permitió abrir la polémica en torno de lo que a los niños les llama la atención, por ejemplo, el consumo de dulces y jugos artificiales. Esto último muestra la pertinencia de esta propuesta para el grado sexto, ya que se pueden establecer conexiones entre la nutrición, como

temática central del curso y de acuerdo con la malla curricular de la institución educativa y el consumo de ciertos alimentos.

## Las cuestiones sociocientíficas (CSC) y su contribución en la enseñanza

A pesar de que el enfoque CTSA ha alcanzado un agotamiento en la literatura propia de la enseñanza de las ciencias, consideramos que los trabajos sobre CSC abarcan aspectos que fueron construidos en su interior. Es decir que desde el enfoque CTSA surgen las CSC como una posibilidad de cambio en relación con el movimiento y sus posibilidades en el aula. En consecuencia, un buen número de artículos publicados sobre CSC profundizan sobre el significado de una educación científica y tecnológica orientada a la formación para la ciudadanía (Racliffe y Grace, 2003; Abdel-khalick, 2003; Simmons y Zeidler, 2003; Zeidler, *et al.*, 2003; Reis, 2004).

A partir de esta perspectiva, se presta especial atención al significado de la naturaleza de la ciencia y de la tecnología, las cuales deben estar articuladas con los procesos de alfabetización de estas. Estos aspectos han sido construidos en el transcurso histórico del enfoque CTSA, comprendido como un movimiento de renovación curricular, pero también como una línea de investigación de la enseñanza de las ciencias.

Con el desarrollo de los trabajos sobre CSC se abrió un camino concreto en la enseñan-

za de las ciencias para conquistar los retos propuestos por el enfoque CTSA (Pedretti, 2003). De esta forma, resulta importante para la formación ciudadana de los estudiantes comprender la ciencia como una actividad humana que presenta múltiples controversias e incertidumbres en su constitución y que, por tanto, requiere un análisis crítico de sus alcances e impactos. La constitución de una ciudadanía democrática con énfasis en temas polémicos relacionados con C&T necesita la participación real de los ciudadanos en la toma de decisiones.

En este sentido, la secuencia didáctica planteada tiene enfoque en una cuestión socio-científica relacionada con aspectos que involucran la cotidianidad de los estudiantes; es de interés para ellos porque alrededor de esta se plantean aspectos de la actualidad, como puede ser la influencia de los medios de comunicación en las decisiones de los jóvenes y niños en cuanto a su alimentación. Dicha influencia plantea la imagen de ciencia que se divulga en la actualidad y lo que los niños deben conocer en aras de formarse para el ejercicio de la ciudadanía, siendo responsables ellos mismos, con la toma de sus decisiones y las de su comunidad.

El ejercicio de la ciudadanía se alcanza plenamente en una sociedad legítimamente democrática, que posibilite la participación de la mayoría de los ciudadanos en el poder público. Aunque la participación real sea un ideal no alcanzado hasta ahora, se hace necesario continuar desarrollando procesos de formación que contribuyan en el empoderamiento de los sujetos con respecto a la conquista de su ciudadanía (Freire y Macedo, 1990).

## Argumentación

En una sociedad como la actual es necesario formar un estudiantado crítico, capaz de elegir entre los diferentes argumentos que se le presenten, de manera que pueda tomar decisiones en su vida como ciudadano. Dado que la enseñanza de las ciencias en la escuela se generaliza hasta edades avanzadas, su finalidad deja de reducirse a preparar al alumnado para seguir cursos universitarios, o como afirma Layton (1992), promover un conocimiento para la acción.

Buena parte de los problemas del entorno – sean ambientales, relacionados con la salud u otros– requieren opiniones fundamentadas científicamente. Estos problemas, a diferencia de los que se analizan en las clases habituales de ciencias, no forman parte del “núcleo duro” de la ciencia (Duschl, 1997), es decir, de aquellos cuya solución ya ha sido consensuada y es ampliamente compartida por los miembros de la comunidad científica. No ocurre lo mismo en discusiones tales como cuál es la idoneidad de los alimentos transgénicos, qué hacer con los residuos, cómo conseguir una mejor calidad del aire, cuáles son las consecuencias del consumo de alimentos sintéticos; pues, en estos casos, el alumnado puede situarse y reconocer el “contexto de descubrimiento” y el “contexto de justificación”, lo que le permite diferenciar entre argumentos con o sin fundamento científico.

Por lo tanto, nos encontramos con que el aprendizaje de la argumentación en las clases de ciencias toma sentido desde muchos puntos de vista. Para aprender ciencia es necesari-

rio aprender a hablar, escribir y leer ciencia de manera significativa. Según Cuenca (1995), la argumentación es una forma de interacción comunicativa particular, en la que docentes y alumnos confrontan sus saberes y opiniones sobre un tema determinado; para Camp y Dolz (2000), yendo un poco más allá, es una forma de canalizar con la palabra las diferencias con la familia y la sociedad para defender sus ideas, examinar de manera crítica las de otros y debatir argumentos para definir conflictos de interés, en especial, si buscamos desde las ciencias el pensamiento crítico.

Bajo este panorama, la argumentación se entiende como la articulación de intervenciones dentro de un discurso que tiene la intención de convencer a otros sobre un punto de vista particular. Para que se pueda dar este proceso, es necesario conocer lo que se está discutiendo; también deben existir diferentes opiniones sobre un tema específico, por ejemplo, el debate acerca de los alimentos artificiales con respecto a los naturales y sus implicaciones en las personas desde diferentes ámbitos culturales, económicos, sociales, ambientales, entre otros. En síntesis, consiste en presentar una postura con la certeza de la existencia de otras diferentes a la propia.

## Estrategia didáctica

La estrategia didáctica que se planteó para tratar el tema de los alimentos se presenta mediante de una secuencia organizada en ocho actividades que contienen, a su vez, diferentes propuestas metodológicas para la consolidación de la argumentación, teniendo en cuenta distintos aspectos. A continuación se expone la secuencia (tabla 2).

Tabla 2. Secuencia didáctica de actividades

Actividad	Objetivo	Justificación	Metodología
Test de entrada	Identificar las concepciones que los estudiantes poseen con respecto a los preservantes colorantes y saborizantes presentes en los alimentos	Aunque el consumo de alimentos procesados es un tema ampliamente divulgado, que genera muchos debates en Colombia y diferentes partes del mundo; los estudiantes desconocen realmente a qué se refieren los conceptos (colorante, preservante y saborizante), incluso no los relacionan con el consumo de ciertos alimentos. Por tal razón, es conveniente para el desarrollo de esta secuencia identificar qué tanto están familiarizados los estudiantes con el tema	Para esta actividad se aplicará un test
La comida empacada y su relación con la publicidad	Buscar en diferentes medios de comunicación la información que aparece en relación con los alimentos y su comercialización	La búsqueda de información en diferentes medios de comunicación, permite que los estudiantes entiendan cuáles son las estrategias publicitarias que emplean las empresas para comercializar sus productos; por ejemplo, la aparición de personajes reales o inanimados	Distribuir por grupos de estudiantes los diferentes medios de comunicación, a través de los cuales se indicará el producto y el esquema publicitario que invita al consumo del alimento. Se realizará una caminata corta por los alrededores del colegio para determinar qué alimentos se publicitan
Experimentación con alimentos de la tienda escolar y el refrigerio	Realizar pruebas cualitativas con alimentos provenientes de la tienda escolar y del refrigerio	Los productos que se venden en la tienda escolar generan diferentes opiniones entre la comunidad. Así, los docentes consideran que son poco nutritivos, tienen mucha grasa y azúcar; mientras que los estudiantes simplemente consumen lo que les venden. Sin embargo no se ha experimentado con dichos productos para conocer lo que realmente contienen, más allá de la publicidad	Realizar experiencias con paquetes, jugos, dulces y gaseosas provenientes del refrigerio escolar. Dicha experimentación se realizará en el laboratorio y durante un bloque de clase. Para esta experiencia se entregarán los protocolos que orientan el trabajo experimental
De la noticia a la controversia	Aproximar a los estudiantes al tema a través de la divulgación de artículos de prensa	El tema de la comida chatarra ha sido objeto de estudio por parte de diferentes organizaciones, las cuales han mantenido distintas posturas, dependiendo del sector al que pertenezcan. Esta multiplicidad de perspectivas facilita abordar este tema, a partir de una noticia que despierta el interés del lector	Se realiza la lectura de los artículos "Gobiernos declaran la guerra a la comida chatarra en los colegios" y "Mujer murió por beber demasiada gaseosa". Mediante estas lecturas se determinará los diferentes aspectos que son tratados allí y que generan polémica por parte de los estudiantes. <a href="http://www.eltiempo.com/vida-de-hoy/educacion/prohibicin-de-comida-chatarra-en-el-mundo_11068041-4">http://www.eltiempo.com/vida-de-hoy/educacion/prohibicin-de-comida-chatarra-en-el-mundo_11068041-4</a> <a href="http://www.elespectador.com/noticias/el-mundo/articulo-404382-mujer-murio-beber-demasiada-coca-cola">http://www.elespectador.com/noticias/el-mundo/articulo-404382-mujer-murio-beber-demasiada-coca-cola</a>
Experimentando con colorantes y gaseosas	Analizar, mediante la experimentación, las implicaciones de los colorantes en alimentos y gaseosas	La experiencia se realiza con el fin de que los estudiantes conozcan los efectos que sobre la salud tienen los alimentos que hacen parte de su dieta	Reacciones estomacales de los colorantes. Colorantes y la salud
Juego de roles y debate	Analizar y debatir un caso específico relacionado con las enfermedades generadas por la inadecuada manipulación de los alimentos	Los estudiantes deben asumir diferentes posiciones para dar argumentos que justifiquen la posición de cada uno de los actores que intervienen en el problema de la inadecuada manipulación de los alimentos	Mediante un "juego de roles", el grupo se divide en pequeños grupos que representarán distintas posiciones, de acuerdo a una situación establecida que se denominará "Pulmón palomita"

Evaluación de los estudiantes	Evaluar el nivel de negociación que los estudiantes desarrollaron a partir de la aplicación de la propuesta	Se realiza para identificar debilidades y fortalezas durante el proceso de formación que se desarrolla junto con los estudiantes, que además es continuo	Se realizará, desde el punto de vista conceptual, con evaluaciones formales; y, desde el punto de vista de la negociación, con el análisis del discurso
Evaluación de la propuesta	Identificar si la secuencia didáctica cumple con los objetivos propuestos inicialmente con el desarrollo de la unidad	Se realiza con el objetivo de retroalimentar la unidad para futuras aplicaciones. De acuerdo con los resultados de la evaluación se realizarán cambios para que las actividades contribuyan a desarrollar cada uno de los objetivos planteados con los estudiantes	La propuesta se evaluará con diferentes instrumentos, entre los que se encuentran las videograbaciones que permitirán determinar el nivel de negociación alcanzado por los estudiantes, desde el punto de vista conceptual; en cuyo caso, la comparación entre los resultados de la evaluación inicial y la evaluación final dará cuenta de los aprendizajes logrados por los estudiantes

Fuente: elaboración propia.

## Análisis y discusión de resultados

Como parte de los análisis se destaca la caracterización realizada a los estudiantes a partir del test de entrada, en la que, para este grupo se determinaron los niveles alcanzados por los estudiantes (figuras 1, 2, 3, y 4). De acuerdo con estos resultados, lo que se pretendía analizar era el acercamiento y las comprensiones que los estudiantes poseían frente al tema en concreto; luego de lo cual se pudo constatar que la totalidad de los estudiantes posee conocimientos acerca de dicha problemática, debido a que esta es producto de su cotidianidad, en términos de la información que circula en el hogar, la escuela, la televisión, la Internet, entre otros espacios en los que habitualmente circulan los niños.

Los resultados también mostraron que en la mayoría del grupo hay evidencias de argumentación contextual, es decir de carácter

voluntario, y por lo tanto estas intervenciones no deben ser valoradas como positivas o negativas, sino como un punto de partida para dar continuidad al proceso de aplicación de la secuencia didáctica.

## Análisis de clase

De cada una de las actividades realizadas se hicieron registros de audio para la presente sesión (“reacciones estomacales de los colorantes”). Además, se retroalimentó el trabajo del laboratorio que consistía en tomar diferentes tipos de gaseosas y colocarlas en recipientes que contenían pequeños pedazos del primer estomago de la vaca. Luego de varios días, los niños concluyeron, de acuerdo con esta actividad, que existen diferentes razones por las cuales se dieron los cambios físicos en el tejido estomacal de la vaca, a partir de la observación y la búsqueda de los colorantes que contenían las sustancias que utilizaron para dicho trabajo.

## Secuencia 1. Elaboración de descripciones y explicaciones

A continuación se presenta la transcripción realizada, a partir de las intervenciones de los estudiantes, como producto del diálogo con la docente respecto a las conclusiones de la actividad experimental “reacciones estomacales de los colorantes”, en la cual se plantean las razones que ellos consideran como explicación de lo ocurrido, así como las comparaciones establecidas a lo largo del proceso.

Fragmento 1 Sesión: conclusiones de la actividad experimental.

—Profesora: la idea es recordar lo que hicimos en el experimento. Entonces, por ejemplo, alguien que me cuente que hizo en su experimento.

— Angelly: yo corte las muestras de tejido y compré varias gaseosas, también Suntea y Frutiño. Yo se lo eché y eso empezó como a descomponerse poco a poco y a oler a feo.

— Profesora: de qué color se volvió la gaseosa y de qué color era el cayo cuando se colocó.

— Angelly: Como blanco.

— Jessica: se puso como una sustancia encima.

— Brigitte: El cayo se volvió del color de la gaseosa.

— Gisell: también tenía como una especie de telita que se veía encima de la gaseosa.

— Profesora: y porque crees que pasó eso que le ocurrió al tejido.

— Gisell: el tejido del estómago de la vaca atraía todo el colorante y se convertía del color de la gaseosa y quedaba de este color.

— Gisell: el de Fanta de naranja fue el que más quedo coloreado.

— Karla: profe y también no solamente con la gaseosa sino también con el formol.

— Profesora: ¿y qué pasó con el formol?

— Jordán: en el experimento que yo hice el tejido con el formol quedo intacto cuando lo introduje al vaso, porque el formol mantiene los tejidos y los que cambiaron fueron a los que les eché la gaseosa, estos comenzaron a cambiar de color, otras se iban descomponiendo, a otros le iban saliendo hongos.

— Profesora: ¿qué otra cosa vieron?

— Brigitte: pues empezó a quedar como la gaseosa negra el tejido de la vaca.

— Gisell: el de Fanta de naranja fue el que más quedo coloreado.

En esta primera secuencia, los niños describieron su trabajo experimental. Algunos de ellos narraron su experiencia mediante la utilización de los sentidos, por ejemplo mencionaron el color y el olor como aspectos recordados con

facilidad. Una de las estudiantes elaboró una explicación a cerca de la razón por la que los tejidos se colorean, según ella, esto se debe a los colorantes de las gaseosas, quienes son los responsables del cambio observado. Otro estudiante explicó la función de usar una muestra control, colocando una parte del tejido en formol para conservarla intacta. Así, las preguntas de la docente, en esta parte de la actividad, fueron planteadas con el fin de describir lo ocurrido; sin embargo, las explicaciones ofrecidas por los estudiantes a partir de una primera impresión sensorial no fueron aprovechadas para propiciar explicaciones más elaboradas al respecto.

## Secuencia 2. Conocimiento extraescolar

A continuación se presenta el fragmento 2, correspondiente a la sesión 1 de diálogos con respecto a la problemática y las preguntas orientadoras de la actividad experimental. Estas conversaciones se dieron entre la docente y el grupo de estudiantes alrededor de los conocimientos que tenían estos últimos sobre los efectos de las gaseosas para la salud de las personas, hecho que relacionan con la publicidad que emiten los medios de comunicación invitando al consumo de estas bebidas.

Las intervenciones de los estudiantes se generaron a partir de la lectura de una situación problema con la que se dio inicio a la actividad experimental, en ella se planteaban una serie de preguntas que buscaban fomentar la reflexión de los estudiantes, en términos de la influencia de la publicidad en la decisión de consumir determinadas bebidas.

### Fragmento 2 Sesión 1: conclusiones problemática y preguntas orientadoras

— Profesora: si nosotros comparamos las preguntas de Juan y la mamá con el experimento que hicimos, tal vez podamos decir qué fue lo que ocurrió.

— Profesora: ¿Qué gaseosa es más perjudicial para la salud? ¿Qué dijimos?

— Gisell: todas son perjudiciales para la salud, pero las más perjudiciales son las más oscuras: Coca Cola, Big Cola.

— Profesora: ¿esto se concluye a raíz del experimento también?

— Jordán: pues a mí me parece que es la Coca Cola porque como a los dos o tres días el callo empezó a cambiar.

— Profesora: ¿Qué piensan de la publicidad que se da de las gaseosas?

— Lorena: que más que todo los famosos lo hacen es por plata.

— Laura: lo hacen porque les pagan... no le están haciendo un favor a la gente sino que les están haciendo un daño a la gente que se presta para hacer esos comerciales. Le hacen daño a los demás porque engañan para que los otros piensen que es bueno y así convenernos de tomarlas.

— Laura: eso que se vende como bebidas energizantes, ¿son malas o buenas para la salud?

— Gisell: no, eso es malo porque le acelera el corazón.

— Profesora: tiene una serie de productos como la taurina, el guaraná y la cafeína, cuya combinación es nociva y causa una serie de alteraciones al sistema nervioso.

— Profesora: ¿qué efectos perjudiciales tiene para la salud las gaseosas?

— Aslie: dolor de cabeza, de barriga...

— Lorena: duele la barriga y se infla porque tiene un gas.

— Lorena: por ejemplo, mi mamá que día tomó gaseosas y le quedó toda inflada la barriga, como si estuviera llena todo el día.

Luego del desarrollo de la actividad, los estudiantes concluyeron que las gaseosas son perjudiciales para la salud porque contienen colorantes como los que identificaron en el experimento, siendo las gaseosas oscuras las más perjudiciales. Además de lo anterior, los estudiantes están en capacidad de mencionar que la publicidad que hacen las compañías productoras de gaseosa con personajes famosos es mentira y se hace por un interés comercial; relacionan lo que han visto en la televisión con lo que han encontrado por medio de la experimentación; también emiten juicios de valor, al hablar del engaño que se comete contra la gente cuando se intenta incentivar el consumo de dicho producto, y se plantean una pregunta que relaciona las bebidas energizantes con la conversación derivada de las reflexiones planteadas acerca del consumo de bebidas gaseosas. Igualmente,

mediante el conocimiento que poseen de diferentes fuentes, una de las compañeras de clase fue capaz de responder que las gaseosas sí son nocivas porque aceleran el corazón. Estas preguntas permiten plantear otros procesos en el aula, ya que los niños responden a partir de sus experiencias o lo que otros les han dicho. Se requiere entonces que puedan argumentar en términos de la misma ciencia escolar, para cuyos efectos la profesora menciona los componentes de una bebida energizante; sin embargo, usa el lenguaje científico para tratar de dar respuesta a las inquietudes de los alumnos, situación que puede causar confusión en los estudiantes y de alguna manera impedir el avance hacia otros cuestionamientos.

Finalmente, los conocimientos que traen los estudiantes al aula no se descartan ni se niegan, por el contrario, se incluyen en el discurso y se contraponen con lo que los otros dicen.

## Consideraciones finales

- Con respecto al desarrollo de las actividades de la secuencia, las de carácter experimental fueron aquellas que más interés lograron despertar en los estudiantes del grado sexto, ya que los motivaron a continuar consultando los temas que allí se habían tratado. El planteamiento de situaciones problema y preguntas orientadoras en cada una de las actividades de la secuencia buscaba promover en los estudiantes la capacidad de elaborar explicaciones a partir de las relaciones establecidas entre la actividad por desarrollar y la forma en que esta situación se resolvería. Allí, se relacionaron distintos aspectos de la cotidianidad de los niños, lo cual llamó

su atención y permitió la elaboración de argumentos con base en lo aprendido.

- La enseñanza, mediante las cuestiones socio-científicas, permitió que los estudiantes expusieran sus puntos de vista, desde una perspectiva crítica. Además, lograron aplicar los conocimientos que se impartieron en la clase de ciencias, dando sentido a lo que se aprendió en cada sesión, y, por lo tanto, se pudo aumentar el interés por aprender, participar y elaborar explicaciones (desde sus propios conocimientos) por parte de los estudiantes.
- La evaluación de esta propuesta didáctica es integral, ya que los estudiantes no solo se limitan a realizar pruebas con lápiz y papel, sino que también se tienen en cuenta otras alternativas como la participación oral, o los escritos abiertos acerca de los temas. También permite la autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación de carácter cualitativo para sí mismo y los demás integrantes del grupo.
- Los estudiantes, siguiendo las dinámicas que orienta y direcciona el maestro, convierten la clase descriptiva en argumentativa, al problematizar aspectos sociales y plantear interrogantes con las cuales relacionan lo que se presenta en otros contextos. En síntesis, son críticos con lo que los medios de comunicación les transmiten.
- El diseño de actividades que promuevan la confrontación de la ciencia que llega al aula de clase y la imagen social de la misma permite que esta se pueda cuestionar y,

en este sentido, no se muestre como verdadera o terminada.

- La argumentación como proceso es susceptible de ser mejorada y para esto se deben construir espacios en la clase de ciencias que permitan estas elaboraciones y a su vez que ayuden a cualificar otros procesos al interior del aula de clase.

## Referencias

- Henaó, B. y Stipcich, M. (2008). Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7 (1).
- Candela, M. A. (1991). Argumentación y conocimiento científico escolar. *Infancia y Aprendizaje*, 3-28.
- Firme, R. N. y Teixeira, F. M. (2011). O discurso argumentativo de uma professora de química na vivência de uma CTS em sua sala de aula. En Dos Santos, W.L.P; Auler, D. *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa*. Editorial UnB, Brasília, Cap. 9.
- Dueñas, M. F. (2011). Argumentar: una herramienta en la construcción del conocimiento circulante del aula de clase. Universidad Nacional de San Martín, Argentina. Estudiante Maestría en Enseñanza de las Ciencias Experimentales Memoria. En 11° Encuentro Colombiano de Matemática Educativa.

Campaner, G. y Longhi A. (2004). Enseñar a argumentar: un aporte a la Didáctica de las ciencias. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba (Argentina). En Tercer Encuentro de Investigadores en Didáctica de la Biología.

Jiménez A. & Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las ciencias*, 21 (3), 359–370.

Moreno, D. y Martínez, L. (2009). Argumentación en estudiantes de educación media y habilidad del profesor para su desarrollo: una discusión en el aula sobre implicaciones sociales y ambientales de la producción de etanol. En *Nodos y nudos*, 3(27).

Moreno, D.; Martínez, L.; Carvalho, N. y Carvahalo, W. (2011) A questão abordage um sociocientífica na educação de adultos. En *CTS y Educación científica: desafíos tendencias y resultados de la investigación*. Brasilia: Editorial UNB.

Sardà, J. y Sanmartí, P. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals UAB. En *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 405-422.

## Anexo 1

### *Test de entrada*

Lee cada una de las preguntas y escribe las respuestas, de acuerdo con lo que conoces del tema.

1. La naranja es una fruta utilizada para hacer jugo debido a que contiene altos niveles de vitamina C (ácido ascorbico). En un laboratorio se realizó el análisis de dos vasos de jugo de naranja: uno recién exprimido y otro emvasado para su comercialización. Luego de este ejercicio se obtuvieron los resultados que se muestran en la tabla 3.

**Tabla 3.** Análisis de dos jugos de naranja

Análisis	Jugo extraído de la fruta	Jugo comercial
Azúcar	120 mg	200 mg
Colorante	Amarillo palido	Amarillo fuerte
Ácido cítrico	70 mg	30 mg
Sabor	Natural	Sintético
Tiempo de aparición de hongos	Aparecieron hongos luego de 3 días	Aparecieron hongos luego de 15 días

**Fuente:** elaboración propia.

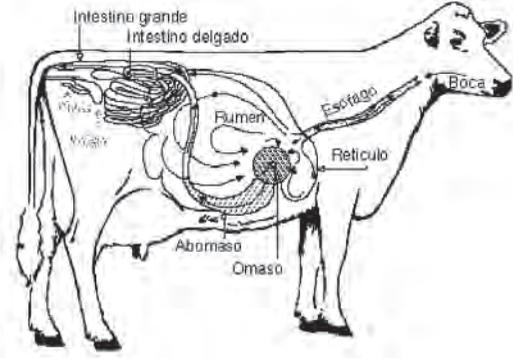
- a). ¿Por qué crees que los jugos tienen diferentes niveles de azúcar, si ambas muestras son de la misma fruta?
- b). ¿Por qué crees que se presenta diferencia entre el contenido de ácido cítrico en las dos muestras?
- c). ¿Qué sustancia contiene el jugo comercial que permite que los hongos no lo contaminen? Explica tu respuesta.
- d). ¿Será válido afirmar que ambas muestras de jugo provienen de fruta exprimida?
- e). ¿Crees que tiene alguna incidencia para la salud el hecho que una muestra de jugo sea de color amarillo pálido y la otra amarillo fuerte?

2. Laura y Danilo son dos hermanos que van el fin de semana al centro comercial a comprar dulces. Ambos compran 250 g, pues en la tienda utilizan la balanza para conocer la cantidad de dulce que cada cliente compra. Laura siente preferencia por los dulces ácidos y por los que tienen colores llamativos; por el contrario, Danilo disfruta de los dulces que son hechos a base de frutas como las cocadas, el bocadillo y el almibar de frejjoa.

Luego de que cada uno de los hermanos consume los 250 g de dulce, Laura se siente indispuesta, pues experimenta un ardor en la boca del estomago, además tiene diarrea y vomita saliva de diferentes colores.

- ¿Por qué crees que Laura se enfermó y Danilo no, si comieron la misma cantidad de dulces?
- ¿Hay alguna diferencia entre los dulces que comió Laura y Danilo?
- ¿A qué crees que se deba la sensación de ardor que tiene Laura en el estómago?
- ¿Por qué crees que Laura vomita saliva de colores?
- ¿Qué recomendación le harías a Laura para que no le vuelva a suceder esto?

## Anexo 2

Nombre de la actividad: Reacciones estomacales de los colorantes	
<p><b>Imagen de referencia</b></p> 	
<p><b>Objetivo de la actividad</b>                      Reconocer el efecto que tienen las gaseosas en el tejido animal                      Desarrollar habilidades hacia la investigación</p>	
Materiales	Procedimiento
<ul style="list-style-type: none"> <li>Diferentes bebidas y gaseosas</li> <li>Formol</li> <li>Tejido animal del primer estomago de la vaca</li> <li>10 frascos transparentes</li> <li>Bisturí</li> <li>Marcador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cortar cuadrados de estómago de 10 cm x 10 cm</li> <li>Llenar los frascos con las diferentes gaseosas y rotularlos. Es importante que están llenos por lo menos hasta la mitad para que los estómagos estén bien sumergidos</li> <li>Agregar los cuadros previamente cortados a cada uno de los frascos</li> <li>Uno de los frascos se deja con formol para poder conservar el tejido y de esta forma tener un parámetro para realizar la comparación</li> <li>Dejar por lo menos 15 días en contacto con las gaseosas. Los frascos deben estar tapados. Luego de este tiempo, realizar la comparación entre cada uno de los frascos, teniendo como base el recipiente con formol.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

# EL CASO DEL EMBALSE DEL MUÑA, VISTO CON UN ENFOQUE CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD Y AMBIENTE A TRAVÉS DEL APRENDIZAJE COOPERATIVO DEL CONCEPTO DE SOLUCIÓN QUÍMICA\*

The case of reservoir of Muña seen from the perspective science-technology-society-environmental (STSE) , through cooperative learning of the concept of chemistry solution

Recibido: 10 de septiembre de 2013 • Aprobado: 15 de abril de 2014

Edna Milena Capera Silva\*\*

## Resumen

El enfoque ciencia tecnología sociedad y ambiente (CTSA) involucra a cada actor que interviene en el proceso enseñanza-aprendizaje, de forma que el estudiante desarrolla actividades con una gran implicación personal. Esto compromete al maestro a construir un clima pertinente en el aula, que facilite la participación y la autonomía, mediante el uso de estrategias de enseñanza-aprendizaje como la conformación de pequeños grupos cooperativos en el desarrollo y elaboración de proyectos curriculares. En este artículo se presentan los resultados parciales de un proyecto de aula aplicado a un grupo de estudiantes de educación media, mediante una secuencia didáctica con un enfoque CTSA y con base en la metodología de aprendizaje cooperativo del concepto solución química. Los resultados evidencian cómo los proyectos de aula orientados con enfoque CTSA generan cambios no solo en la naturaleza conceptual, sino también la actitud en relación con la formación ciudadana, la alfabetización científica y tecnológica relacionada con la contaminación de cuerpos de agua con fines de producción energética.

Palabras clave: *CTSA, aprendizaje cooperativo, investigación en el aula, solución química.*

\* Proyecto realizado en el grupo de investigación “Alternancias y la didáctica y sus ciencias” del programa de maestría en Docencia de Química, del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Fue financiado por el “Proyecto ondas” y por la Institución Educativa Departamental General Santander de Sibaté.

\*\* Licenciada en Química. Profesora de la Institución Educativa Departamental Distrital General Santander de Sibaté. Correo electrónico: ednamilena2007@yahoo.es

## Abstract

The STSE approach involves every person in the teaching-learning process, so, students develop activities with great personal involvement, thereby committing the teacher to build a classroom climate that facilitates participation and autonomy, which imply using strategies to teach and learn, based on the formation of small cooperative groups in the development and production of curriculum projects. We present partial results of a classroom project, applied to a group of high school students through teaching of a sequence with STSE using the cooperative learning methodology about the concept of chemical solution. We can say that classroom projects focused on STSE, are appropriated to generate changes both, in the conceptual nature and, in attitudes to civic education, science and technology, related to the pollution of water for energy production.

Keywords: *teaching since stse, cooperative learning, classroom research, chemical solution.*

## Introducción

El enfoque ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, como línea de investigación de la didáctica de las ciencias experimentales, y en particular de la química, propicia una reflexión sistemática acerca de los procesos de enseñanza y aprendizaje, promoviendo transformaciones de los roles que asume el profesor y el estudiante en el aula. En este sentido, el estudiante como ciudadano en formación, debe reconocer el conocimiento científico y tecnológico no solo en su lógica interna (cuerpos teóricos, conceptos, metodologías y productos) sino también desde sus implicaciones sociales y ambientales. Por su parte, el profesor de ciencias es un profesional crítico y comprometido con el rol de investigador en el aula, a propósito de las relaciones entre CTSA. Esto implica una comprensión dialéc-

tica entre los aportes de la epistemología, la sociología de la ciencia y el desarrollo de los movimientos sociales y ambientalistas que cuestionan las consecuencias que ha traído el progreso científico y tecnológico (Martínez, Peñal y Villamil, 2007).

CTSA, como enfoque en la pedagogía y la didáctica, contribuye no solo en la alfabetización de ciudadanos críticos en la educación científica, sino también en el mejoramiento de las prácticas de enseñanza-aprendizaje de las disciplinas científicas dentro de la didáctica de las ciencias.

### **Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en el proceso enseñanza-aprendizaje**

De acuerdo con López (2009) y Acevedo (2009), el campo de acción de la perspectiva

CTSA está enfocado hacia la educación. Desde esta perspectiva, el desarrollo de estrategias de enseñanza-aprendizaje –a partir de problemas de interés científico, tecnológico y social– se puede sintetizar en los postulados de investigadores como Acevedo (1996) y Membiela (1995), los cuales reseñamos a continuación:

- Resolución de problemas abiertos, incluyendo la toma razonada y democrática de decisiones.
- Elaboración de proyectos en pequeños grupos cooperativos.
- Realización de trabajos prácticos de campo.
- Juegos de simulación y de “roles” (*role-playing*).
- Participación en foros y debates.
- Presencia de especialistas en el aula, estos pueden ser padres y madres de la comunidad educativa.
- Visitas a fábricas y empresas, exposiciones y museos científico-técnicos, complejos de interés científico y tecnológico, parques tecnológicos, etc.
- Breves periodos de formación en empresas y centros de trabajo.
- Implicación y actuación civil activa en la comunidad.

Como se observa en las estrategias anteriores, el trabajo cooperativo hace parte de las herramientas que caracterizan el enfoque CTSA.

A continuación se exponen las características generales de esta estrategia.

### **¿Cómo desarrollar el aprendizaje cooperativo?**

Antes de enunciar las características generales del aprendizaje cooperativo es importante entender a qué se refiere este concepto. Se habla de estructura de aprendizaje cooperativo cuando se organizan tareas en las que la cooperación es la condición para realizarlas. En consecuencia, las tareas de aprendizaje solo se pueden llevar a cabo mediante la colaboración entre los compañeros; además tampoco se puede tener éxito si los compañeros no lo tienen, en cuyo caso se liga el éxito propio al éxito de los demás (Uríz, Biain, Cutrín, Elcarte, Etxaniz, Fresneda y Zudaire, 1999).

Desde esta perspectiva, compartir y las habilidades que esto implica permite que se desarrollen aspectos afectivos, actitudinales y motivacionales, muy importantes para el aprendizaje. Así, por ejemplo, en una organización cooperativa cada alumno se siente miembro del grupo, se da cuenta de que puede ayudar (tiene una responsabilidad identificada) y puede ser ayudado, es consciente de que tiene que tomar en consideración las propuestas de los compañeros si quiere que la suya se tenga en cuenta y, así, avanzar en la resolución de la tarea. Además el éxito o fracaso depende de todos los miembros del grupo, una situación más favorable que la individual en la que el único responsable es uno mismo (Uríz, *et al*, 1999).

Vale la pena resaltar que al aprender en cooperación con otros se mejoran ciertas capacidades, en tanto que facilita:

- Resolver problemas.
- Tomar iniciativas y madurar en las relaciones con otros.
- Planificar y realizar actividades en grupo
- Adecuar los objetivos e intereses propios a los del resto del grupo.
- Proponer normas y respetarlas.
- Entender y respetar opiniones e intereses diferentes al propio.
- Comportarse de acuerdo con los valores y normas que rigen las relaciones entre personas, valorando su importancia (Uris *et al.*, 1999).

Se debe tener en cuenta que se aprende a cooperar solo cuando se resuelven problemas juntos. En virtud de lo anterior, las experiencias que permitan este desarrollo deben ser estrictamente seleccionadas y pertinentes con los objetivos. A lo cual se suma el hecho de que no basta con planear experiencias cooperativas si los estudiantes no están preparados para cooperar. En otras palabras, para que este aprendizaje sea efectivo, es necesario tener en cuenta la interacción constante entre el profesor, el alumno, la clase y el grupo cooperativo, quienes desempeñan un rol importante en esta herramienta de aprendizaje.

Lo anterior guarda relación con la dimensión cognitiva, por cuanto facilita el aprendizaje cooperativo del concepto solución química, teniendo en cuenta todos los elementos que

caracterizan dicho concepto, tales como: su definición, sus componentes, las soluciones acuosas y las soluciones naturales. En estos componentes se encuentra que el agua es el principal componente, lo cual indica que es un elemento de gran importancia con propiedades únicas, como lo evidencia su clasificación en la tabla de elementos químicos. Dentro de la clasificación de los tipos de agua se encuentran las aguas loticas, freáticas, lenticas y atmosféricas. El presente trabajo parte de la definición de las aguas lenticas, tomando como ejemplo los embalses y específicamente el embalse del Muña.

## Desarrollo

### Contexto de la investigación

El proyecto de aula que se presenta tiene como propósito hacer uso del enfoque CTSA para enseñar el concepto *solución química*, mediante el aprendizaje cooperativo y en estudiantes de educación media.

El proyecto se realizó con una población de estudiantes de educación media, cuyas edades oscilan entre los 15 y 17 años, pertenecientes a la Institución Educativa Departamental (IED) General Santander de Sibaté. Estos jóvenes están en la capacidad de analizar problemáticas de su entorno inmediato, con un mayor grado de especificidad, debido a que se encuentran en la etapa de desarrollo cognoscitivo de operaciones formales que, según Piaget, se caracteriza por la capacidad de resolver problemas abstractos de manera lógica; además su pensamiento tiende a ser más científico y desarrollan interés por los temas sociales.

La IED General Santander se encuentra a aproximadamente 2 km del embalse del Muña, en el municipio de Sibaté (ubicado a 30 km de la ciudad de Bogotá, D.C.). Este municipio, que cuenta con 30 000 habitantes, presenta un caso contundente de deuda ecológica, tanto interna como externa, en el que se advierten múltiples violaciones al derecho a la salud y a los derechos ambientales de los pobladores, del ganado y a la biota del municipio. Esto se debe, en gran medida, al bombeo de las aguas altamente contaminadas del río Bogotá, que, una vez embalsadas a pocas decenas de metros del pueblo, se dejan caer para generar energía eléctrica. La empresa generadora propietaria de la represa es EMGESA, hoy filial colombiana del grupo español Endesa, el mayor grupo eléctrico de América Latina (Llistar y Roa, 2005).

### **Metodología**

El proyecto de aula se fundamenta en la investigación del estudiante en la escuela, enmarcado dentro de un modelo general de intervención en el aula como propuesta didáctica que pretenden promover la participación de los estudiantes mediante el aprendizaje cooperativo y teniendo en cuenta el enfoque CTSA. Dicha metodología propicia espacios de carácter participativo y facilita que los estudiantes tengan participación directa en el estudio de su realidad. Teniendo en cuenta que se busca favorecer la integración de las dimensiones actitudinales, axiológicas y cognitivas

de los estudiantes se analizará la relación CTSA para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje de conceptos químicos. Como muestran Gabel y Bunce (1994), la adecuada comprensión de los procesos de la contaminación del agua está relacionada directamente con el estudio de las soluciones y las interacciones presentes entre CTSA.

Dentro del enfoque CTSA, los trabajos referentes a la educación utilizan actividades que suponen una gran implicación personal para el alumnado. De esta forma, se desarrollan programas de enseñanza y proyectos curriculares en los que se presta atención a centros de interés de los estudiantes, más que a otros puntos de vista academicistas (Acevedo, 1997). De acuerdo con lo anterior, han sido señaladas las estrategias de enseñanza-aprendizaje mediante una secuencia didáctica (tabla 1).

Asimismo, para la finalidad de la secuencia didáctica se reconoce que la investigación es una característica fundamental del modo en que los profesores abordan y analizan su tarea, sobre todo cuando se enfrentan a los problemas complejos que se generan en el medio escolar. En este sentido, la investigación del alumno en la escuela debe posibilitar la interacción del conocimiento científico con el saber cotidiano para facilitar así la construcción del conocimiento escolar (Erazo, 2011), a lo cual se suma el enfoque CTSA que aporta una serie de actividades que permite tanto la investigación como el aprendizaje cooperativo.

**Tabla 1.** Descripción en secuencia didáctica aplicada en el proyecto de aula

Actividad	Objetivo	Justificación	Metodología
Test de entrada	Identificar las ideas previas de los estudiantes	Es necesario partir de las ideas previas que los estudiantes tienen con respecto al concepto soluciones, especialmente con las soluciones que a diario ellos encuentran en su entorno y la afectación de las mismas por la contaminación de los cuerpos de agua	Los estudiantes responderán un test de 3 preguntas en un tiempo de 45 minutos
Entrevistas hechas por los estudiantes a los habitantes de la comunidad de Sibaté.	Documentar los diferentes conocimientos que los habitantes de Sibaté tienen sobre el impacto que ha tenido el embalse del Muña en los pobladores y el hábitat desde su creación	Conocer las diferentes posturas que los pobladores del municipio de Sibaté tienen acerca de la problemática ambiental por la contaminación ocasionada al embalse del Muña	Los estudiantes entrevistarán habitantes de Sibaté que hayan nacido en el municipio o vivan en él desde un tiempo considerable, que tengan algo de conocimiento de la época de formación del embalse, aplicando una entrevista pre-estructurada.
Lectura "El caso del Embalse del Muña: inversión pestilente en manos de ENDESA".	Analizar información en los medios de comunicación acerca del embalse del Muña	Esta actividad permite dar cuenta de las diferentes posturas de los estudiantes frente a la contaminación del embalse del Muña y el impacto que ha generado en la comunidad esta práctica, para así motivar el pensamiento crítico con respecto a las implicaciones CTSA	Se realizará un debate en mesa redonda sobre los análisis hechos por los estudiantes a la lectura en mención, relacionándola con los resultados de las entrevistas
Las soluciones y mi entorno	Identificar los componentes, la clasificación y las propiedades de una solución	Aplicando esta actividad se acotará el concepto solución y su relación con los cuerpos de agua, dentro de los que cuales se encuentra el embalse del Muña. Esto con el fin de que los estudiantes identifiquen las características y propiedades de una solución química	Se aplicará una actividad-taller que dé cuenta de lo que se encuentra en torno al concepto solución química
Observación directa de la problemática a través de una salida de campo	Identificar los diferentes factores que caracterizan los componentes físicos, químicos y biológicos que caracterizan el embalse del Muña	Mediante la observación directa, los estudiantes coinvestigadores podrán identificar el terreno a analizar, así como las diferentes características físico-químicas que lo componen. De esta forma, los estudiantes darán cuenta del impacto que la tecnología sin sostenibilidad genera en los diferentes cuerpos de agua y especialmente en el embalse del Muña	Se realizará una salida de campo, en grupos de 5 personas, cuyo objetivo será identificar los componentes físicos, químicos y biológicos de los cuerpos de agua a analizar, así como las implicaciones CTSA que llevan implícitas
Evaluación	Determinar si la estrategia didáctica implementada cumple con el objetivo de enseñanza-aprendizaje del concepto solución química	Finalizar la coinvestigación, analizando los pro y los contra de la estrategia enseñanza-aprendizaje, para observar los aportes al campo de la didáctica que puede dar este proceso	Se aplicará en dos momentos: el primero es la realización de una autoevaluación del proceso de aula; y, el segundo, el trabajo final que será el producto del grupo de investigación para socializar a la comunidad educativa

Fuente: elaboración propia.

El instrumento aplicado (ver apéndice) arrojó los resultados analizados por los grupos cooperativos de estudiantes mediante campos semánticos (figura 5). En virtud de lo ante-

rior, los estudiantes entrevistaron a cuatro personas (dos hombres y dos mujeres, cuyas edades oscilan entre los 37 y 78 años, habitantes de Sibaté), quienes viven con sus fa-

milias en el municipio hace un buen tiempo, y por lo tanto, conocen el impacto generado por la construcción del embalse con fines de producción energética.

Por otro lado, aunque para los entrevistados no es clara la razón por la cual se formó el embalse (respuesta 5, figura 4), en definitiva, sí saben que inicialmente trajo beneficios al municipio como el desarrollo económico y social (respuestas 6 y 7, Figura 5). Sin embargo, el impacto más grande y por consecuencia los cambios más significativos en la población se dan por la contaminación del cuerpo de agua que los entrevistados evidencian como consecuencia del bombeo de agua del río Bogotá para producir energía (respuestas 8 y 9, figura 5).

Desde que se produjo la contaminación del embalse, los entrevistados mencionan diferentes afecciones a la salud de los pobladores del municipio y el cambio en actividades sociales y económicas afectadas dicha contaminación (respuestas 10 y 11, figura 5).

La realidad actual del embalse da pie a los entrevistados para pensar en la necesidad de tomar acciones drásticas, que den soluciones al impacto en todos los sentidos de la contaminación del embalse, apoyados por toda la comunidad de Sibaté, junto con los estamentos políticos y gubernamentales del municipio. Solo de esta forma se podrá volver a tener el embalse que existía al comienzo, cuando la vida social giraba en torno a la pesca y los deportes náuticos (respuestas 12 y 13, figura 5).



**Figura 5.** Resultados de las entrevista por campos semánticos

**Fuente:** elaboración propia.

## Conclusiones parciales

La investigación realizada por el grupo de estudiantes fue muy enriquecedora y productiva, ya que se reconoce el conocimiento, más allá de la lógica interna de los cuerpos teóricos y metodológicos de la ciencia y la tecnología, evidenciado mediante conocimiento de la realidad de su municipio en comparación con la deuda ecológica presentada por la contaminación del embalse del Muña y su relación con el aprendizaje del concepto solución química.

Vale la pena resaltar que los resultados obtenidos en el instrumento aplicado articulan la construcción de actitudes, intereses y valores hacia la ciencia con formación científica, tecnológica y ciudadana; a través del interés en los grupos de estudiantes por las cuestiones ambientales, como por ejemplo el impacto generado por la contaminación del embalse del Muña, debido al desarrollo científico y tecnológico que ha generado la producción de energía eléctrica por parte de Emgesa.

En este sentido, el abordaje de las CSC requiere de la inclusión de aspectos referentes a la naturaleza de la ciencia y la tecnología, junto con su influencia en la sociedad y en el ambiente, de manera que se comprenda que los procesos de enseñanza no solo deben estar centrados en aspectos conceptuales; pues también se tienen que incorporar en el currículo –desde una perspectiva crítica– aspectos políticos, culturales y axiológicos que promuevan cambios de estilo de vida y una necesidad de reflexionar sobre nuestra capacidad de consumidores para cambiarla (Comín y Font, 1999), a propósito del im-

pacto ambiental que genera la contaminación de cuerpos de agua con fines como la producción energética.

En la realidad escolar se descontextualiza el proceso enseñanza-aprendizaje del medio sociocultural de los estudiantes. A pesar de que ellos valoran la ciencia fuera de las aulas de clase, se disminuye la cantidad de estudiantes vinculados a carreras afines a esta, no se genera aprendizaje significativo de las ciencias, siendo estos y otros más los fracasos de la enseñanza en la escuela que se deben disminuir con la práctica docente y mediante las relaciones CTSA (Aikenhead, 2006, 2010).

Con las entrevistas realizadas por los grupos cooperativos se evidencian las habilidades cooperativas, resaltando que, aunque cada grupo realizó su entrevista, el curso en total realizó la tabulación con la cual se analizaron las diferentes respuestas de los entrevistados, es decir, hubo compromiso individual que se reflejó en el resultado grupal.

## Referencias

- Acevedo, J. (1997). Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Un enfoque innovador para la enseñanza de las ciencias. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 10, 269-275.
- Acevedo, J. (2009). *Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS*. Madrid, España: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI.
- Aikenhead, G. S. (2006). *Science education for everyday life: Evidence-based practice*. New York: Teachers College Press.

- Aikenhead, G. S. (2011). Towards a cultural view on quality science teaching. En D. Corrigan, D.; Dillon, J. y Gunstone, R. (Eds.). *The professional knowledge base of science teaching*. New York: Springer eBooks.
- Comín, P., y Font, B. (1999). *Consumo sostenible*. Barcelona: Icaria.
- Corrigan, D.; Dillon, J. & Gunstone, R. (Eds.). (2011). *The professional knowledge base of science teaching*. New York: Springer eBooks.
- Erazo, M. (2011). Enseñar y Aprender Investigando. Hacia la construcción de un Modelo de Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias por Investigación. En *Investigación en el aula: El pensamiento del profesor – Enseñanza y Aprendizaje por Investigación*. Universidad Pedagógica Nacional de Colombia. Programa de Maestría en Docencia de la Química.
- Gabel, D. L. & Bunce, M. D. (1994). *Research on problem solving: chemistry in handbook of research on science teaching and learning*. Nueva York: MacMillan Pub. Co.
- Llistar, D. y Roa, T. (2005). El caso del Embalse del Muña: inversión pestilente en manos de ENDESA. *Ecología política*, 30, 7-20.
- López Cerezo, J. (2009). *Ciencia, tecnología y sociedad: El estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos*. Madrid, España: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI.
- Martínez, L.; Peñal, D. y Villamil, Y. (Noviembre de 2007). Relaciones ciencia, tecnología, sociedad y ambiente a partir de casos simulados: una experiencia en la enseñanza de la química. En *Ciência & Ensino*, 1. Edición especial.
- Membiela, P. (1995). Ciencia-tecnología-sociedad en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales. *Alambique*, 3, 7-11.
- Uríz, N.; Biain, I.; Cutrín, C.; Elcarte, M.; Etxaniz, M.; Fresneda, J y Zudaire, E. (1999). *El aprendizaje cooperativo. Unidad Técnica de Diseño y Desarrollo Curricular*. Pamplona: Fondo de Publicaciones del Gobierno de Navarra.

## Apéndice

### Entrevista a cerca del Embalse del Muña

#### Objetivo

Documentar los diferentes conocimientos que los habitantes de Sibaté tienen sobre el impacto que ha tenido, en los pobladores y su hábitat, la creación del Embalse del Muña, para así construir un referente histórico de dicho embalse.

#### Descripción de la actividad

Elija un habitante de Sibaté que, preferiblemente, haya nacido o viva allí desde la construcción del embalse del Muña. Formule a la persona elegida las siguientes preguntas y documéntelas por cualquiera de estos medios, o por los tres, si usted lo considera útil: escrito, grabación de voz o filmación.

Diligencie los espacios en blanco con la información correspondiente:

1. Nombres y apellidos

-----  
Edad \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_

2. ¿Hace cuántos años vive en Sibaté?

\_\_\_\_\_

3. Si no nació aquí, ¿por qué vino a vivir a Sibaté?

\_\_\_\_\_

4. ¿Con quién vive en Sibaté?

\_\_\_\_\_

5. ¿Hace cuánto se formó el Embalse del Muña?

\_\_\_\_\_

6. ¿Por qué se formó el Embalse del Muña?

\_\_\_\_\_

7. ¿Qué cambios hubo en el municipio en ese momento?

\_\_\_\_\_

8. ¿Qué actividades se realizaban en el embalse y sus alrededores en esa época?

\_\_\_\_\_

9. ¿Cuándo empezó a contaminarse el embalse?

\_\_\_\_\_

10. ¿Por qué empezó a contaminarse el embalse?

\_\_\_\_\_

11. ¿Qué cambios hubo en las actividades de las personas después de la contaminación del embalse?

\_\_\_\_\_

12. ¿Ha observado cambios en la salud de las personas desde la contaminación del embalse? ¿Cuáles?

\_\_\_\_\_

13. ¿Qué piensa del embalse en este momento?

\_\_\_\_\_

14. ¿Qué cree que se debería hacer para mejorar la condición del embalse?

\_\_\_\_\_

Firma

\_\_\_\_\_

# UNA PROPUESTA DE APRENDIZAJE DE “LA ESTRUCTURA DE LA MATERIA” DESDE LA PERSPECTIVA CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD Y AMBIENTE (CTSA)

A proposed to study “the structure of matter” based on the perspective of Science-Technology-Society-Environment (STSE)

Recibido: 15 de agosto de 2013 • Aprobado: 14 de abril de 2014

Yair Alexander Porras Contreras\*

## Resumen

El presente artículo es una reflexión documentada acerca del aprendizaje de la “estructura de la materia”, a partir del enfoque ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA). Para tal fin, se señala la necesidad de acercar a los estudiantes a la construcción de modelos explicativos, mediante la comprensión de los tres niveles de representación que se utilizan cuando se explican las propiedades de la materia: macroscópico, submicroscópico (nanoscópico) y simbólico. De igual manera, se plantea el tratamiento didáctico de situaciones sociocientíficas, tomando como punto de referencia el establecimiento de puentes explicativos, desde el nivel macroscópico hasta el atómico-molecular, y con la ayuda de preguntas estructurantes.

Palabras clave: *estructura de la materia, cuestiones sociocientíficas, aprendizaje.*

## Abstract

This paper presents a documented reflection about the learning of the “structure of the matter”, with a focus in relationships between science, technology, society and environment (STSE). For that, we distinguish the need to bring students to the construction of explanatory models, from comprehension of three levels of representation: macroscopic; submicroscopic (nanoscopic) and symbolic. In the same way, we take as reference point, the didactic treatment

---

\* Profesor del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Correo electrónico: yairporras@yahoo.es

of social scientific issues, in order to establish an explanatory process from the macroscopic level up to the atomic-molecular, around of structuring questions.

Keywords: *structure of matter, social scientific issues, learning.*

## Introducción

El Proyecto Internacional de Enseñanza y Aprendizaje de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (EANCYT), como su nombre lo indica, se enfoca en mejorar la comprensión sobre la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT) de estudiantes y profesores de siete países (Callejas, Mendoza y Porras, 2012). Dicho proyecto señala como causas frecuentes de las visiones distorsionadas y empobrecidas de la ciencia y la tecnología, junto con el creciente desinterés de los estudiantes en su estudio (Elías, 2008), a la presentación de conocimientos ya elaborados y al desconocimiento o refuerzo de ideas alternativas por parte de la enseñanza tradicional. Parte de estas representaciones, propugnan visiones descontextualizadas, elitistas, individualistas, inductivas, rígidas, algorítmicas, aproblemáticas, lineales, ahistóricas, y analíticas de la actividad científica y tecnológica (Gil, *et al*, 2005; Ruiz, Martínez y Parga, 2009; Martínez y Parga, 2013), con lo cual se impide que los estudiantes evalúen las implicaciones del conocimiento en la interpretación y la transformación de la realidad, requisito fundamental para desarrollar una actitud comprometida en el aula de clase, alejada de actitudes apáticas y generalizaciones acríticas.

En tal sentido, una propuesta de investigación que pretende reconocer la formación

científica y tecnológica como un campo de estudio enfocado a la formación ciudadana, parte de una tesis democrática, en la que se espera que la mayoría de la población disponga de los conocimientos científicos y tecnológicos necesarios para desenvolverse en la vida diaria, resolviendo los problemas que aquejan tanto al mismo conocimiento científico como a los grupos humanos, incentivando la toma de decisiones en el aula de clase con fundamento. Así, formar científica y tecnológicamente es un tema generador tan importante como “la estructura de la materia”, en cuyo caso implica incentivar la curiosidad e interés del estudiante por acercarse –desde un punto de vista sociocultural– a temáticas formuladas desde la ciencia y la tecnología.

Lo anterior conlleva “diseñar un currículum que ayude a los estudiantes a usar las teorías, los modelos y las formas de experimentar en química para poder predecir y explicar las propiedades y el comportamiento de algunos sistemas que se consideren relevantes” (Martínez *et al*, 2012, p. 361); para lo cual, según los autores, se debe ir más allá de la descripción de lo que sabemos, con el fin de modelar lo que pensamos. Además, es necesario clarificar el concepto de modelo, por ejemplo, para Gallego (2004) los modelos son “analogías de los sistemas reales; analogías que no tienen por qué ser necesariamente un simple conjunto de afirmaciones”, con lo cual se reconocen dos tipos de modelos: los mentales

que son de utilidad para la persona que los construye, de ahí que sean personales, idiosincráticos, incompletos e inestables (Greca y Moreira, 1998); y los materiales, que se construyen para comunicarse con otros individuos y tienen una carga empírica, es decir, pueden ser simbólicos (lenguaje científico y formalismo matemático), experimentales (tecnofactos, sistemas) e icónicos.

Para el caso particular de la estructura de la materia, los modelos materiales se evidencian a partir de los tres niveles de representación que se utilizan cuando se explican las propiedades de la materia: macroscópico, submicroscópico (nanoscópico) y simbólico (Johnstone, 1991; Talanquer, 2011; Martínez, *et al*, 2012). Asimismo, para diversos autores (Marson y Torres, 2011; Porras, 2006; Talanquer, 2009), gran parte de las dificultades que presentan los estudiantes en el aprendizaje de la Química radica en la incapacidad de establecer relaciones significativas entre las diferentes escalas y dimensiones de los modelos químicos. Por ejemplo, el nivel macroscópico, que incluye la experiencia cotidiana de las personas, es descrito por los científicos mediante representaciones del nivel simbólico que pueden ser pictóricas, matemáticas, físicas y computacionales; a través de ecuaciones químicas, gráficas, mecanismos de reacción y analogías. El nivel submicroscópico (nanoscópico), basado en la teoría atómico-molecular, es utilizado por los químicos para explicar comportamientos de partículas tales como electrones, moléculas y átomos; en cuyo caso también se basan en el nivel simbólico, el cual permite describir las interacciones que a la postre repercuten en fenómenos macroscópicos.

## Una secuencia de enseñanza-aprendizaje sobre la estructura de la materia

Desde sus inicios, el movimiento CTSA surgió como una propuesta holística que intentaba reivindicar el papel ciudadano en la toma de decisiones. Este enfoque formativo promovía la movilización de aquellas representaciones que defienden una aparente racionalidad institucionalizada con la que se vinculan estos conocimientos al *statu quo* vigente (Aikenhead, 2005). En este sentido, Benassar *et al* (2010) sostienen que dentro de los objetivos de la alfabetización científica y tecnológica, con los cuales se pretende contribuir al compromiso social y humanista del enfoque CTSA, está el de orientar los currículos para dinamizar aquellos objetivos y contenidos articulados a contextos de significación, en los cuales los estudiantes, actuando como ciudadanos, comprendan la naturaleza de la ciencia y la tecnología, con el propósito de discutir las implicaciones y las aplicaciones de los conocimientos construidos en comunidad, en contextos de experiencia y participación personal y social de los ciudadanos.

Martínez y Rojas (2006) señalan la importancia del enfoque CTSA en la formación ciudadana, a partir del análisis crítico de la producción científica y tecnológica, el estudio de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, sus implicaciones socio-ambientales y su interacción con las actitudes, intereses y valores que se construyen en comunidad; lo que integraría aspectos propios del desarrollo humano en la formación científica y tecnológica de los ciudadanos. Con miras

a una comprensión adecuada de los conceptos químicos, parece pertinente encaminarnos hacia un análisis de las interacciones entre los componentes de los sistemas termodinámicos y sus repercusiones. Dichos componentes que hacen parte de los gases, los líquidos, los sólidos y el estado plasma (sin olvidar el estado Einstein-Bose) los conocemos con el nombre de partículas, y ejemplos de estas son las moléculas, los átomos, los iones, los nucleones, los electrones, los hadrones, los quarks, etc.

Aquí se entiende por partículas como aquellas unidades reconocibles que componen un sistema en cualquier momento, cada una de las cuales tiene una estructura interna; situación que nos permite identificarlas desde una visión compleja, es decir, como mucho más que simples puntos geométricos. Las partículas pueden constituir por ellas mismas sistemas, ser estables o cambiar con el tiempo, como resultado de procesos que ocurren en el sistema, (por ejemplo reacciones químicas o nucleares) o bien por su estructura interna (decaimiento radioactivo).

Para entender la dinámica de un sistema de partículas es necesario introducir el concepto de energía cinética interna del sistema, definida como la sumatoria de las energías cinéticas de las partículas. Otro tipo de energía, derivada de las fuerzas internas que realizan trabajo sobre las partículas, como una consecuencia de su movimiento relativo, se denomina energía de interacción interna, y se define como la sumatoria de las energías de interacción entre pares de partículas. Un tercer tipo de energía, asociada con la estructura interna de las partículas, es la energía intrínseca de las partículas, la cual puede ser modificada como resultado de colisiones

inelásticas y otras interacciones entre las partículas, o bien por agentes externos.

Estas ideas permiten trascender la mirada reduccionista con la cual se diseñan actividades de aprendizaje desde la perspectiva tradicional, sobredimensionando un exclusivo cambio conceptual asociado a un cambio del contenido de las concepciones, recalándose una vez más los conocimientos declarativos en contra del aprendizaje significativo.

## La química en contexto: la estructura de la materia

Dada la complejidad de la estructura de la materia, es conveniente seguir las ideas de Gil *et al* (2005), quienes proponen la movilización de las representaciones de la NdCyT, a partir del tratamiento de problemas científicos, tecnológicos y socioambientales orientados por el modelo de investigación en la escuela. Consecuentemente, Corchuelo y Catebiel (2005) consideran prioritaria una transformación de la dinámica curricular hacia la resolución de problemas socialmente relevantes, para lo cual es indispensable el consenso y la negociación, reconociendo que en el conflicto se construyen referentes conceptuales y empíricos que permiten la elaboración de puentes argumentativos, aspecto clave para la comprensión de conceptos científicos y tecnológicos que permitan asumir con responsabilidad la participación de los estudiantes.

Desde esta perspectiva, se ha demostrado en diferentes estudios (Grace y Ratcliffe, 2002; Albe, 2008; Barrue y Albe, 2013) que los ciudadanos, lejos de utilizar los conocimientos

científicos en el estudio de cuestiones socio-científicas (Beltrán, 2010; Torres y Martínez, 2011; Casallas y Martínez, 2013), basan sus argumentos en juicios de valor, por lo que la toma de decisiones es un aspecto pendiente en la formación de ciudadanos responsables. Consecuentemente, compartimos los planteamientos de González-Gaudiano y Meira (2009) cuando cuestionan el tratamiento cientificista de las problemáticas sociocientíficas en la escuela. Para estos autores, el hecho de atiborrar los programas educativos con temáticas físico-químicas y ecológicas, de las cuales existe una gran cantidad de información, promueve el distanciamiento de las personas hacia la realidad ambiental, considerándose tan compleja que solo los científicos pueden tener la experticia suficiente para entenderla.

## Consideraciones finales

Lo que se pretende en una secuencia de aprendizaje relacionada con la estructura de la materia es contribuir a que los estudiantes conozcan y diferencien los tres niveles de representación que se utilizan cuando se explican las propiedades de la materia: macroscópico, submicroscópico (nanoscópico) y simbólico. Adicionalmente, se propone mejorar la comprensión de la NdCyT y el desarrollo de actitudes científicas hacia la ciencia y su aprendizaje, mediante tratamiento de cuestiones sociocientíficas y el desarrollo didáctico de algunos ítems del “Cuestionario de opiniones sobre ciencia, tecnología y sociedad (COCTS)”, el cual se utiliza para evaluar la eficacia del aprendizaje de las unidades elaboradas mediante un diseño pretest y postest.

Esta propuesta sigue los principios del aprendizaje de las ciencias como investigación

orientada (Gil, 1993, 1999), los cuales se resumen a continuación:

1. Se plantean situaciones problemáticas por parte del docente y los estudiantes que motiven el proceso de aprendizaje y que proporcionen una idea general de la investigación.
2. Se propone un estudio cualitativo de las situaciones problemáticas y la toma de decisiones, utilizando búsquedas bibliográficas y experiencias cotidianas, con el fin de que los estudiantes delimiten el problema y expliciten sus ideas.
3. Los problemas se trabajan siguiendo una orientación científica con el objeto de que se emitan hipótesis (explicitándose las ideas previas), se elaboren estrategias de resolución y se cotejen los resultados con los de otros grupos, espacio propicio para el diálogo entre pares y la construcción colectiva.
4. Los nuevos conocimientos se aplican a nuevas situaciones para profundizar y afianzarlos, haciéndose énfasis en las relaciones CTSA, con una retroalimentación del proceso. En todo el proceso es prioritario favorecer las actividades de síntesis, la elaboración de productos como mapas conceptuales, memorias, etc., y la concepción de nuevos problemas.

La siguiente es la propuesta didáctica para el aprendizaje de la estructura de la materia en estudiantes de grado once. Se fundamenta en las ideas de Martínez, et al (2012), Bennett y Lubben (2006), Porras (2006), Gabel (1999), desde la perspectiva CTSA:

Cuestión sociocientífica	Pregunta estructurante	Ideas químicas
¿Qué variables tendría en cuenta un científico para buscar vida en otros planetas? ¿En vez de carbono, pueden existir seres vivos de silicio?	¿Cómo exploramos y modelamos la estructura de los átomos?	Analizando interacciones energía-materia (radiación electromagnética, fundamentos de espectroscopia, espectros atómicos). Generando modelos (modelos de cuantización energética). Identificando patrones (propiedades periódicas).
¿Qué estudios moleculares se realizan en los análisis de la química forense?	¿Cómo determinamos la estructura molecular de una sustancia?	Analizando interacciones luz-materia (espectroscopia). Identificando patrones (patrones de enlace Valencia). Generando modelos (diversos modelos de enlace y geometría molecular).
¿Cómo ocurre la destrucción de la capa de ozono en la atmósfera superior y el efecto invernadero en la atmósfera baja? ¿Por qué las nubes se consideran una manifestación de los procesos termodinámicos de la atmósfera?	¿Cómo predecimos y explicamos las propiedades físicas de las sustancias?	Analizando distribución de carga (electronegatividad, polaridad). Modelando interacciones (interacciones intermoleculares e interacciones luz-materia). Reconociendo escalas (propiedades emergentes).

## Referencias

- Aikenhead, G. (2005). Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame. *Educación Química*, 16(2), 114-124.
- Albe, V. (2008). When scientific knowledge, daily life experience, epistemological and social considerations intersect: Students' argumentation in group discussion on a socio-scientific issue. *Research in Science Education*, 38, 67-90.
- Alonso, M. y Finn, E. (1995). An integrated approach to thermodynamics in the introductory physics course. *Physics Teacher*, 33.
- Alonso, M. & Finn, E. (1997). On the notion of internal energy. En *Physics Education*, 32(4), 256-264.
- Barrue, C. & Albe, V. (2013). Citizenship Education and Socioscientific Issues: Implicit Concept of Citizenship in the Curriculum, Views of French Middle School Teachers. *Science & Education*, 22, 1089-1114.
- Beltrán, M. J. (2010). Una cuestión socio-científica motivante para trabajar pensamiento crítico. *Zona próxima*, 12, 144-157.
- Bennassar, A.; Vázquez, A.; Manassero, M. & García-Carmona, A. (2010). *Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología*. Madrid, España: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI.
- Bennett, J. & Lubben, F. (2006). Context-based Chemistry: The Salters approach. *International Journal of Science Education*, 28(9), 999-1015.

- Callejas, M.M., Mendoza, E. & Porras, Y. (2012). Unidades Didácticas para aprender sobre la naturaleza de la ciencia y la tecnología en educación básica (Proyecto EANCYT). Anais do II Seminário Hispano Brasileiro – CTS. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 3(3), 116-128.
- Casallas, E y Martínez L. (2013). La seguridad alimentaria: una cuestión controvertida en la escuela. *Biografías*, 6(10), 59-67.
- Corchuelo, M. y Catebiel, V. (2005). Orientaciones curriculares con el enfoque CTS para la educación media. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 18, 121-131.
- Elías, C. (2008). *La razón estrangulada*. Colección Debate. Random House Mondadori: Barcelona.
- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548-554.
- Gallego, R. (2004). Un concepto epistemológico de modelo para la didáctica de las ciencias experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(3), 301-319.
- Gil, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza / aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212.
- Gil, D. (1999). *El modelo constructivista de enseñanza / aprendizaje de las ciencias: una corriente innovadora fundamentada en la investigación*. Organización de Estados Iberoamericanos. Recuperado de [www.oei.org.co/oeivirt/gilo2.htm](http://www.oei.org.co/oeivirt/gilo2.htm).
- González Gaudiano, E. y Meira Cartea, P. (2009). Educación, comunicación y cambio climático. *Trayectorias*, 11(29), 6-38.
- Grace, M. y Ratcliffe, M (2002). The science and values that young people draw upon to make decisions about biological conservation issues. *International Journal of Science Education*, 24, 1157-1169.
- Greca, I. y Moreira, M. A. (1998). Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 15(2), 107-120.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75-83
- Marson, G. A. & Torres, B. B. (2011). Fostering multi-representational levels of chemical concepts: a framework to develop educational software. *Journal of Chemical Education*, 88(12), 1616-1622.
- Martínez, L. y Rojas, A. (2006). Estrategia didáctica con enfoque ciencia, tecnología sociedad y ambiente, para la enseñanza de tópicos de bioquímica. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 19, 44-62.
- Martínez, L. y Parga, D. (2013). La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA. *Gondola*, 8(1), 22-33.
- Martínez, A.; Valdés, J.; Talanquer, V. y Chamizo, J. A. (2012). Estructura de la materia: de saberes y pensares. *Educación Química*, 23(3), 361-369.

- Porras, Y. (2006). El análisis histórico, epistemológico y didáctico como una concreción del modelo de aprendizaje de la termodinámica por investigación. En *Tecné, Episteme y Didaxis*, 20, 17-41.
- Ruiz, D.; Martínez, L. y Parga, D. (2009). Creencias de los profesores de preescolar y primaria sobre ciencia, tecnología y sociedad, en el contexto de una institución rural. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 25, 41-61.
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic? The many faces of the chemistry triplet. *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195.
- Talanquer, V. (2010). Construyendo puentes conceptuales entre las varias escalas y dimensiones de los modelos químicos. *Educación Química*, 5, 11-17.
- Torres, N. y Martínez, L. (2011). Desarrollo de pensamiento crítico en estudiantes de fisioterapia, a partir del estudio de las implicaciones sociocientíficas de los xenobióticos. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 29, 65-84.

# ENCULTURACIÓN CIENTÍFICA A PARTIR DE LA ARGUMENTACIÓN: UNA CUESTIÓN SOCIOCIENTÍFICA (CSC) SOBRE IMPLANTES ESTÉTICOS\*

Scientific enculturation since argumentation: one socio-scientific question on aesthetic implants

Recibido: 25 de septiembre de 2013 • Aprobado: 17 de abril de 2014

Ingrid Xiomara Carvajal\*\*  
Leonardo Fabio Martínez\*\*\*

## Resumen

Este artículo presenta el resultado parcial de la implementación del trabajo de grado, *Enculturación científica a partir de la argumentación: una cuestión sociocientífica (csc) sobre implantes estéticos*, para optar al título de Licenciada en Química. Dicho trabajo fue desarrollado mediante una secuencia de enseñanza, en la Institución Educativa Distrital Provincia de Quebec (nombre del colegio donde se realizó el estudio), ubicada en la Localidad de Usme de la ciudad de Bogotá D.C. La propuesta nace de la necesidad de articular la producción científica con la enseñanza de la química, mediante situaciones controversiales que permitan el fortalecimiento de habilidades argumentativas y de formación ciudadana, a partir de las cuales los estudiantes generen razonamientos científicos, éticos y morales sobre esta y otras cuestiones de corte sociocientífico.

Palabras clave: *cuestiones sociocientíficas, argumentación científica, implantes estéticos, secuencia de enseñanza, relaciones ciencia/tecnología/sociedad/ambiente (CTSA).*

---

\* El presente trabajo corresponde a un producto de la formación inicial del profesorado asociado al Proyecto Colombo-Brasileño de Formación de Profesores en la interfaz universidad-escuela COL-UPN-531-12, cofinanciado por Colciencias y liderado por el grupo de investigación "Alternaciencias" de la Universidad Pedagógica Nacional.

\*\* Licenciada en Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Profesora de Química del Colegio Nuestra Señora de Nazareth, Purificación (Tolima). Correo electrónico: xiomicarvajal@gmail.com

\*\*\* Doctor en Educación para la Ciencia de la Universidade Estadual Paulista, Bauru, Brasil. Profesor de planta de la Universidad Pedagógica Nacional. Correo electrónico: lemartinez@pedagogica.edu.co

## Abstract

This paper presents partial results about implementation of the thesis for obtain the degree in chemistry teacher, entitled “scientific enculturation based on the argumentation: a socio-scientific question on aesthetic implant”. It was developed in a neighborhood of the Bogota city, Colombia, through a teaching sequence. The proposal stems from the need to articulate scientific literature with teaching of chemistry since controversial situations that allow strengthen both, argumentative skills and civic education. So, students can generate scientific reasoning, ethical and moral on this and other socio-scientific topics.

Keywords: *social scientific issues, scientific reasoning, aesthetic implants, teaching sequence, relationships science-technology-society-environment (STSE).*

## Introducción

La implementación de estrategias que favorezcan el proceso de enseñanz-aprendizaje, desde el desarrollo de habilidades argumentativas que partan de situaciones reales de tipo controversial, favorece el uso y la apropiación del lenguaje científico como forma de sustentar posturas y la toma de decisiones que involucren la ciencia y la tecnología. Dichas estrategias son importantes en el aula de clase y en el currículo debido a la necesidad de articular la producción de conocimiento científico y tecnológico con el conocimiento escolar desde sus implicaciones sociales. Por esta razón, este trabajo aborda la utilización de las CSC y su aporte al desarrollo de niveles de argumentación desde una secuencia de enseñanza y su contribución a la *enculturación científica*.

Desde esta perspectiva, el siguiente trabajo utilizó las cuestiones sociocientíficas (CSC) como una estrategia didáctica enmarcada desde el enfoque ciencia/tecnología/sociedad/ambiente (CTSA). Esto último obedece

a que los resultados obtenidos de otras investigaciones, por ejemplo el trabajo de Pinzón y Salazar (2012), evidencian que es posible, desde este enfoque, potenciar habilidades de argumentación, utilizando elementos del lenguaje científico para construir posturas críticas en situaciones reales que involucren la utilización de la ciencia y la tecnología (C&T) y sus implicaciones sociales.

Teniendo en cuenta lo anterior, la propuesta analizó, a través de los elementos de la argumentación propuestos por Jiménez (2010), el desarrollo de la comprensión conceptual, el favorecimiento de actitudes positivas hacia la ciencia, y la relación de estos elementos con aspectos de la realidad de los estudiantes y su entorno delimitado por un contexto socio-económico y cultural. Para trabajar los aspectos mencionados se propuso una secuencia de enseñanza-aprendizaje como estrategia de inclusión de las CSC enmarcadas en el campo de investigación. Lo anterior favorece el desarrollo de competencias y habilidades de manera progresiva, dando protagonismo a aquello que

promueva el interés y la motivación en los y las estudiantes, mediante la elaboración de redes conceptuales que permiten la interacción (en torno a su diseño e implementación) tanto del docente como del estudiante. También porque no es una estrategia cognitiva de tipo aditivo, sino interrelacionada y estructurada de manera progresiva, de tal forma que una actividad complementa y amplía la anterior, de acuerdo con la evaluación progresiva; en otras palabras, presenta el aprendizaje como proceso colaborativo y contextual.

## Desarrollo

Para el desarrollo de la propuesta se seleccionó una población de 27 estudiantes<sup>1</sup> pertenecientes a la Institución Educativa Distrital Provincia de Quebec, ubicada en Usme en la ciudad de Bogotá D.C.; cuya selección se hizo teniendo en cuenta las siguientes razones:

Se encuentran en la fase inicial de la formación básica y media, lo que permite desarrollar habilidades de tipo argumentativo facilitando una aproximación a la enculturación científica.

Las edades de la población facilitan el trabajo con cuestiones controvertidas y de interés, que posibiliten la motivación de los estudiantes por temas científicos y tecnológicos.

Se encuentran en la etapa de la adolescencia en la que se deben desarrollar valores como la autoestima, identidad y reconocimiento por el otro, fundamentales para el ejercicio de su rol social.

<sup>1</sup> Entre los 12 y los 15 años de edad, conformado por 14 mujeres y 13 hombres.

Posteriormente se propone una secuencia de enseñanza que consta de tres fases: fase inicial, fase de apertura y fase de cierre para el desarrollo de los niveles de argumentación mediante la CSC en los y las estudiantes. La selección de la secuencia de enseñanza se realizó por las siguientes razones:

- Es un tipo de red conceptual que permite la interacción (con respecto a su diseño e implementación) tanto del docente como del estudiante: al primero lo lleva a examinar las necesidades conceptuales, procedimentales y actitudinales de los estudiantes, con el fin de presentar un material atractivo y creativo; mientras que al segundo lo invita a exigirse en la construcción mental y en la investigación, utilizando todos los recursos posibles para construir de manera paralela la secuencia, desarrollando también una relación dialógica del trabajo maestro-estudiante.
- Siguiendo los planteamientos de Zenteno-Mendoza y Garritz (2010), para la elaboración de secuencias de enseñanza se deben tener en cuenta actividades pertinentes para el autoaprendizaje, el aprendizaje interactivo y el aprendizaje colaborativo. En el primer aspecto las actividades pueden girar en torno al estudio individual, la búsqueda de información, la elaboración de ensayos, historietas, mapas mentales e investigaciones escolares. En el segundo aspecto se promueve el desarrollo de conferencias, entrevistas, visitas guiadas a museos, industrias y laboratorios, así como el desarrollo de debates y seminarios. En el último aspecto se tratan estudio de casos, formulación de proyectos estudianti-

les y solución de problemas. Además de lo anterior, los autores sustentan que, a la luz de las investigaciones recientes, las secuencias de enseñanza exitosas son aquellas que consideran los intereses de los estudiantes y ofrecen una contextualización social de los aprendizajes, de tal manera que favorezcan procesos de argumentación en el aula.

Por otra parte, la intervención didáctica se dividió en tres momentos:

**Primer momento:** se propuso y se evaluó el proyecto de investigación con respecto a aspectos como la pertinencia, la coherencia, la selección de la población o sujetos de investigación, el tiempo de intervención y trabajo en la Institución Educativa Distrital Provincia de Quebec.

**Segundo momento:** aplicación de actividades de la primera fase de la secuencia de enseñanza (fase de apertura). Con los resultados obtenidos de esta se planearon y se implementaron las actividades de las siguientes fases. Algunas de las consideraciones que se tuvieron en cuenta para dichas fases (desarrollo y cierre) fueron las siguientes:

- Actividades que fomenten en los estudiantes el interés, la motivación y la curiosidad. Al respecto, encontramos que dichos factores se potencian a través de la presentación de videos, reportajes televisivos o en prensa escrita con imágenes que narran hechos impactantes (por ejemplo, las situaciones médicas extremas producto de la utilización de Ácido Hialurónico (AH) falso o el caso de los implantes siliconados PIP).

- Actividades que involucren la lúdica y que cambien constantemente. Esto debido a que los sujetos de la investigación se caracterizaron por ser estudiantes activos que muestran apatía ante la rutina o repetición de una misma forma de actuar por parte del docente en el aula de clase.
- La intervención del docente cuando esta no denota la “autoridad del conocimiento” sino al orientador de la construcción de este. Para cuyos efectos se tuvo en cuenta las apreciaciones e intervenciones de los estudiantes, en cuanto a las opiniones de cómo debía realizarse la clase, incluyendo parámetros de los materiales a utilizar, tiempo de realización, y formas de evaluarlas; fortaleciendo así la imagen del docente y la relación docente-estudiante.
- La pertinencia del material presentado a los estudiantes frente al lenguaje científico, pues el desarrollo del concepto del AH y los implantes siliconados requerían de ideas previas para abordar parte de la Química Orgánica que, según el currículo, se enseña en los dos últimos grados de la educación secundaria (los sujetos de la investigación pertenecían al grado séptimo de bachillerato).

**Tercer momento:** por último se analizó el material recolectado durante la intervención didáctica, con el fin de establecer los resultados obtenidos con los objetivos planteados, y la solución posible a la pregunta que orientó la investigación. Además, se generaron algunas consideraciones finales para mejorar la investigación en el aula de clase, por ejemplo, la utilización de CSC como una estrategia didáctica

que contribuya a la formación integral de los estudiantes de nuestro sistema educativo.

Teniendo en cuenta lo anterior, es válido aclarar que el tiempo total de la investigación fue de un año, divididos en 6 meses de construcción de la propuesta que incluyó el diseño de las actividades de apertura de la secuencia de enseñanza, pues los resultados de esta fueron tenidos en cuenta para la fase de desarrollo, la fase de cierre y la caracterización de la población. En los siguientes 6 meses se implementaron las actividades correspondientes a la fase de desarrollo y cierre, registrando la información obtenida en audio, video, registros escritos y un diario de campo llevado por la investigadora, para su posterior análisis.

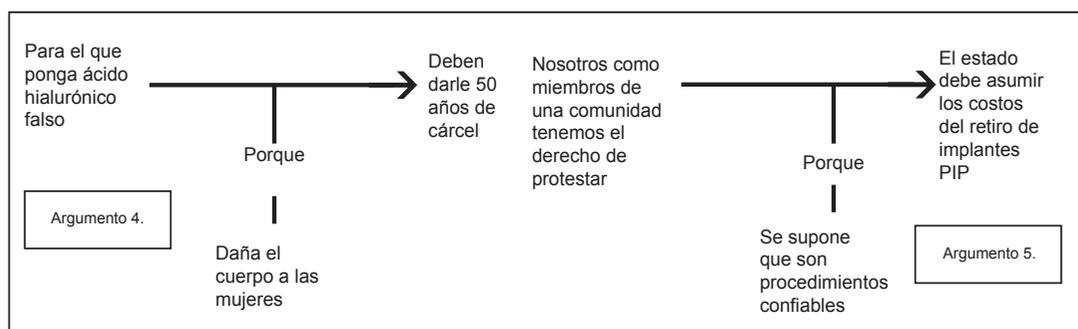
Después de la implementación se analizó la estructura de las construcciones comunicativas de los estudiantes, tales como la que se muestra a continuación, dada por el estudiante 17 durante la fase de apertura, quien respondió a la pregunta: ¿Si le ofrecieran pa-

garle implantes de AH, usted aceptaría? ¿Sí o no, y por qué?

**Estudiante 17:** pues yo dije que no, porque hay personas que están inyectando AH que es falso y por el caso de Jessica Cediel, y porque uno tiene que valorarse si Dios lo hizo a uno así.

**Estudiante 19:** yo no lo haría por plata porque yo me valoro primero que todo, y, digamos, si a uno le quedan cicatrices uno cómo va a quedar así. La plata no me va a hacer ver como era antes. Uno va a quedar rico pero igual uno va a quedar como deforme.

Argumentos como los siguientes fueron dados por estudiantes durante la fase de cierre. En estos se evidencia la mayoría de los elementos que conforman un argumento, además de mostrar un nivel 2 de argumentación, es decir, que construyen afirmaciones utilizando justificaciones aisladas o requeridas:



## Conclusiones

Algunas de las conclusiones obtenidas del análisis se describen a continuación:

- El desarrollo de los niveles de argumentación se vio favorecido por las actividades propuestas y por la intervención de CSC como una estrategia para la enseñanza de la ciencia (Química), pues los estudiantes se encontraron en un nivel 2 de argumentación, al finalizar la intervención didáctica. Esto significa que en la formulación de afirmaciones con justificaciones requeridas o aisladas, a pesar de presentarse este nivel durante la intervención, se evidenció una evolución en cuanto al uso de las pruebas y la información, no solo para generar las afirmaciones y justificaciones, sino también para la proposición de conclusiones que las sustentaran.
- Favoreció el acercamiento y las relaciones de confianza entre docente investigador y los estudiantes, en la medida en que se intercambiaron en el aula de clase una discursividad oral y escrita, estableciéndolas como elementos discutibles y debatibles desde las evidencias presentadas, además de tenerse en cuenta las concepciones previas de los estudiantes.
- Posibilitó mostrar a los estudiantes la naturaleza cambiante, abstracta y trascendente de la construcción social de la ciencia (Química), evidenciado en el desarrollo de los razonamientos que problematizaron y colocaron en discusión las normas, valores, principios y formas de conducta vistos durante la intervención

didáctica como la formulación de afirmaciones con justificación por parte de los estudiantes.

## Referencias

- Beltrán, M. J. (2010). Una cuestión socio-científica motivante para trabajar pensamiento crítico. *Zona Próxima*, 12, 144-157.
- Garriz, A. y Zenteno-Mendoza, B. E. (2010). Secuencias dialógicas, la dimensión CTS y asuntos socio-científicos en la enseñanza de la química. *Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 7(1), 2-25.
- Martínez, L. F. (2010). *A abordagem de questões sociocientíficas na formação continuada de professores de ciências: contribuições e dificuldades*. Tesis doctoral en Educación en Ciencias, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, Brasil.
- Martínez, L. F. y Vargas N. J. (2007). *Enseñanza de las Ciencias para ciudadanía en estudiantes de educación media a partir de cuestiones científicas*. Bogotá, D.C.: Universidad Pedagógica Nacional.
- Menéndez, I. (s.f.). *Aprendizaje significativo y secuencias* Recuperado el 25 de marzo de 2013, de [http://ipes.anep.edu.uy/documentos/curso\\_dir\\_07/modulo2/materiales/inves/apren.pdf](http://ipes.anep.edu.uy/documentos/curso_dir_07/modulo2/materiales/inves/apren.pdf).
- Moreno Díaz, N. y Jiménez-Liso M. R. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 9(1), 54-70.

- Pinzón, Y. A. y Salazar, L. V. (2012). *Enculturación científica a través de la interdisciplinariedad de las cuestiones sociocientíficas (CSC)*. Tesis de maestría, facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, D.C., Colombia.
- Solbes, J. (2013). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico: Introducción. *Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 10(1), 1-10.
- Zenteno-Mendoza, B. & Garritz, A. (2010). Secuencias dialógicas, la dimensión CTS y asuntos socio-científicos en la enseñanza de la Química. En *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(1), 2-25.

# ANÁLISIS DE LAS ESTRUCTURAS ARGUMENTATIVAS, CONSTRUIDAS POR ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA, SOBRE LA CUESTIÓN LOCAL DEL USO DEL AGUA DE LOS VALLADOS DE CAJICÁ\*

Analysis of argumentative structures, built by students of high school,  
about the issue of local use of water in Cajica's fences

Recibido: 19 de septiembre de 2013 • Aprobado: 14 de abril de 2014

Juan Camilo Beltrán Martínez\*\*  
Leonardo Fabio Martínez Pérez\*\*\*

## Resumen

El siguiente artículo presenta los resultados de la aplicación de la primera secuencia de enseñanza, la cual hace parte de una unidad didáctica (UD) diseñada al rededor de una cuestión sociocientífica local (CSCL), denominada “El uso del agua de los vallados para el riego de hortalizas en el municipio de Cajicá”.

Palabras clave: *cuestión socio-científica local, argumentación, uso del agua.*

## Abstract

This paper presents results of application based on the first part of one didactic unity, designed around of an local socio-scientific issue named such: water use of fences to irrigate vegetables in Cajicá.

Keywords: *socio-scientific local issue, argumentation, water use.*

---

\* El presente artículo es producto de la formación permanente del profesorado asociado al “Proyecto Colombo-Brasileño de Formación de Profesores en la Interfaz Universidad-Escuela COL-UPN-531-12”, el cual fue cofinanciado por Colciencias y liderado por el grupo de investigación “Alternancias” de la Universidad Pedagógica Nacional.

\*\* Magíster en Docencia de la Química. Profesor de la Institución Educativa Departamental Antonio Nariño. Correo electrónico: jua\_n\_ka05@hotmail.com

\*\*\* Doctor en Educación en Ciencias. Profesor de la Universidad Pedagógica Nacional. Correo electrónico: lemar\_tinez@pedagogica.com

## Introducción

La implementación de estrategias basadas en el trabajo con cuestiones sociocientíficas fomenta habilidades como la argumentación, la toma de decisiones y el pensamiento crítico; por medio de la participación en debates o intervenciones (escritas u orales), generadas mediante el impacto de la ciencia y la tecnología en aspectos sociales. De esta manera, para la elaboración de propuestas que pretendan mejorar la práctica docente, es necesario el análisis de lo que se enseña, cómo se enseña y de las condiciones que se generan en la enseñanza habitual para el aprendizaje de las ciencias (Candela, 1991).

Con respecto a lo anterior, el uso de cuestiones sociocientíficas locales (CSCL) es relevante en la manera misma como los estudiantes se ven inmersos cotidianamente en la problemática, siendo este uno de los aspectos importantes a tener en cuenta para el diseño de secuencias de enseñanza. Así, debido a la ubicación geográfica de la Institución Educativa Departamental Antonio Nariño (municipio de Cajicá), la UD, “Vallados, uso industrial y agrícola”, está diseñada para ser aplicada en estudiantes de secundaria (grado once), puesto que la relación de ellos con los vallados es evidente, debido a la presencia de ellos en el colegio y en el lugar donde reside. En este sentido, la aplicación de la UD tiene como principal intención generar espacios de intervención dialógica en torno a la cuestión sociocientífica local, “el uso del agua de los vallados para riego de hortalizas en el municipio de Cajicá”, con el fin de analizar el proceso de argumentación ambiental, científica y ética.

En consecuencia, la UD consta de dos secuencias de aprendizaje referentes a la cuestión sociocientífica local mencionada, donde se desarrollan un total de 5 actividades, las cuales están mediadas por un objetivo de trabajo, indicaciones del profesor, artículos noticiosos, actividades de campo, reflexiones individuales, puestas en común y conclusiones. Lo anterior con el ánimo de orientar procesos integrales de formación que le permitan al estudiante desempeñarse con autonomía en su contexto sociocultural mediante el acceso al conocimiento, la cultura, la política, la economía, la ciencia y la tecnología. Por otra parte, ha sido diseñada con la intención de ser usada por estudiantes y docentes interesados en explorar nuevos materiales didácticos que enriquecen el quehacer en el aula, además de orientar el proceso de diseño curricular para la enseñanza.

## Descripción de aspectos teóricos y metodológicos de la secuencia didáctica

La primera secuencia (S1), titulada “El agua de los vallados: ¿problemática local?”, cuenta con dos actividades de iniciación: la primera, llamada “¿De qué lado estás?”, presenta un pleito local alrededor de la contaminación de fuentes hídricas con residuos industriales. La segunda actividad, denominada “¿Dónde estamos y qué hacemos?”, pretende ubicar a los estudiantes en el sector donde se encuentran, relacionando fuentes hídricas, vallados, industrias y zonas de cultivo.

Teniendo en cuenta que el objetivo general de esta investigación está orientado a analizar el

proceso de argumentación ambiental, científica y ética en estudiantes de grado once, generado a través de una secuencia de enseñanza alrededor de una CSLC, denominada “El uso del agua de los vallados para el riego de hortalizas en el municipio de Cajicá”, se utilizó la teoría de análisis de argumentación descrita por Liakopoulos (2002), la cual referencia la teoría de argumentación de Toulmin (2006) e indica que es importante establecer la composición de un argumento, y aunque no es común encontrar uno completo, es necesario definir claramente cada una de sus partes, así:

- **Proposición:** afirmación que contiene una estructura, como resultado de un argumento apoyado en datos.
- **Dato:** hecho o evidencia que está a disposición del creador del argumento. Es información que se relaciona directamente con la proposición central y legitima la conclusión
- **Garantía:** es una premisa que consta de razones, autorizaciones y reglas que legitiman la proposición. Es también el paso lógico a la conclusión.
- **Apoyo:** es una premisa explícita usada para dar fuerza a la garantía. Es un medio que legitima el proceso
- **Refutación:** premisa que brinda la excepción a la regla.

Por otra parte, de acuerdo con este autor, el análisis de argumentación proporciona una mejor comprensión de la estructura del argumento puesto en debate. De esta manera dispone unos pasos que se enlistan a continuación:

- **Recolección de una muestra representativa,** que incluye los puntos de vista de las partes interesadas en el debate.
- **Síntesis de los puntos principales** en un párrafo.
- **Identificar las partes usando definiciones previas** y probando su lógica.
- **Presentación esquemática de las partes del argumento** con el fin de que estas sean fácilmente leídas en su relación mutua.
- **Interpretación,** en términos del contexto, y teniendo en cuenta la construcción del argumento y la complejidad de este.

Para determinar el nivel argumentativo se toma como referencia el modelo de Driver y Newton (citado por Moreno y Martínez, 2009), a partir del cual se propone la tabla 1, que clasifica los niveles con respecto a las proposiciones entorno al uso del agua de los vallados.

**Tabla 1.** Niveles de argumentación

Proposiciones que abarca el proceso argumentativo	Nivel de argumentación
Proposición aislada sin garantía	0
Proposición requerida sin garantía	0
Proposición aislada con garantía	1
Proposición requerida con garantía	1
Proposición con garantía	1
Proposición competitiva con garantías	2
Proposición con garantía y cualificador	2
Proposiciones competitivas con garantía y cuestionamiento	2
Proposición competitiva con cuestionamiento	2
Proposición requerida competitiva con garantía	2

Proposiciones competitivas con garantías y cualificadores	3
Proposiciones requeridas compitiendo con garantías y cualificadores	3
Proposiciones competitivas con garantías, respondiendo por refutación	3
Proposiciones requeridas compitiendo con garantías y a su vez dichas proposiciones responden a refutaciones respondiendo por refutación	3
Juzgamiento integrando diferentes argumentos	4

**Fuente:** adaptado de Moreno y Martínez (2009).

De esta manera, para el análisis de la información recolectada se definieron las siguientes convenciones.

E1 – E18	Estudiantes participantes
P	Profesor
UD	Unidad didáctica
S1	Secuencia de enseñanza 1
S2	Secuencia de enseñanza 2
A1	Actividad I
A2	Actividad II
A3	Actividad III
TAU1	Transcripción audio sesión 1
TAU2	Transcripción audio sesión 2
TAU3	Transcripción audio sesión 3
TAU4	Transcripción audio sesión 4
IE	Intervención escrita
IO	Intervención oral
ANV	Argumento no válido

## Análisis de la argumentación en el desarrollo de la secuencia de enseñanza 1 (S1): “El agua de los vallados: ¿problemática local?”

Esta secuencia de enseñanza está compuesta por dos actividades de introducción, mediante las cuales se pretende describir la situación inicial de los estudiantes respecto a los

usos del agua. Por ejemplo, la argumentación generada a partir de un artículo que aborda una situación local, la caracterización de la población a la cual se le aplica la secuencia y el reconocimiento de los alrededores de la vereda con respecto a las relaciones vallados, agricultura e industria.

### *Usos del agua*

Para comenzar se plantea la solución de la siguiente situación:

Diariamente utilizas el agua en diferentes actividades, tanto en el hogar como en el colegio, sitios en donde disfrutas de tu tiempo libre. De acuerdo con esto, ¿cuáles son las acciones más frecuentes en las que usas el agua? Listalas de mayor a menor importancia y según tu criterio.

De acuerdo con las opiniones de los estudiantes, el uso más frecuente e importante para el agua es el consumo (beber o cocinar), en ese orden continúa el aseo personal, del hogar y de animales y automóviles. Tan solo un participante enlista como uso del agua el riego de plantas, no como parte de la actividad del agricultor sino como práctica ocasional en el hogar.

Estos datos obtenidos inicialmente enmarcan la población dentro de familias un poco lejanas de las prácticas industriales y agrícolas, al parecer con conocimientos muy restringidos acerca del uso del agua de los vallados en estos sectores.

### *Caracterización de la población*

La A2, “¿Dónde estamos y qué hacemos?”, cuenta con una encuesta que recopila información sobre la ubicación residencial, el origen de los vallados y ámbito laboral en el cual

se desempeñan las familias. Los resultados muestran una situación favorable para las intenciones de la unidad didáctica, puesto que la mayoría de los estudiantes viven en un sector rural, saben cuáles son los vallados y sus familias se desempeñan en sectores como la industria, la agricultura y el comercio. Sin embargo, se debe tener en cuenta que los que tienen vallados alrededor de la casa no le adjudican ningún uso, aunque sí reconocen que en ellos se puede encontrar agua lluvia, aguas residuales y vertidos de las empresas.

### *Argumentación escrita en la A1 de la S1*

“¿De qué lado estás?” es una actividad en la que se presenta un artículo de periódico que informa acerca de un pleito entre La CAR y la Alquería (empresa situada en Cajicá), entorno a la multa impuesta por contaminación del Río Frío con vertimientos industriales. El artículo citado introduce directamente a los estudiantes en función de la CSCL, no obstante se deben considerar los siguientes agentes como factores que hacen que el ambiente de clase sea diferente.

1. Clase no tradicional
2. El dispositivo para grabar audio
3. La unidad didáctica

Estos tres aspectos provocan un ambiente de tensión en la sesión, puesto que la metodología, la grabación y el material utilizados son nuevos elementos que generan temor para expresarse. Por otra parte, las intervenciones orales (IO), debido a la incomprensibilidad del audio, son escasas y el análisis de esta primera actividad se centra principalmente en las opiniones escritas (IE).

Después de la lectura del artículo se propone el desarrollo de cinco preguntas alrededor de la situación abordada. Luego de escuchar algunas respuestas requeridas, se pide una conclusión final. Luego de lo cual se obtienen los siguientes resultados:

¿Conoces los dos estamentos involucrados en este pleito y a qué se dedican? Explica tu respuesta.

¿Hay otras industrias en la zona?, ¿cuáles y a qué se dedican?

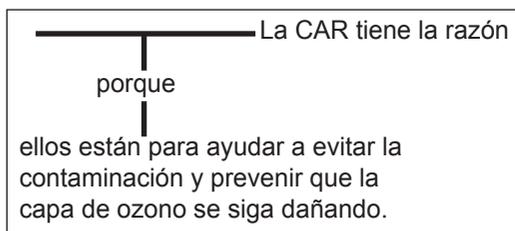
Todos los estudiantes reconocen a la empresa La alquería como una reconocida industria de lácteos y saben en dónde se sitúa. Por otra parte, la mayoría de los estudiantes señala que la CAR se dedica al cuidado del medio ambiente. Este aspecto es importante puesto que marca una controversia entre dos entes reconocidos, e incluso involucra elementos locales y de conocimiento público.

Adicionalmente, hay reconocimiento de otras empresas ubicadas en el municipio dedicadas a la fabricación de plásticos, productos de aseo, papel higiénico y cemento; demarcando una visión de una población destacada por su intervención industrial.

¿Quién crees que tiene la razón? ¿Por qué?

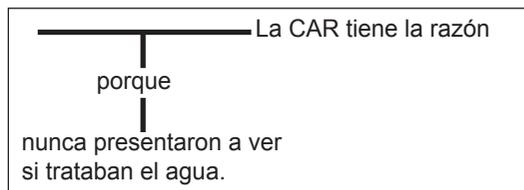
Las proposiciones obtenidas para esta pregunta se acercan a una argumentación ambiental, puesto que hacen referencia, explícita o implícita, a un organismo de control y sobre factores que pueden incidir en la conservación y el deterioro del medio ambiente (Heras, 2012). En el momento de decidir entre dos entidades reconocidas y estar de acuerdo con una de ellas, se hace evidente la

necesidad de proteger los recursos ambientales, dado que en los últimos años este se ha convertido en tema de interés para todos los ciudadanos, razón por la cual se pueden generar apreciaciones inadecuadas desde la perspectiva de conservación o delineadas por la creciente publicidad que incorpora criterios de preservación. En este sentido, se puede dejar de lado la posibilidad de que La Alquería esté realizando procedimientos adecuados para la disposición de las aguas residuales, simplemente por el hecho de reconocer a la CAR como una entidad protectora del medio ambiente. También se pueden encontrar diferentes clases de garantías que, junto con los datos que algunos estudiantes hicieron explícitos, de cierta manera, validan o no el argumento. De esta manera, se encuentran estructuras argumentativas no válidas (ANV) como las de E15 y E8<sup>1</sup>:



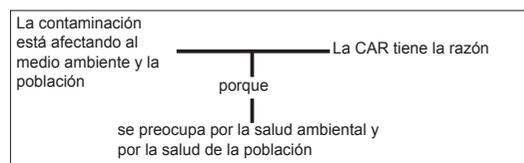
La estructura consta de datos implícitos y de una garantía, si la expresión anterior se lee de manera aislada es una proposición requerida con garantía. Sin embargo, dentro del contexto que se está hablando, la garantía no tiene relación alguna con la problemática abordada y esto puede indicar que los datos que se están utilizando tampoco son válidos.

1 Las estructuras se presentan de manera continua, en la medida en que se llevan a cabo las respectivas descripciones y análisis, sin necesidad de rotularlas.

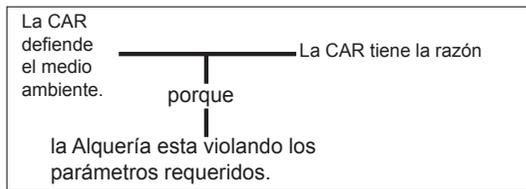


En este caso, aunque la garantía se aborda desde la temática particular que se está tratando, esta contradice la conclusión. La empatía entre la justificación y la conclusión hace que la proposición en general se torne confusa, además pierde fuerza y validez a la hora de tratar de reconocer la situación, aún más sin la presencia de datos explícitos.

También se encuentran estructuras argumentativas como las de E6, en la que el dato es explícito y la garantía es general; esto genera, al parecer, que no haya una relación específica con la problemática abordada en clase. Sin embargo, este es un argumento válido, puesto que la generalidad incluye ese componente concreto que, en este caso, es la contaminación del agua.

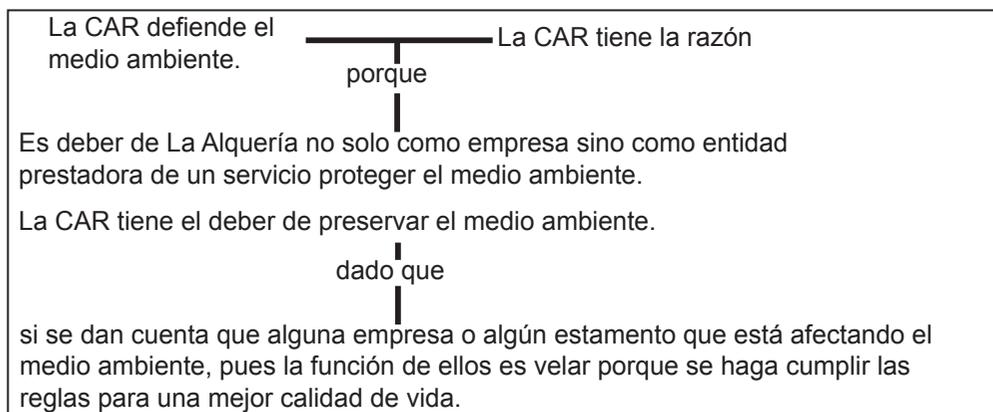


Por otra parte hay estructuras como las del E9, en las cuales existe un dato explícito y una garantía directamente ligada con la problemática propuesta. Se puede observar una proposición requerida con justificación que dentro del desarrollo de la actividad es considerada por los demás estudiantes, puesto que los convence, probablemente al hacerlos remitir a lo expresado en el artículo.



También se generan estructuras como las de E16, que se fortalecen en la medida en que se proporcionan datos implícitos, dos garantías y un apoyo. No obstante, en este caso en particular, hay que tener en cuenta que una

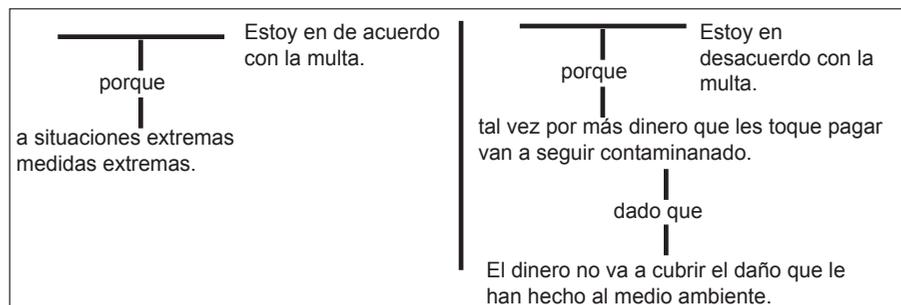
de las garantías y el apoyo son productos de la intervención oral (IO) y, si se revisa únicamente la intervención escrita (IE), simplemente es una proposición válida y esquematizada como las demás. Lo anterior podría indicar que los estudiantes son breves en las intervenciones escritas, pero a la hora de presentar la intervención oral robustecen su posición con aspectos propios o con los que los demás han proporcionado en el transcurso de la actividad.



¿Qué opinas acerca de la multa? ¿Estás de acuerdo o en desacuerdo? ¿Por qué?

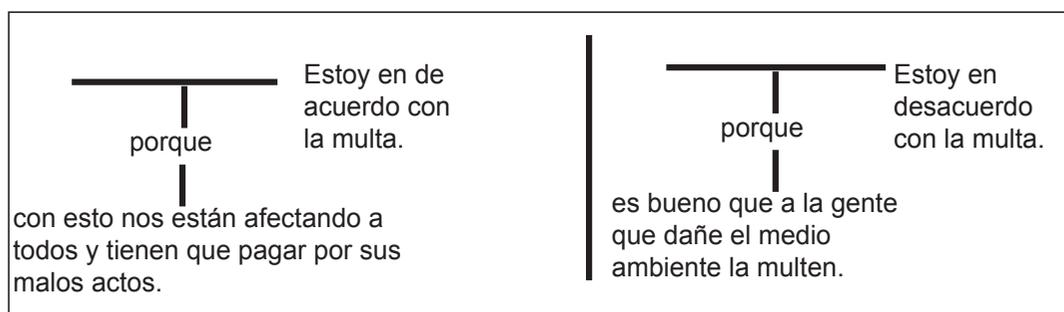
Las proposiciones obtenidas siguen haciendo referencia a una argumentación de tipo ambiental, enfatizando en el daño que se está causando. No obstante, en las respuestas para esta pregunta se pueden encontrar dos posiciones diferentes, no todos están de acuerdo con la multa. Inicialmente tres estudiantes en su intervención escrita (IE)

exponen la no aprobación de la sanción económica y la razón por la cual no están de acuerdo; mientras los demás lo hacen de la misma manera, manifestando estar de acuerdo con la multa. Como ejemplo se pueden tomar las estructuras argumentativas de E16 (izquierda) y E6 (derecha), mediante las cuales se puede establecer una diferente perspectiva sobre la importancia del dinero en cuestiones ambientales.



Además de la argumentación ambiental, en algunas intervenciones se puede entrever el inicio de una argumentación ética con el uso de calificativos como malo y bueno. Tal es el caso de las intervenciones de E7 (izquierda) y E14 (derecha), allí la inclusión de lo que es bueno o malo no debe calificar la validez de la proposición, puesto que las proposiciones éticas no dependen de hechos externos a las prácticas entre los sujetos en debate, sino que son internas y culturales. En consecuencia,

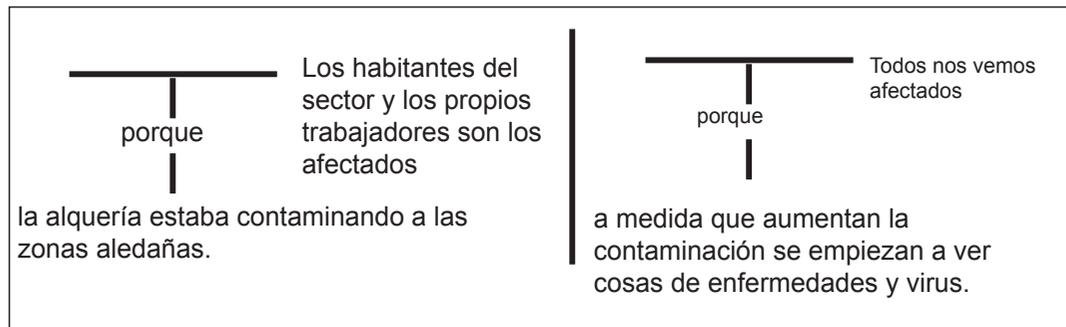
la coherencia de una estructura argumentativa ética no es evaluada externamente (Lariguet, 2010), sino mediante de una visión de una red de proposiciones socioculturales que muestren la sostenibilidad o insostenibilidad de la intervención. Para cuyos efectos, Lariguet (2010) propone el establecimiento de un consenso ideal que interpondría la falta de sensibilidad a la divergencia en materia de valores y la universalidad de los principios morales.



Para este caso no hay necesidad de establecer un consenso ideal, ya que el consenso factico es que contaminar no es un acto adecuado, y por ende es universal. Debido a esto, “pagar por sus malos actos” hace referencia a que contaminar es malo, y “es bueno que a la gente la multen” indica que universalmente es un correctivo para una acción inadecuada. De esta manera se puede entender que las tres proposiciones en las que los estudiantes no están de acuerdo con la multa escapan del mundo ético para argumentar desde las consecuencias y posibilidades futuras, confirmando que los principios universales no parecen brindar respuestas satisfactorias, quizá porque las prácticas morales cambian constantemente.

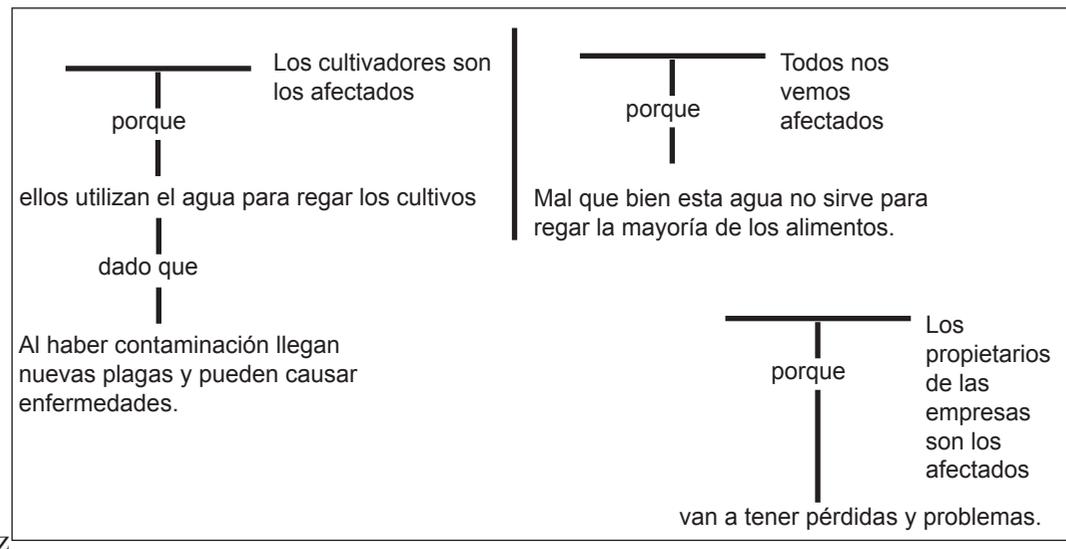
¿Qué opinas acerca de la multa? ¿Estás de acuerdo o en desacuerdo? ¿Por qué?

Esta pregunta les brinda a los estudiantes la libertad de elegir el final de la conclusión, situación que no ocurría con las preguntas anteriores. Las conclusiones más comunes son que la comunidad del sector es la más afectada o todos somos los afectados. En general, cuando atribuyen los daños a zonas cercanas que se contaminan por los vertimientos realizados por la industria, indican que esto afecta solo a los individuos del sector; y, cuando aseguran que todos se ven afectados, lo justifican desde las enfermedades que se pueden generar por la contaminación, ejemplo de estas dos afirmaciones son las IE de E9 (izquierda) y E15 (derecha), las cuales son argumentadas desde lo ambiental.



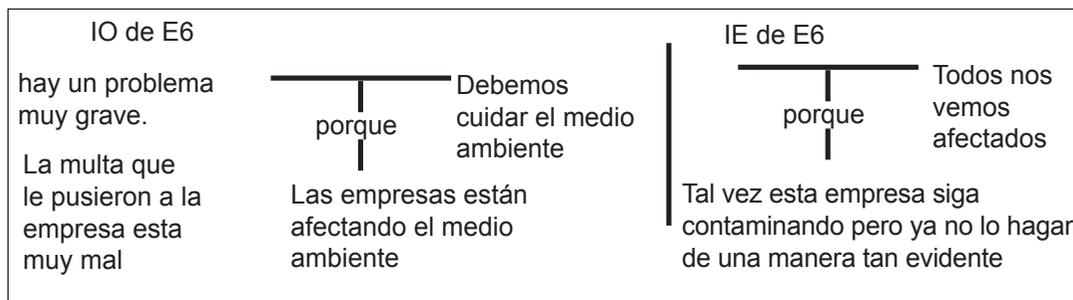
Intervenciones menos comunes son las de E10, E12 (izquierda) y E5 (derecha), las cuales introducen una conclusión desde el uso del agua para riego, con diferencia en el impacto generado. Estas afirmaciones son de gran importancia puesto que comienzan a introducir la cuestión sociocientífica explícitamente en el desarrollo de la UD y la confirmación de

que se está trabajando con una CSCL. No obstante, es preocupante que el conocimiento en profundidad de la problemática es muy somero y disperso. Así también se puede incluir la IE de E8 (inferior), que enfoca el problema de la situación hacia los dueños de la empresa y lo traduce en problemas legales acompañados de pérdidas económicas.



La A1 finaliza con la generación de una conclusión que se desprende del ejercicio de participar y dar a conocer los puntos de vista revisados anteriormente. Cabe resaltar que la grabación de esta parte de la actividad logra captar en audio algunas de las consi-

deraciones de los estudiantes; sin embargo, la mayoría son leídas textualmente, excepto la IO de E6, que según lo observado presenta una mejor habilidad de comunicación oral que escrita o simplemente en lo textual es más concreto.



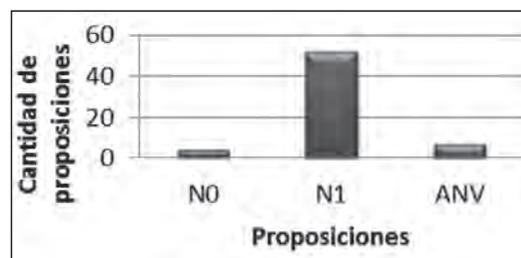
Igualmente, es necesario indicar que en la actividad, en términos generales, no se produce debate alguno, simplemente los estudiantes se limitan a leer lo desarrollado de manera escrita, probablemente por los agentes extraños que hacen la clase diferente. También es evidente que las estructuras de la mayoría de los estudiantes son más robustas, haciendo explícitos datos que en las preguntas abordadas anteriormente eran proposiciones y en algunos casos generaban apoyos para la garantía. De la misma manera se genera argumentación ambiental y ética que alude a los aspectos como la contaminación del agua, la multa, la misión de la CAR y la industria; sin embargo, se producen generalidades importantes como las de E5, E16 y E10 que, aunque presentan un nivel más bajo de argumentación, proporcionan acciones concretas de toma de conciencia. Por otra parte, se evidencia cómo la contundencia de intervenciones anteriores genera cambios de parecer, puesto que para algunos estudiantes la multa no es adecuada, pese a que en la pregunta trabajada anteriormente sí lo era.

## Conclusiones

Es necesario investigar acerca del papel de la argumentación en el aula de clase, a propósito del favorecimiento de la enculturación científica (Moreno y Martínez, 2009). De acuerdo con

lo anterior, para afrontar estos retos es urgente crear contextos de aprendizaje que favorezcan el desarrollo de estas capacidades (Uskola, Maguregi y Jiménez-Aleixandre, 2011), entendiendo el análisis de las cuestiones sociocientíficas como puente que permite la participación en clase, la ampliación de la visión del papel que desempeña la ciencia en la sociedad y la reflexión sobre las concepciones de ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (Beltrán, 2010).

Se puede considerar que la cuestión sociocientífica, usada como columna vertebral para el diseño de la unidad didáctica, sí se puede caracterizar como una CSCL, puesto que la temática ronda en la población, aunque aún no haya evidencia del uso de agua de los vallados para el riego de hortalizas.



**Figura 1.** Niveles de argumentación para la A1

**Fuente:** elaboración propia.

Al terminar la ejecución y análisis de la A1 se puede establecer, según los datos de la figura 1, que los estudiantes se encuentran en

un nivel 1 de argumentación, promovido por la clase de actividad propuesta. Esto último ratifica que la UD cumple con los propósitos iniciales, ya que en una clase tradicional este tipo de intervenciones, y la frecuencia alta con que se presentan, no es común.

## Referencias

- Beltrán, M. (2010). Una cuestión socio-científica motivante para trabajar pensamiento crítico. *Zona Próxima*, 12, 144-157.
- Candela, M. A. (1991). Argumentación y conocimiento científico escolar. *Infancia y aprendizaje*, 55, 13-28.
- Heras, F. (2012). *Uso de argumentos ambientales en publicidad. Definiendo líneas rojas, reconociendo buenas prácticas*. Centro nacional de educación ambiental. Recuperado el 25 de mayo de 2013, de [http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/articulos-de-opinion/2012-11-francisco-heras\\_tcm7-253464.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/articulos-de-opinion/2012-11-francisco-heras_tcm7-253464.pdf).
- Lariguet, G. (2010). Las fronteras de la argumentación moral. Un análisis crítico de la ética del discurso. *Revista temática de filosofía del derecho*, 13, 43-57.
- Liakopoulos, M. (2002). Análise argumentativa. *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som. Um manual prático*. pp. 218-243. Editora Vozes. (2 ed).
- Moreno, D. y Martínez, L. (2009). Argumentación en estudiantes de educación media y habilidad del profesor para su desarrollo: una discusión en el aula sobre implicaciones sociales y ambientales de la producción de etanol. *Nodos y nudos*, 3(27), 30-42.
- Toulmin, S. (2006). *Os usos do argumento*. Sao Paulo, Brasil: Martins Fontes.
- Uskola, A.; Maguregi, G., y Jiménez-Aleixandre, M. (2011). Proceso de toma de decisión y dinámicas sociales de grupos de estudiantes universitarios en la discusión sobre un problema sociocientífico abierto. *Revista de Psicodidáctica*, 16(1), 123-144.

**LIBRO: PROFESSORES REFLEXIVOS  
EM UMA ESCOLA REFLEXIVA.  
AUTOR: ISABEL ALARCÃO**

Olga Castiblanco\*

**Datos básicos:**

Editorial: Cortez Editora. São Paulo (Brasil)

2a Edición.

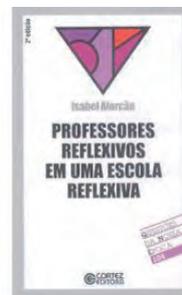
Año: 2003

Idioma original: Portugués

Páginas: 101

Capítulos: 4

ISBN: 8524909226



**Breve biografía de la autora del libro**

Doctora en Educación de la Universidad de Liverpool (Inglaterra) y profesora de la Universidad de Aveiro en Portugal, donde se ha desempeñado también como rectora y vicerrectora. Es conocida por su conceptualización del papel de la didáctica de las disciplinas y de la supervisión pedagógica en cursos de formación de profesores.

---

\* Doctora en Educación para la Ciencia. Docente e investigadora de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: olcastiblancoa@udistrital.edu.co

## Capítulo 1. “Alumnos, profesores y escuela frente a la sociedad de la información”

Este apartado presenta una reflexión sobre la necesidad de preparar al estudiantado para discernir y organizar la información que les llega por diversos medios de comunicación. En este sentido es necesario que las investigaciones en educación profundicen en la comprensión estructural de los desafíos que actualmente se plantean en torno a las verdaderas potencialidades de usar o aplicar nuevas tecnologías, lenguajes o informaciones en el desarrollo de las clases. Teniendo en cuenta, además, que a partir del desarrollo de procesos de comprensión se puede contribuir al crecimiento personal, social e institucional.

Desde esta perspectiva, el principal desafío para los profesores de las nuevas generaciones es propiciar en sus estudiantes la capacidad de alcanzar un desarrollo autónomo y colaborativo, acompañado de un espíritu crítico; siempre que el sentido de lo “crítico” no se trabaje a partir de monólogos expositivos sino en torno a la conversación, escucha, crítica y autocrítica.

## Capítulo 2. “La formación del profesor reflexivo”

El concepto de *profesor reflexivo* se fundamenta en que los profesores no deben ser meros reproductores de ideas y prácticas originadas sin tener en cuenta sus puntos de vista; por el contrario deben explorar su capacidad reflexiva y creativa. Para fundamentar estas ideas la autora considera la perspectiva de

Donald Schön, quien es uno de los pioneros del movimiento de la formación del profesor reflexivo, al defender que la reflexión necesita de la formulación sistemática de interrogantes con sus respectivas soluciones, en ciclos que van desde análisis generales hasta análisis profundos de un determinado saber.

En consecuencia propone considerar la investigación-acción como una de las más apropiadas perspectivas de investigación en este campo, dado que en sus procedimientos toma en cuenta aspectos como: a) la contribución al cambio de realidades a partir de su estudio; b) el carácter participativo, motivador y de apoyo a grupos en estudio; y c) impulsa la democracia en la toma de decisiones y construcción de conocimientos. También tiene en cuenta otras perspectivas de investigación que complementan las anteriores y propician el desarrollo de la capacidad reflexiva, por ejemplo: el análisis de casos, la narración, la elaboración de portafolios reveladores de los procesos desarrollados, el cuestionamiento de otros actores del proceso educativo, la confrontación de opiniones y perspectivas, los grupos de discusión o círculos de estudio, la auto-observación, la supervisión colaborativa y las preguntas pedagógicas.

## Capítulo 3. “Contribuciones de la supervisión pedagógica para la construcción reflexiva del conocimiento profesional de los profesores”

El término *supervisión pedagógica*, en el contexto colombiano, se refiere al acompañamiento que se hace a los futuros profesores dentro de los espacios académicos de la prác-

tica docente. En este apartado, la autora analiza la manera como dicho espacio académico contribuye a la formación del conocimiento profesional de los profesores, especialmente si se desarrolla a partir de reflexiones orientadas. Reconoce también que el ejercicio docente requiere la construcción de conocimientos pedagógicos específicos para sus campos de acción, además de los conocimientos de las ciencias que se enseñan tradicionalmente.

En síntesis, se considera la existencia de conocimientos de tipo pedagógico, científico, científico-pedagógico, pedagógico-didáctico, profesional y pedagógico de contenido. Sumado a lo anterior, Isabel Alarcão discute sobre otros aspectos del conocimiento del profesor con el propósito de caracterizar la naturaleza de su profesión, tales como el conocimiento declarativo o sustantivo, de contenido, procesual, contextual, explícito, implícito, tácito, empírico, experiencial, conocimiento en la acción y sobre la acción.

En este capítulo la autora narra su experiencia como profesora de la práctica docente; allí, orientó a los alumnos para que narraran y caracterizaran los episodios que ocurrieron en tal práctica, para cuyos efectos se basó en el trabajo de Shulman, por ser este uno de los autores pioneros en la propuesta de caracterizar las dimensiones del ejercicio profesional del profesor y también de la importancia de estudiar los episodios que ocurren en la escuela para describirlos, explicarlos, interpretarlos, discutirlos, abstraerlos y reconstruirlos.

## Capítulo 4. "Generar una escuela reflexiva"

Sin desconocer el hecho de que muchos centros educativos operan en torno al concepto de *profesores tecnócratas*<sup>1</sup>, la autora hace una disertación sobre la importancia del *profesor reflexivo* como una necesidad y un camino que permitirá transformar la escuela.

Si bien, profesores y escuela forman parte de un solo sistema, es necesario analizar las relaciones entre estos dos entes académicos, ya que para sustentar profesores reflexivos es necesario que la escuela también se torne reflexiva, lo que significa que se deben crear condiciones de espacios reflexivos individuales y colectivos. Tal reflexión debe surgir, por ejemplo, de la comprensión profunda de los procesos de aprendizaje; lo cual implica comprender la realidad desde el nivel concreto de la experiencia, hasta el nivel abstracto de su conceptualización, a través de procesos de interiorización y exteriorización de percepciones que permitan reflexionar sobre y para la acción docente. De esta forma se estrecha la relación entre docencia e investigación, por ejemplo, al plantear el estudio de ejercicios educativos en al menos cinco fases: 1) experiencia, 2) observación reflexiva, 3) conceptualización, 4) generalización y 5) experimentación en la acción.

1 Son aquellos que se deben limitar a enseñar contenidos y programas, previamente diseñados por otros, con el fin de que puedan ser fiscalizados en su cumplimiento. Este ejercicio docente resulta ineficiente pues no genera una construcción de conocimiento por parte de los estudiantes.

Finalmente, la autora sintetiza sus ideas afirmando que

“[...] la escuela es una comunidad social, organizada para ejercer la función de educar e instruir [...] lo que significa imaginar una escuela donde los profesores se sientan felices y útiles a la sociedad y donde los estudiantes aprecien la importancia de crecer en sus conocimientos y sus saberes” (p. 83).

Por lo tanto, la escuela reflexiva debería cumplir con al menos los siguientes postulados: a) ser capaz de liderar y movilizar personas, b) saber actuar en diversas situaciones, c) orientarse por el proyecto educativo de la escuela, c) garantizar una actuación sistemática, d) pensar y escuchar antes de decidir, e) saber evaluar y dejarse evaluar, f) ser consecuente, g) ser capaz de superar dicotomías paralizantes, h) decidir, i) entender que todos, incluso la misma escuela, se encuentran en un proceso de desarrollo y aprendizaje.

## GUÍA PARA AUTORES

La revista virtual *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias* promueve la relación entre la investigación y la docencia en el ámbito de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales y las matemáticas. El principal objetivo es ofrecer una fuente de enriquecimiento profesional tanto para los profesores en ejercicio como para quienes se están formando como docentes del área.

Se busca contribuir a la formación del profesor-investigador, y de igual modo a la construcción de una masa crítica frente a los diversos saberes que hoy circulan en la comunidad académica. Así, se ofrece un espacio para la publicación y difusión de las diversas experiencias e investigaciones que se adelantan, con el fin de mejorar procesos, ya que esta es una fuente de consulta y material de trabajo para docentes e investigadores del área.

Para el envío de un **artículo**, debe registrarse como autor en la dirección electrónica <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA>. Allí será guiado a través de cinco pasos para un correcto envío. Con el fin de garantizar el anonimato del autor en el momento de la revisión ciega, se debe reemplazar en el artículo enviado el nombre del autor por la palabra AUTOR1 o AUTOR2,

etc. Este cambio deberá ser realizado tanto en el encabezado del artículo como dentro del texto, en las autocitaciones y referencias. En el caso de documentos creados con Microsoft Office, la identificación del autor también se deberá eliminar de las propiedades del archivo; para esto, debe ir al menú principal de la aplicación de Microsoft: Archivo + Guardar como + Herramientas (u Opciones en el caso de Mac) + Opciones de seguridad +; antes de dar clic en Guardar, elimine la información personal de las propiedades del archivo. En el caso de documentos PDF también se deberán eliminar los nombres de los autores de las propiedades del documento dentro del menú archivo o del menú principal de Acrobat. La extensión de los artículos puede variar entre 10 y 20 páginas. Los trabajos presentados para publicación no deben tener derechos de autor otorgados a terceros a la fecha de envío del artículo y los conceptos y opiniones dados en ellos son de exclusiva responsabilidad de los autores. De igual manera, el autor acepta que el trabajo enviado es de tipo original, que no ha sido publicado ni está siendo considerado para publicación en otra revista. *Góndola, Ens. Apr. Cien.* puede hacer uso del artículo, o parte de él, con fines de divulgación y difusión de la actividad científico-tecnológica, sin que esto signifique que se afecte la propiedad intelectual de los autores.

Los trabajos deberán incluir: título en español o portugués y en inglés, resumen en español o portugués y abstract en inglés, palabras clave, introducción, desarrollo, resultados, discusión o conclusiones, y referencias bibliográficas. Dentro del texto se pueden incluir tablas, fotografías y figuras. El resumen no debe exceder 300 palabras en la versión en español o portugués y la cantidad que corresponda en la versión del abstract. La introducción debe contener la justificación, problema por resolver, metodología y principales conclusiones. Las Referencias se deben presentar en formato APA, deben listarse en orden alfabético por el apellido del primer autor, sin numeración ni guiones. No se debe usar la palabra Bibliografía como sinónimo de Referencias bibliográficas y evitar citar

trabajos no publicados. El formato debe obedecer a las indicaciones presentadas en el “Modelo de artículo” disponible en línea.

Todo artículo sometido a publicación será analizado previamente por el editor, para determinar si está dentro del ámbito y aplicación de la revista. De ser así, se enviará al Consejo Editorial donde pasará por el sistema de revisión ciega de pares académicos. La revisión por el editor puede tomar de 1 a 2 semanas, y la revisión por pares académicos puede tomar de 2 a 6 semanas.

La publicación de la revista se hace en los meses de julio y diciembre en la dirección electrónica <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA>



## EDITORIAL

*Leonardo Fabio Martínez Pérez*

La argumentación en la práctica docente: historias de vida entrevista a Maria Silvia Stipcich  
*Maria Silvia Stipcich, Wilmar Francisco Ramos*

O modelo atômico de Bohr e as abordagens para seu ensino na escola média  
*Leandro Londero*

Dimensión ambiental: una inclusión necesaria para la formación de profesores de química  
*Diana Parga, William Mora, Yiny Cárdenas*

Políticas de formação de professores: o Brasil no contexto da globalização  
*Daisi Teresinha Chapani*

Aspectos convergentes del pensamiento crítico y las cuestiones sociocientíficas  
*Nidia Yaneth Torres Merchán, Jordi Solbes Matarredona*

Alimentos naturales vs alimentos artificiales ¿un problema real de nutrición?:  
Una propuesta de enseñanza para grado sexto a partir de las cuestiones sociocientíficas  
*Milena Ruíz*

El caso del embalse del Muña visto con un enfoque ciencia, tecnología,  
sociedad y ambiente a través del aprendizaje cooperativo del concepto de solución química  
*Edna Milena Capera Silva*

Una propuesta de aprendizaje de "la estructura de la materia"  
desde la perspectiva ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA)  
*Yair Alexander Porras Contreras*

Enculturación científica a partir de la argumentación: una cuestión sociocientífica (csc) sobre implantes estéticos  
*Ingrid Xiomara Carvajal, Leonardo Fabio Martínez*

Análisis de las estructuras argumentativas, construidas por estudiantes de educación  
media, sobre la cuestión local del uso del agua de los vallados de Cajicá  
*Juan Camilo Beltrán Martínez, Leonardo Fabio Martínez Pérez*

## Reseña

Libro: Professores reflexivos em uma escola reflexiva. Autor: Isabel Alarcão  
*Olga Castiblanco*

Guía para autores



**UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**  
Facultad de Ciencias y Educación

