Las TIC's en los procesos académicos de la UPN

The TIC's in the academic processes of the UPN

Lilia Reyes Herrera¹ lreyes@pedagogica.edu.co
Maria A. Molina² mamolina@pedagogica.edu.co
Jorge E. Ramírez³ kikeupn@yahoo.es

#### **RESUMEN**

Esta ponencia pretende mostrar la influencia de las TIC's en los procesos académicos de la UPN y como estos debido a los roles que juegan los actores involucrados en el proceso educativo deben generar escenarios de reflexión entorno al uso adecuado de estas herramientas tecnológicas, mediadoras entre los contextos investigativos, pedagógicos y culturales. Se hace un balance del caso actual estudiando cada una de las unidades académicas transversalmente implicadas con miras a lograr avances en una de las investigaciones del grupo<sup>4</sup>.

Palabras clave: Procesos académicos, TIC's, roles y contextos educativos.

#### INTRODUCCIÓN

Basados en la necesidad de cambio requeridos para una educación, menos instrumentalizada y más compresible desde lo que significa un contexto tecnológico del que no escapan los ambientes virtuales y en los cuales se reconfiguran las visiones de mundo y la reconstrucción socio-cultural, es fundamental tener en cuenta las amplias variaciones epistemológicas y

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Profesora Doctorado interinstitucional en educación. Universidad Pedagógica Nacional, Facultad de Ciencia y Tecnología

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Profesora Departamento de Biología. Universidad Pedagógica Nacional, Facultad de Ciencia y Tecnología

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Estudiante Departamento de Física. Universidad Pedagógica Nacional, Facultad de Ciencia y Tecnología

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Grupo interinstitucional: ciencia, acciones y creencias UPN - UV

teóricas en cuanto a la construcción de conocimientos auténticos acerca del enseñar y del aprender en estos nuevos ambientes de formación.

Para ello se deben generar procesos de reflexión que tengan como punto de partida el análisis de las concepciones que se tiene en relación con la educación en ciencias con mediación tecnológica, particularmente en lo relacionado con la virtualidad en lo cual se centra actualmente la Línea de Investigación; es así que en torno al problema planteado anteriormente y frente a los avances realizados al rededor del mismo, nos ayudan a evidenciar elementos que sin duda permitirán discutir a cerca de:

- a. La relevancia del saber pedagógico, frente a la educación virtual (EV), para apoyar los procesos educativos en ciencias.
- b. las relaciones de poder que se han mantenido con el tiempo en los procesos educativos enmarcados en las tecnologías de la información, la comunicación y la sociedad.
- c. Los roles de los actores educativos, entre otros aspectos que derivan cuando se piensa en un nuevo ambiente educativo, que se desarrolla y reconfigura constantemente.
- d. Generar propuestas que tiendan a fortalecer los currículos en ciencias, donde se incorpore la EV, como mediación frente a los procesos educativos.

#### **Desarrollo**

En este sentido el proyecto de investigación se convertirá en un referente interno de cómo los profesores y estudiantes de los departamentos de Biología, Química, Física y la regional Valle de Tenza programa de Biología están usando la virtualidad para sus procesos de docencia, investigación y extensión.

Desde los resultados que se generen del desarrollo del proyecto, se pretende analizar la viabilidad de usar la virtualidad en la meta de lograr el aumento de cobertura a 10.000 estudiantes según las proyecciones de la UPN en sus planes de acción, ejes temáticos y proyectos.

El proyecto plantea como objetivos generales para la vigencia 2007 y 2008:

- Apoyar los procesos de fortalecimiento a la docencia propiciando la inclusión del uso de la virtualidad a partir de la identificación sobre las creencias y acciones que en torno a esta, tienen docentes y estudiantes de las Licenciaturas en Biología, Física y Química al interior de la UPN.
- Ofrecer planteamientos derivados de la investigación que puedan convertirse en orientadores de estrategias de acción para la educación virtual y la formación inicial de docentes de manera coherente con las particularidades de sus protagonistas.
- Dichos objetivos están relacionados el PDI (plan de desarrollo institucional)<sup>5</sup> así entonces se empezará a desarrollar en esta parte de la ponencia la coherencia, pertinencia, sentires y pareceres entre cada uno los apartes del PDI y el proyecto de investigación. Esta forma de proceder responde a la necesidad de integrar los resultados a una futura propuesta de articulación de la virtualidad a los programas académicos de la UPN que responda a las necesidades nacionales, siendo abordadas desde dos grandes perspectivas:

#### 1. Cobertura

Desde los planteamientos del grupo de investigación se sugiere que la Universidad debe desarrollar una metodología de uso de la virtualidad para integrarlas al currículo de los programas académicos teniendo en cuenta la formación de profesionales de la educación, de maestros y maestras, distinta a otras áreas del conocimiento. Si se debe ampliar la cobertura usando las TICS nosotros planteamos que debe hacerse con calidad y legitimando el rol del profesor tan desvirtuado en el uso masivo de las TICS.

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> Planes de Acción: Son herramientas operativas de gestión que articulan actividades y recursos, con el propósito de cumplir con los objetivos y metas específicos de las diferentes instancias académicas y administrativas de la Universidad. Conjugan recursos del funcionamiento cotidiano, con los contenidos en los Planes Operativos Anuales de Inversión - POA. Permiten orientar la ejecución de procesos y metas definidas anualmente, para el logro de los objetivos propuestos en el PDI.

Teniendo en cuenta los apartes del PDI 2004 – 2008, se pretende mostrar cómo el proyecto de investigación, desde sus intenciones crea sinergias con los objetivos propuestos en los planes de acción, ejes temáticos y proyectos (componentes estructurantes del PDI), estableciendo una relación con los resultados esperados del proyecto<sup>6</sup> que posibilite acciones concretas hacia procesos educativos más contextualizados con la misión y visión de la Universidad.

Es así como, para evidenciar dichas relaciones, a continuación se presentan algunos apartes del PDI que explicitan el uso de las TIC`s y su relación con la cobertura:

- En el plan de acción de la Vicerrectoria Académica en especial el eje<sup>7</sup> 5 (crecimiento y desarrollo institucional), desde uno de sus componentes dice "contribuye también liderando procesos de transformación de la oferta educativa tradicional a una oferta que, utilizando las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, amplíe las posibilidades de llegar a otras poblaciones". Esto implica que debe pensarse las limitaciones y potencialidades de dicha inclusión en las poblaciones, lo cual implica el análisis de la acción pedagógica del maestro de tal forma que no se generen rupturas irremediables con los contextos culturales.
- Desde la División de Recursos Educativos el eje 5 dice "en cumplimiento con el propósito de ampliar la cobertura de la Universidad a nivel nacional, con programas de calidad, el Centro de Nuevas Tecnologías apoyará la producción de materiales educativos que requiera el Instituto de Educación Abierta y a Distancia basado en TIC´s", este aspecto es de vital

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> Molina, A., Ortiz, G., Ramírez, J.,Reyes, L., Waltero. C., y otros. Creencias acerca del uso de la virtualidad en educación para el fortalecimiento de la formación de docentes en ciencias. Proyecto de investigación en curso, CIUP-UPN. 2007

<sup>&</sup>lt;sup>7</sup> Ejes temáticos: Son propósitos centrales que responden a grandes temas de interés académico y administrativo, en los cuales se fundamentan, orientan y organizan los programas, Planes de Acción y proyectos que, en desarrollo del Plan, son propuestos y emprendidos por las diversas instancias y estamentos de la Universidad, para el logro de los objetivos generales planteados en el mediano y largo plazo.

importancia y cuidado, ya que la preparación de los materiales asegura en gran medida el éxito de los procesos educativo; sin embargo esto implica un trabajo en equipo de profesionales (docentes, diagramadores, programadores, entre otros), y no solo el trabajo eminentemente computacional como hasta el momento ha sido comprendido.

• En los propósitos del programa consolidación del carácter nacional e internacional se resalta la "expansión de la presencia de la Universidad en los ámbitos locales y regionales, a través del uso de tecnologías de información y comunicación", ello debe generarse desde la convicción que la presencia implica un aseguramiento de procesos educativos con calidad en términos de la producción del conocimiento y la formación de sujetos para la sociedad.

#### 1. Fortalecimiento Académico

• El programa<sup>8</sup> 7 (Utilización de tecnologías de información y comunicación en el desarrollo de procesos académicos), transversal a todas las dependencias, facultades y departamentos de la UPN, contemplando en Instituto Pedagógico Nacional, con sus objetivos "Potenciar las acciones que conlleven la alfabetización, socialización, comprensión y aplicación de herramientas tecnológicas en los miembros de la comunidad universitaria" que se llevara a cabo con los siguientes proyectos<sup>9</sup> contemplados en el Plan de Desarrollo Institucional desde este programa: Centro de nuevas tecnologías, Actualización de los sistemas informáticos de la Universidad, Sistema integrado de información, Fortalecimiento de la infraestructura tecnológica de la UPN, Incremento de computadores, fortalecimiento de la Intranet y actualización de la página Web, Producción de software educativo,

\_

<sup>&</sup>lt;sup>8</sup> Programas: Son unidades integradoras que organizan las acciones para el desarrollo de los ejes temáticos del Plan, bajo un principio genérico de coordinación. Es una estructura de trabajo en la que se definen las directrices y determinan los medios que, articulados, permiten responder a visiones de futuro, mantener logros y dar una solución integral y permanente a problemas, a partir de la formulación de Planes de Acción y proyectos específicos.

<sup>&</sup>lt;sup>9</sup> Proyectos: Son unidades de gestión del Plan que hacen parte integral de los Planes de Acción de la Universidad. Vinculan actividades y recursos durante un período determinado, y se ejecutan en el marco de una clara relación con los programas y con los ejes temáticos.

Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Alianza Computadores para Educar -Universidad Pedagógica Nacional, Formación de docentes y fortalecimiento de equipos para el uso pedagógico de las nuevas tecnologías; siendo el último aspecto el eje central de nuestra investigación.

- Desde el plan de acción de la Vicerrectoria de Gestión Universitaria se encuentra el programa 2 (fortalecimiento académico) en especial el uso de tecnologías de información y comunicaciones en la gestión del conocimiento. Lo cual se viabiliza entre tanto se integra a la comunidad en la reflexión y construcción de los ambientes educativos mediados tecnológicamente, en especial en lo referido a los ambientes virtuales de aprendizaje, dada su complejidad y puesta en escena.
- En el eje (vida universitaria) del Instituto Pedagógico Nacional existe una acción encaminada a cualificar a los docentes en el manejo y uso de nuevas tecnologías de la información. Para lo cual es necesario reconocer desde las creencias cómo los maestros asumen dichos espacios disponibles para ser constituidos en ambientes de formación.
- Además desde el plan de acción de la Facultad de Ciencia y Tecnología en especial el eje 5, (crecimiento y desarrollo institucional), de sus componentes en lo que dice "articulación de iniciativas de centros de desarrollo tecnológico y de nuevas tecnologías a la práctica académica de la facultad en todas sus modalidades y niveles", lo cual no es posible de no crear acciones que conlleven a la reflexión para la posterior consolidación de dichos escenarios.

#### **CONCLUSIONES**

Por lo anterior, desde los resultados esperados, se pretende contribuir a estructurar un modelo para la educación virtual que apoye a las facultades de educación superior, en sus procesos de formación de docentes; además se pretende que los actores educativos, reflexiones acerca de su propia práctica

educativa mediada virtualmente, con el ánimo de determinar propuestas de desarrollo profesional que permitan la cualificación docente.

# **BIBLIOGRAFIA**

Plan de desarrollo institucional 2004 – 2008. Universidad Pedagógica Nacional.

Herramientas virtuales para la enseñanza de la Física, el caso del colapso gravitacional modelo de Oppenheimer snyder

Virtual tools for teaching of the physics, the case of the gravitational collapse model of Oppenheimer to snyder

Roger R. Galindo Orjuela¹ dfi164\_rgalindo@pedagogica.edu.co
Jorge E. Ramírez Martínez² dfi168\_jramirez@pedagogica.edu.co

#### **RESUMEN**

Con la intención de ampliar las posibilidades didácticas en la enseñanza de la física se presenta un software educativo desarrollado bajo entorno Visual Basic 6.0, Macromedia Flash MX y Director 8.5 soportado en un ambiente de aprendizaje llamado MOODLE, en el que se puede ampliar las nociones teóricas fundamentales para entender el colapso gravitacional modelo Oppenheimer snyder.

**Palabras clave:** colapso gravitacional, enseñanza de la Física, moodle, software educativo, mediaciones tecnológicas.

#### INTRODUCCIÓN

En los procesos de enseñanza / aprendizaje, el profesor puede encontrar diversas tendencias y modelos pedagógicos así como diversas herramientas tecnológicas virtuales como software educativo, e- learning, micromundos en este caso se combina un software educativo con un ambiente virtual de aprendizaje que contiene una serie de elementos como por ejemplo:

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Estudiante departamento de Física. Universidad Pedagógica Nacional, Facultad de Ciencia y Tecnología

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Estudiante departamento de Física. Universidad Pedagógica Nacional, Facultad de Ciencia y Tecnología

- a) Argumento e historia: origen de los conceptos preponderantes de las teorías físicas implícitas en la explicación del fenómeno de colapso gravitacional.
- b) Variables compensatorias: consiste en dar puntos o alguna clase de incentivo por cada respuesta acertada. Más usada en los juegos en red que en los software educativo.
- c) Variables de control: son aquellas que permiten acceder o manipular directamente el software.
- d) Variables de resultado: son aquellos datos de salida que arroja el software al manipular las variables de control.
- e) escenarios contextuales: varían según el tema a tratar, se pueden modificar y adaptar a las necesidades del usuario.
- f) herramientas hipertextuales: tales como links, hipervínculos, blogs, widgest.
- g) mecanismos de comunicación sincrónicos y asincrónicos entre el usuario y la aplicación: tales como los Chat, los foros, las citas, el mail, la audio conferencia y la videoconferencia.

Para el caso de la enseñanza de las ciencias y en particular de la física existen diversos lenguajes de programación que permiten realizar cálculos matemáticos de gran precisión y a una velocidad relativamente alta, en la práctica el lenguaje Basic utilizado por el programa Microsoft Visual Basic 6.0 tiene un serie de sentencias de fácil utilización como lo son If ó Do While que si se emplean con un contador de la forma t = t + a, siendo a un valor real, puede iterar las expresiones matemáticas de los diversos fenómenos físicos, a su vez existe la sentencia For que realiza exactamente lo mismo pero velocidad del procesador del computador.

En relación a las herramientas virtuales el ambiente de aprendizaje MOODLE (Entorno de Aprendizaje Dinámico Orientado a Objetos y Modular) es un paquete de software libre para la creación de cursos y sitios Web basados en Internet y Visual Basic es un lenguaje de programación de cuarta generación usado en distintas aplicaciones web y de bases de datos.

La intención de combinar estos dos desarrollos tecnológicos esta encaminada a incentivar aprendizajes usando metodologías que involucren las tecnologías de la información y la comunicación. El uso de la virtualidad en educación esta justificado en la creciente demanda de las redes actualmente por parte de las generaciones de estudiantes actuales, esta puede ser una forma de aprovechar muchas de las competencias que ellos ya han logrado desarrollar en el uso de las TIC's.

#### **Desarrollo**

Tomando como herramienta simultáneamente el desarrollo teórico y la simulación numérica del fenómeno, además, con el apoyo del software y la virtualidad, se permite "visualizar" el fenómeno, jugar con las variables que intervienen en el colapso gravitacional, según el modelo de Oppenheimer-Snyder; convirtiéndose en una potente herramienta pedagógica. Por otra parte, ya que en la teoría de la relatividad general la posibilidad de experimentar resulta muy compleja, el diseñar y aplicar un software tipo laboratorio virtual de una de la implicaciones que resultan de la teoría de Einstein apoyará el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre la teoría general de la relatividad y permitirá comprender las condiciones (procesos mecánicos) necesarias para que una estrella pueda evolucionar a un agujero negro.

Para poder analizar el proceso de aprendizaje, el software cuenta con un espacio, donde el estudiante, podrá escribir las conclusiones a las que ha llegado a partir de sus observaciones Esta opción permitirá al docente

sistematizar los conceptos de los estudiantes para observar su evolución en los aprendizajes.

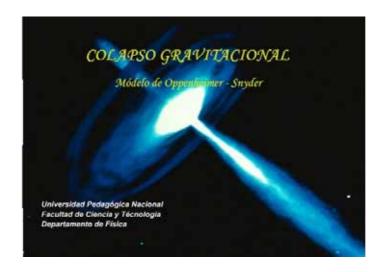
Se pretende con el software que el estudiante empiece a familiarizarse con el léxico empleado en relatividad general, y como aplica estos conceptos en la descripción, análisis y conclusiones del fenómeno del colapso OS y se interese en investigar otros fenómenos que surgen a partir de la teoría de la relatividad general, es decir, como relaciona estos conceptos adquiridos de una forma sustancial y no arbitraria, por ejemplo una imagen, un símbolo o una proposición.

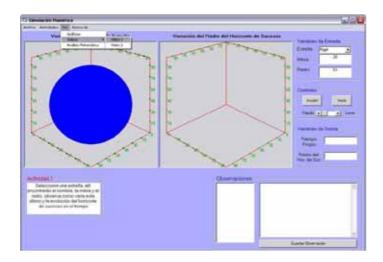
A su vez, los conceptos de espacio y tiempo servirán de anclajes para evolucionar estas dos ideas a una sola, como lo es el espacio-tiempo, y del desarrollo de esta servirá de subsensor³ para la conceptualizacion de la curvatura del espacio-tiempo e inclusive, el mismo teorema de Birkoff. Pero para el desarrollo de este proceso de enseñanza-aprendizaje es necesario un aprendizaje por descubrimiento, ya que el software permite manipular las variables para ver como intervienen estas en el fenómeno.

Para que el software mantenga ese enfoque pedagógico cuenta con una especie de narración del fenómeno (herramienta visual), durante la simulación, donde arrojará interrogantes o advertencias de lo que esta sucediendo en el fenómeno.

#### **Entorno del Software Educativo:**

 $<sup>^{\</sup>rm 3}$  concepto o proposición pre-existente en la estructura cognitiva del individuo.





El ejecutable del software que simula el colapso gravitacional esta soportado en la siguiente dirección electrónica del Instituto de Tecnologías Abiertas en Educación de la Universidad Pedagógica Nacional. Se muestra la ayuda para manejarlo y páginas relacionadas en <a href="http://elearning.pedagogica.edu.co/moodle/course/view.php?id=319">http://elearning.pedagogica.edu.co/moodle/course/view.php?id=319</a>.

#### **CONCLUSIONES**

El docente cuenta con un sin número de alternativas para enriquecer su labor y aumentar el interés hacia la adquisición de conocimientos por parte del estudiante.

Los ambientes virtuales de aprendizaje propician canales de comunicación sincrónicos y asincrónicos importantes a la hora de analizar los procesos

teniendo en cuenta que los estudiantes logran estrategias de aprendizaje a diferentes ritmos y niveles.

Las metodologías de aprendizaje varían según los contextos, para este caso el aprendizaje colaborativo es la metodología a nuestro parecer más apropiada para el aprendizaje usando herramientas tecnológicas virtuales.

#### **BIBLIOGRAFIA**

Cebrian, Manuel. (2003). Enseñanza Virtual para la Innovación Universitaria. Madrid España. Narcea, S.A Ediciones.

- S W Hawking, G F R Ellis, The Large Scale Struc re of Space-Time (Cambridge, 1973)
- J R Oppenheimer, H Snyder Physical Review, 56:455, 1939
- D P Ausubel, J D Novak, Psicología Educativa: Un punto de vista cognitivo, Editorial Trillas (México, 1983)

Marqués P, Metodología para la elaboración de software educativo en Software Educativo Guía de uso y metodología de diseño (Barcelona, 1995)

III Congreso Internacional sobre Formación de profesores de ciencias

Simulaciones: una alternativa para la actividad experimental en la clase de ciencias que posibilite el aprendizaje significativo del fenómeno de la

respiración

Simulations: one alternative for the experimental activity in the science

class that facilitate the meaningful learning of phenomenon of breathing.

Ana Milena López Rua

**RESUMEN** 

Este trabajo está basado en una investigación en curso que pretende

propiciar procesos de conceptualización a través de la actividad experimental

y la implementación de nuevas tecnologías, en el marco del Aprendizaje

Significativo del fenómeno de la respiración. Aquí se presentan los primeros

resultados que hacen parte de un diagnóstico exploratorio inicial para

conocer las ideas previas que tienen los estudiantes acerca de la respiración

y la manera como estos significados son relacionados con otros procesos

vitales. Esta investigación es de carácter cualitativo- interpretativo y, a partir

de ésta, se busca proponer la actividad experimental soportada por el uso de

simulaciones computacionales posibilitando el Aprendizaje Significativo.

**Palabras** clave: Aprendizaje significativo, actividad experimental,

simulaciones computacionales, sistema respiratorio, enseñanza de las

ciencias, nuevas tecnologías.

**Campo:** Las NTIC en la enseñanza de las ciencias de la naturaleza.

**ABSTRACT** 

This work is based on an investigation in course that seeks to propitiate

conceptualization processes through the experimental activity and the

implementation of new technologies in the mark of the Meaningful Learning

of the phenomenon of the breathing. Here the first results are presented that

make part of a initial exploratory diagnostic to know the previous ideas that

students have about the breathing and the way like these meanings are related with other vital processes. This investigation is of qualitative character - interpretive and, starting from this, it is look for to propose the experimental activity supported by the use of computational simulations facilitating the Meaningful Learning.

**Key words:** Meaningful learning, experimental activity, computational simulations, breathing system, science education, new technologies.

#### INTRODUCCIÓN

Esta investigación busca valorar el nivel de aprendizaje significativo que alcanzan los estudiantes en relación con el fenómeno de la respiración, después de implementar una serie de actividades experimentales soportadas por la simulación computacional. Cabe anotar, que la simulación será diseñada de tal forma que se base en el constructivismo y no en el conductismo como suele ser. Para esto se llevó a cabo una indagación de ideas previas para determinar lo que los estudiantes saben sobre el sistema respiratorio y cómo éste se relaciona con los demás sistemas del cuerpo. Con base en estos resultados, se busca diseñar e implementar la simulación computacional como material potencialmente significativo, coherente con la teoría del Aprendizaje Significativo de David Ausubel para intervenir en la actividad experimental en la clase de ciencias.

Las herramientas computacionales han hecho cambios profundos no sólo en el ámbito educativo, sino también en la cultura, la política y hasta en las relaciones interpersonales, transformando la vida de todos los que hacemos uso de ellas. Diversas investigaciones han comprobado que mejores recursos no implican mejores aprendizajes; existen algunos inconvenientes, entre los cuales el más destacado que ha sido estudiado por la didáctica de las ciencias, es el hecho de que al incluir nuevas tecnologías en la clase de ciencias, no se tienen en cuenta las ideas previas de los estudiantes (aspecto importante dentro del Aprendizaje Significativo) y esto produce errores conceptuales en el transcurso del aprendizaje (Driver et al., 1989; Carmichael

et al., 1990; Duit, 1993, citado por Pontes, 2005); sin embargo, existen numerosos beneficios como son la motivación de los estudiantes y el desarrollo de clases placenteras que hacen que en ocasiones, los estudiantes comprendan determinados conceptos, pero no se asegura un aprendizaje óptimo.

De acuerdo con algunas investigaciones en el campo de las NTIC, las aplicaciones informáticas que presentan mayor interés para la enseñanza de las ciencias en la actualidad, son los programas de simulación y los sistemas tutoriales integrados, que incluyen contenidos teóricos, simulaciones de fenómenos, ejercicios y pruebas de evaluación del aprendizaje (Pontes, 2005).

#### **DESARROLLO**

Para dar una idea del estado actual de la investigación, se describen a continuación los pasos que se han seguido en ella, hasta obtener los resultados parciales, producto de la implementación de varios instrumentos para conocer las ideas previas de los estudiantes con los cuales se ha trabajado.

## 1. Planteamiento del problema

Sin duda la ciencia es una disciplina teórico-práctica, y una gran parte de la actividad científica tiene lugar en los laboratorios. Si la enseñanza de las ciencias promueve la adquisición de procedimientos y habilidades científicas desde las más básicas hasta las más complejas, es clara la importancia que los trabajos prácticos deben tener en el currículo. Sin embargo, Hodson (1994) diserta acerca de las prácticas de laboratorio en la actualidad, considerando que éstas están enmarcadas dentro de una enseñanza transmisionista, que supone una concepción de aprendizaje por recepción y se encuentran dentro de presupuestos empiro-inductivistas. Es necesario que las prácticas sean reevaluadas y consideradas desde otro punto de vista más crítico.

La utilización de la simulación computacional constituye una oportunidad para el proceso de enseñanza -aprendizaje, teniendo en cuenta sus enormes posibilidades para contribuir a la formación de habilidades de compleja adquisición en la práctica educativa. Además, posibilita complementar la actividad experimental, permitiendo que los estudiantes interactúen con el fenómeno a estudiar. Por esta razón, esta investigación busca proponer la implementación de la simulación computacional en la enseñanza de las ciencias como herramienta que permita el Aprendizaje Significativo.

En la actualidad, los laboratorios no están lo suficientemente equipados para realizar algunas prácticas; además, existen experiencias que pueden exponer a los aprendices a peligros innecesarios. Teniendo en cuenta lo anterior, esta propuesta de investigación está orientada hacia la siguiente pregunta: ¿Cuál es el nivel de aprendizaje significativo que alcanzan los estudiantes en relación con el fenómeno de la respiración al incorporar simulaciones computacionales como complemento de la actividad experimental en la enseñanza de las ciencias?

#### 2. Marco teórico

# • Teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel

Antes de iniciar un proceso de enseñanza-aprendizaje, es necesario conocer las ideas previas de los estudiantes y la influencia que éstos tienen en aprendizajes posteriores. Esta afirmación es ampliamente sustentada por Ausubel quien resume este hecho en el siguiente epígrafe: "Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, diría lo siguiente: el factor aislado más importante que influye en el aprendizaje es aquello que el aprendiz ya sabe. Averígüese esto y enséñese de acuerdo con ello". Esto significa que los docentes deben indagar primero por aquello que los estudiantes traen en su mente sobre algún tema y a partir de esos

"conocimientos" desarrollar una propuesta de enseñanza-aprendizaje, para que este último sea significativo.

Moreira (2000), expone el aprendizaje significativo, como un proceso a través del cual una misma información se relaciona con una estructura de conocimiento a la que Ausubel denomina "subsumidor"; éste, es un concepto preexistente en la estructura cognitiva del estudiante, donde el nuevo conocimiento se "ancla" e interactúan para que se de el aprendizaje significativo; es decir, el subsumidor es una idea, proposición o concepto que el estudiante tiene en su mente y, en la medida que éstos sean significativos, servirán de anclaje para los nuevos conceptos.

Ausubel distingue tres niveles o tipos de aprendizaje significativo: representacional, de conceptos y proposicional. El primero es el más básico y del cual dependen los demás; supone la adquisición de significados para símbolos establecidos culturalmente a partir de un referente. El conceptual, es aquel que permite abstracciones de los atributos criteriales de los referentes; por último, el aprendizaje proposicional, se refiere a palabras combinadas en una oración para construir una proposición que representa conceptos (Moreira, 2000).

## • El fenómeno de la respiración

La respiración es un proceso que realizan todos los seres vivos; sin embargo, el proceso que más nos interesa es el pulmonar, fenómeno a través del cual respiran algunos animales, incluyendo el hombre. El sistema respiratorio humano consta de una parte conductora y una de intercambio gaseoso. El aire pasa primero por la parte conductora que la conforman la nariz, boca, faringe, laringe, tráquea, bronquios y bronquiolos y llega a la parte de intercambio de gases, compuesta por los alvéolos. Conforme la sangre fluye por los capilares que rodean los alvéolos, el bióxido de carbono se intercambia por oxígeno.

La respiración es un proceso que se lleva a cabo inconscientemente, de forma rítmica y automática; sin embargo, a diferencia del corazón, los músculos utilizados para la respiración no se activan por sí mismos; cada contracción es estimulada por impulsos nerviosos. Las neuronas en el centro respiratorio generan impulsos que ocasionan la contracción y relajación alternante de los músculos respiratorios, y el bulbo raquídeo contiene neuronas receptoras que monitorean la concentración de bióxido de carbono en la sangre.

## • La actividad experimental

La actividad experimental hace mucho más que apoyar las clases teóricas de cualquier área del conocimiento; su papel es importante en el sentido que despierta y desarrolla la curiosidad de los estudiantes, ayudándolos a resolver problemas y a explicar algún fenómeno con mayor facilidad. Una clase teórica de ciencias, de la mano con la enseñanza experimental creativa y continua, logrará poner de manifiesto en los estudiantes algunas habilidades que la ciencia exige.

El argumento a favor del trabajo práctico radica en que de alguna manera aumenta la reflexión y la crítica en los estudiantes. La enseñanza de las ciencias, propende porque los estudiantes estén en contacto con el mundo físico y lo manipulen; por esta razón, el primer paso que deben dar los maestros de ciencias es la familiarización con ese mundo.

Por otra parte, el experimento brinda a los estudiantes la posibilidad de entender como se construye el conocimiento dentro de una comunidad científica; es decir, que éste favorece al estudiante en su visión sobre la ciencia. De esta forma, ellos pueden entender que acceder a la ciencia no es un imposible y además, que la ciencia no es infalible y que depende de otros factores o intereses (social, políticos, económicos y culturales) (Hodson, 1994).

Desde la perspectiva de Izquierdo, M.; Sanmartí, N. y Espinet, M. (1999), si lo fundamental en las ciencias son las teorías y éstas se obtienen a partir de una conexión entre el modelo teórico y el dominio de los fenómenos, para poder enseñar teorías es imprescindible disponer de un "mundo" apropiado e intervenir en él de forma consciente y reflexiva. Esto es lo difícil de enseñar ciencias, se necesitan de las prácticas experimentales para no confundir la teoría con modelos teóricos.

En los últimos años se han escrito diversas críticas a las prácticas escolares y en las cuales se proponen innovaciones tanto en lo metodológico como en lo conceptual. Lo que parece más problemático es la idoneidad de las prácticas para el aprendizaje de *conceptos teóricos*, mientras que no se duda de su utilidad para el aprendizaje de los *procedimientos científicos*. Además, se reconoce que las prácticas escolares responden a finalidades diversas: familiarizarse con algunos fenómenos, contrastar hipótesis e investigar. También se ha recalcado en implementar los tipos de prácticas, según tres objetivos principales: aprender ciencias, aprender qué es la ciencia y aprender a hacer ciencia (Izquierdo, M.; Sanmartí, N. y Espinet, M., 1999).

Por otro lado, las prácticas experimentales requieren de una evolución epistemológica y filosófica, ya que éstas están en crisis debido al mal uso que se les ha venido dando y a la concepción equivocada que se ha tenido de ellas (Izquierdo, M.; Sanmartí, N. y Espinet, M., 1999). Para entender como ha cambiado la visión de las prácticas experimentales, se plantea la siguiente tabla en donde se aprecia la concepción que se ha tenido desde el conductismo hasta el constructivismo:

Postura conductista	Postura constructivista	
Confirmar algo ya visto en una lección de tipo expositivo.	El profesor debe actuar como guía, facilitando el proceso de aprendizaje.	

Las prácticas son el único	La experiencia tiene un rol	
criterio de validez del	importante, pero por sí sola no	
conocimiento científico y la	puede rechazar o verificar las	
prueba definitiva de las	hipótesis. Entre la teoría y el	
hipótesis y teorías.	experimento no se establecen	
	jerarquías.	
Exigir que los estudiantes sigan	El profesor debe informarse	
una receta para llegar a una	sobre las ideas previas,	
conclusión predeterminada.	habilidades y dificultades que	
	tienen los estudiantes.	
Percibir el laboratorio como el	El profesor debe centrar su	
lugar donde se hacen cosas pero	atención en aspectos sociales	
no se comunica a los	del aprendizaje (entender la	
estudiantes el significado de lo	ciencia como una construcción	
que se hace.	social).	
Proceder ciegamente a tomar	Elección de experiencias	
apuntes o a manipular aparatos	científicas apropiadas para el	
sin tener un propósito claro.	aula	

Figura 1. Concepción de las prácticas experimentales

## • La simulación computacional en la enseñanza de las ciencias

Las simulaciones son herramientas computacionales de análisis, que permiten sacar conclusiones del fenómeno simulado sin necesidad de trabajar directamente con el *sistema real* que se está simulando.

Hodson (1994) apoya la actividad experimental mediada por el uso del computador, pues facilitan control, ahorran tiempo y dinero. Además, existen prácticas muy difíciles de entender, y el uso de simulaciones permite visualizar mejor el fenómeno a estudiar; esto sin mencionar la inmensa ventaja que conlleva para el aprendizaje, pues el profesor puede adaptar las simulaciones a los objetivos de enseñanza- aprendizaje.

Las simulaciones son un medio ideal para llevar a cabo actividad experimental, adaptando situaciones que permitan al estudiante concentrarse en los conceptos centrales que se desea ellos adquieran. Así, eliminando todo tipo de distracción, el estudiante puede estudiar posibles hipótesis y de esa manera construir conocimiento; sin embargo, sería bueno que después de implementar una práctica por medio de simulaciones, el maestro realice experiencias de otro tipo, para que los estudiantes puedan confrontar datos e hipótesis.

Los materiales didácticos elaborados por los profesores con ayuda de las herramientas computacionales, pueden ser utilizados de muchas formas durante el proceso de enseñanza- aprendizaje en el aula de clase. El papel más relevante que se le han conferido a las herramientas informáticas, en especial a las simulaciones, ha sido el de la actividad experimental, primordialmente en el área de la física (Pontes, 2005).

## 3. Metodología

Para lograr los objetivos planteados, se lleva a cabo un estudio de casos, el cual se inscribe en el paradigma de investigación cualitativo; pues permite reflexiones descriptivas e interpretativas, abarcando al o a los individuos como un todo flexible y personal; dando espacio para profundizar en características específicas. El estudio de casos, consiste en una descripción y análisis detallado de unidades sociales o entidades educativas únicas; la característica que más distingue el estudio de casos es la creencia de que los sistemas humanos desarrollan una completud e integración; es decir, no se trata de un conjunto de partes, sino de un todo (Sturman, 1988, p. 61, citado por Moreira, 2002, p. 32).

Para lograr mayor comprensión, se pretende realizar un estudio de casosinterpretativo, que refleja el objeto principal de investigación, que son las interpretaciones que las personas tienen de la realidad y la interpretación que realiza el investigador. **Muestra:** Para este trabajo, se seleccionaron estudiantes del grado sexto, entre los 11 y 15 años de edad, pertenecientes a una Institución Educativa de carácter público, ubicada en la comuna 7, al noroccidente de la ciudad de Medellín.

## 4. Resultados de la indagación de ideas previas

Esta investigación consta de cuatro fases:

Fase I: Rastreo bibliográfico,	Fase II: Marco teórico,		
planteamiento del problema y	metodología de investigación, y		
objetivos.	recolección y análisis de ideas		
	previas.		
Fase III: Diseño e			
implementación de una	Fase IV: Recolección y análisis		
simulación computacional que	de resultados.		
sirva de complemento a la			
actividad experimental, en			
relación con el fenómeno de la			
respiración.			

Figura 2. Fases de la investigación

Hasta este momento se han aplicado las dos primeras fases, y a continuación se muestran los resultados de la aplicación de los instrumentos que dan cuenta de las ideas previas que tienen los estudiantes (35 en total), en relación con el fenómeno de la respiración. Para recoger esta información se aplicaron dos instrumentos.

En el primer instrumento, abordado a partir de imágenes, se pretendía indagar qué sabían los estudiantes acerca de los órganos que hacen parte del sistema respiratorio. Además, cada estudiante debía justificar que función cumplían éstos dentro de dicho sistema. Ésta era una forma de identificar las

relaciones establecidas por los estudiantes entre este sistema y el resto del cuerpo o el reconocimiento de la respiración como un fenómeno aislado.

El segundo instrumento pretendía confirmar los resultados del primero. Se abordó desde preguntas problema e historietas, en las cuales los estudiantes necesitaban analizar lo que se les preguntaba. A partir de este instrumento se trataba de identificar además, si se reconocen los mecanismos por los cuales respiran otros seres vivos diferentes a los seres humanos.

A continuación se presentan los principales resultados obtenidos hasta el momento:

# 1. Órganos que hacen parte del sistema respiratorio:

Órgano	Razones	Nº de estudiantes que lo asocian
Pulmones	Allí es enviado el oxígeno, "el aire entra y se	33
	devuelve"; "es el lugar más indicado para	
	respirar".	
Tráquea	"Tubito que lleva el aire a los pulmones"; "pasa	5
	el aire que vamos a expulsar".	
Estómago	"Por que respiramos y se mueve"	3
Nariz	Entra y sale al oxígeno	35
Boca	<i>"Se bota el aire";</i> cuando la nariz se tapa por la	18
	boca se respira; "si nos tapan la boca morimos	
	ahogados"; "recibimos el oxígeno".	
Cerebro	"A los niños no se les han desarrollado los	1
	pulmones".	
Corazón	"Si el corazón se para dejamos de respirar"; "es	13
	el órgano más importante del cuerpo".	

Tabal 1. Sistematización de resultados del primer instrumento. Órganos del sistema respiratorio

# 2. Relación del sistema respiratorio con los demás sistemas del cuerpo humano:

Sistema con el	Razones	Nº de
que se relaciona		estudiantes que
		los asocian
Con todos	El aire recorre todo el cuerpo;	13
	"ayuda a la digestión"; "todo el	
	cuerpo necesita oxígeno".	
Circulatorio	Purifica la sangre.	3
únicamente		
	"El aire pasa a la sangre y luego	3
Circulatorio y	interviene el sistema nervioso	
nervioso	porque cuando tu te asustas el	
	sistema nervioso hace que la	
	respiración se acelere".	
Ninguno	"Porque el sistema respiratorio	10
	tiene sus propias partes".	
No saben		6

Tabla 2. Sistematización de resultados del segundo instrumento. Relación del sistema respiratorio con otros sistemas del cuerpo.

Por otra parte, también se indagó por la forma como respiran otros seres vivos como los peces, las lombrices de tierra, insectos y algunas arañas:

 Peces: Con relación a estos organismos se encuentra una gran dificultad, pues tienden a creer que los peces respiran por medio de agallas y no a través de las branquias. Otros en cambio, piensan que los peces tienen pulmones especializados por donde entra el oxígeno y que además, son impermeables para que no entre agua.

- Insectos y algunas arañas: La gran mayoría piensa que los insectos respiran a través de los alvéolos o de los bronquios; sólo dos estudiantes asocian la tráquea con la respiración de estos organismos.
- Lombriz de tierra y algunos gusanos: En general, piensan que no es posible que exista algún animal que tenga respiración cutánea; sin embrago, algunos asocian los "poros" a este tipo de respiración (creen que la lombriz respira a través de los poros que tiene en la piel).

#### **CONCLUSIONES**

Los resultados de la indagación de ideas previas muestran los errores conceptuales que presentan los estudiantes acerca del fenómeno de la respiración; así como la necesidad de incluir material potencialmente significativo en la clase de ciencias. Esto sirve de base para que en el diseño de la simulación se tengan en cuenta las dificultades que tienen los aprendices sobre este concepto.

En el plano didáctico, el uso de simulaciones computacionales supone un avance en el proceso de enseñanza- aprendizaje de las ciencias en general, no sólo porque permiten visualizar fenómenos que de otra forma serían inaccesibles, sino porque facilitan el aprendizaje (Hodson, 1994); sin embargo, el diseño de estas actividades requiere por parte del profesorado un conocimiento adecuado de las características de cada programa y una reflexión didáctica sobre los objetivos de la enseñanza.

Las ventajas del uso de las simulaciones no pueden hacernos olvidar la necesidad de seguir investigando en este campo. La investigación educativa debe contribuir a optimizar las estrategias docentes y a superar convicciones sustentadas por el sentido común, como lo es el hecho de que las simulaciones facilitan siempre el aprendizaje. Por esta razón, ésta es una propuesta de enseñanza, que espera obtener resultados que ayuden a profundizar en el campo de las nuevas tecnologías en la enseñanza de las ciencias, en especial en el área de la biología.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**HODSON, D.** (1994). "Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio". *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), pp. 299-313.

**IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N. y ESPINET, M.** (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), pp. 45-59.

**MOREIRA, M. A.** (2000). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Madrid: Aprendizaje Visar, pp. 9-37.

MOREIRA, M. A. (2002). Investigación en Educación en Ciencias: métodos cualitativos. Texto de apoio do Programa Internacional de Doutorado. Em: Ensino de Ciência da Universidade de Burgos/ UFRGS. Vol. 4, pp. 25-35.

**PONTES, A.** (2005). Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Segunda parte: aspectos metodológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3). En línea en:

http://www.apaceureka.org/revista/Volumen2/Numero\_2\_3/Vol\_2\_Num\_3.ht m.

# Entropía y segunda ley: reconstruyendo relaciones termodinámicas

Ana Cecilia Rodríguez Mahecha¹ dqu658\_arodriguez@pedagogica.edu.co
Nelson Eduardo Alzate Betancur² dqu615\_nalzate@pedagogica.edu.co
Adriana Paola Bejarano Castañeda³ dqu660\_abejarano@pedagogica.edu.co
Mónica Yaneth Ospina⁴ monikospina@hotmail.com
Carlos Mario Montes Jiménez⁵ cmontes@pedagogica.edu.co

#### **RESUMEN**

En la búsqueda de ambientes de aprendizaje propicios para que los estudiantes logren de manera autónoma un enriquecimiento conceptual, se propone una metodología de trabajo activo, en el que los estudiantes se sientan en libertad de opinar, preguntar e indagar y donde se relacionan analogías y juegos como evidencia de las relaciones entre la segunda ley de la termodinámica y la entropía, en la cotidianidad. El trabajo se desarrolló con un grupo de estudiantes de cuarto semestre de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional. La implementación se llevó acabo con pares académicos y bajo un permanente acompañamiento docente, obteniendo una interesante intervención de la comunidad en general en el logro de los objetivos.

**Palabras clave:** Entropía, segunda ley, espontaneidad, equilibrio, orden, desorden, calor, temperatura, procesos reversibles e irreversibles y estados.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Docente de Química en Formación. Universidad Pedagógica Nacional

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Docente de Química en Formación. Universidad Pedagógica Nacional

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Docente de Química en Formación. Universidad Pedagógica Nacional

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Docente de Química en Formación. Universidad Pedagógica Nacional

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> Docente de Física. Departamento de Química. Universidad Pedagógica Nacional

## INTRODUCCIÓN

Los fenómenos que a diario se presentan, sean percibidos o no, tienen una explicación desde la ciencia. La labor de los docentes de ciencias naturales es propiciar ambientes de aprendizaje para dar respuesta a muchas de las preguntas que surgen al observar o estudiar estos fenómenos, es decir, entender que todos los hechos que ocurren en la naturaleza tienen un porque y una dirección, por ejemplo, el envejecimiento de las cosas, la ruta que toman los vientos o los rayos del sol.

Algunas veces se dice que la "naturaleza es sabia", o que su orden y perfección son magnificas, incluso si se mira un árbol, una flor o un animal, se piensa en lo hermosos que son, llegando a preguntar ¿qué los hace tan especiales?

Los sistemas vivos están organizados en un alto grado. Una hoja de ginkgo, por ejemplo, exhibe hermosos patrones de forma y color. (Brown *et al*, 2004). Los animales y el hombre, son estructuras increíblemente complejas en las que una multitud de sustancias se juntan de formas organizadas para formar celulas, tejidos, órganos, etc. Estos diversos componentes, deben actuar en sincronía para que el organismo en conjunto sea viable.

La formación de un sistema vivo a partir de las moléculas que lo componen, como una hoja de ginkgo a partir de moléculas de azúcar, celulosa y las demás sustancias presentes en la hoja exige una reducción muy grande de la entropía. Entonces se puede llegar a pensar que la creación de la naturaleza se da de forma espontánea en búsqueda de un máximo orden.

## Aproximación teórica y conceptual

# De lo Espontáneo y lo No Espontáneo

Antes de iniciar el trabajo con entropía, es necesario definir algunos términos que son significativos para mejorar el manejo y comprensión de los conceptos aplicados.

Para iniciar, un ejemplo: A un juguete de cuerda, que puede ser un carro para los niños o una caja musical para las niñas, se le da cuerda procurando que se mantengan funcionando, pero solo lo hará hasta que libere toda la energía almacenada en el resorte, producto del arranque. Al momento de parar se observa que no hay mas movimiento, y este nunca conseguirá darse cuerda a si mismo. Al analizar este caso, es posible observar que el rebobinado del resorte es un fiel ejemplo de un proceso *espontáneo*, mientras que la acción de rebobinar el resorte es la evidencia de un proceso *no espontáneo*.

Utilizando un lenguaje más técnico, un proceso espontáneo es aquel que tiene lugar en un sistema que se deja evolucionar por si mismo. Mientras un proceso no espontáneo no se produce a menos que se aplique de forma continua alguna acción externa (Petrucci, 1998). Como ejemplo, se presenta la descongelación del hielo a una temperatura estándar (278.15 K), que se presenta de forma espontánea, mientras que su congelamiento a esa temperatura nunca será directo.

## Del Orden y el Desorden.

La entropía es una función termodinámica (*S*), la cual es una medida de desorden del sistema. Por ejemplo, antes de mezclar un soluto y un solvente, cada uno de ellos tiene un cierto grado de ordenamiento de sus correspondientes partículas constitutivas (átomos, iones o moléculas). Después de mezclados el soluto y el solvente para formar la solución, las partículas de cada uno de ellos, se distribuyen de manera uniforme de manera aleatoria, al azar o desordenadamente. Por lo tanto, el proceso de disolución de un soluto en un solvente, siempre conlleva a un aumento del desorden de las partículas del soluto y el solvente. Este ejemplo permite evidenciar que la (*S*) es la medida del desorden, y a partir de ésta, lograr medir la espontaneidad de los procesos, en el caso anterior, en uno de solubilización (Moore & Kotz, 2000).

De manera previa se resalta, que existe una tendencia natural de la mayoría de los sistemas a volverse desordenados, o en esencia a pasar de un equilibrio de orden a un equilibrio de máximo desorden. Para mayor comprensión se utiliza el siguiente ejemplo: Se tiene una pila de monedas de diferentes denominaciones, las cuales se encuentran cara arriba dentro de una caja cerrada, este sistema esta ordenado, es decir, tiene baja entropía, ahora, si se agita la caja, se observa en su interior, que las monedas se encuentran al azar, algunos con cara hacia arriba y otras hacia abajo; el desorden en el sistema aumenta y por lo tanto su entropía.

# Entropía y Segunda Ley

Existe una estrecha relación entre la segunda ley de la termodinámica y la entropía. Pero antes es esencial recordar en qué consiste la segunda ley.

La segunda ley de la termodinámica, expresa que la energía térmica tiende a fluir de manera espontánea de cuerpos calientes a cuerpos fríos, pero no viceversa, siendo que los estados más desordenados, los de máxima entropía, son los más probables.

Un ejemplo puede mostrar esa relación: se tienen dos recipientes cerrados, cada uno con un gas X, donde el recipiente A tiene mayor temperatura que el B, en un momento dado se ponen los dos recipientes en contacto térmico por medio de un tubo, lo más probable es que la energía cinética de las partículas aumente a medida que el sistema busca el equilibrio térmico (del más caliente al más frió) y por lo tanto aumente simultáneamente la entropía o el estado de máximo desorden. Con respecto a este ejemplo Silvestrini (1985) propone que "...si es claro este ejemplo, puede ser comprendida la relación entre la entropía y la segunda ley."

# Entropía en Pelotas Ideales.

La mayoría de los trabajos explicativos relacionados a la entropía se han hecho a partir de sistemas contenidos esencialmente por gases ideales, ya que la representación de las partículas de un gas son idealizadas en la imaginación en forma de pelotas que se encuentran en libertad (Furió, 2000), sin ningún contenido intermedio en un recipiente cualquiera. Sin embargo, los químicos deben interesarse por relacionar observaciones macroscópicas de los sistemas, con la descripción microscópica de éstos en términos de átomos y moléculas.

Por ejemplo, se puede imaginar una caja con tres divisiones; dentro de la caja y en cada división se encuentran tres tipos diferentes de canicas: azules, amarillas y rojas, respectivamente. Las divisiones son movibles, así que se decide quitar la primera de ellas, la que separa a las canicas azules de las amarillas. Lo que se está haciendo dentro del punto de vista de la entropía, es disminuir en un grado de libertad o índice de restricción el sistema; antes de quitar la primera división, las canicas se encontraban separadas y ordenadas en colores: en la primera división las azules, en la segunda las amarillas y en la tercera las rojas, estaban restringidas a un cierto orden. Al quitar la segunda división, se ha disminuido otro grado de restricción. Las canicas se han mezclados unas con otras de tal manera que ahora no se pueden tener ordenas, pues las barreras que les restringían se han quitado. La entropía de este sistema ha aumentado al ir quitando las restricciones, pues inicialmente había un orden establecido y al final del proceso (el proceso es en este caso el quitar las divisiones de la caja), no existe orden alguno dentro de la caja. (Castillo, 2004).

# De lo Reversible y lo Irreversible

Ahora, es importante clarificar en qué consisten los procesos reversibles e irreversibles. Un proceso *reversible* es aquel que puede ser invertido, dejando al sistema en las condiciones iniciales. Teniendo en cuenta la caja sin las separaciones, se tiene a las canicas distribuidas unas con otras, es decir, sin un orden. Si el proceso efectuado de quitar las divisiones fuera

reversible, las canicas tendrían que ordenarse espontáneamente en azules, amarillas y rojas, según el orden de las divisiones. Esto no ocurrirá. El proceso transcurrido en la caja de canicas fue un proceso *no reversible*, en donde una vez terminado, el orden que había en las condiciones iniciales del sistema ya nunca volverá a establecerse. El estudio de este tipo de procesos es importante porque en la naturaleza todos los procesos son irreversibles, por lo tanto la entropía del universo en procesos irreversibles siempre será mayor a cero ( $\Delta S_{uni} > 0$ ), mientras que en los procesos reversibles será igual a cero ( $\Delta S_{uni} = 0$ ) ya que el sistema volverá a un estado inicial, donde no hay variación de la entropía (Serway, 1993).

## Entropía, Desorden y Envejecimiento.

Si a diario se piensa en cómo se encuentra todo organizado alrededor de un sistema, debe caber en esa observación que hay un grado alto o bajo de desorden que permite, que exista un equilibrio. Por ejemplo, si se compra un juego de póker, éste tiene 54 cartas que se encuentran organizadas por colores y números, pero ¿qué pasaría si se caen? Lo primero que pasa por la mente es que quedarán desorganizadas, pero nunca se piensa en las probabilidades existentes de que las cartas vuelvan a su estado original. La entropía de un sistema guarda relación con su desorden. El hecho de poder asignar un valor definido a la entropía de un sistema implica que, de algún modo, el desorden se puede cuantificar.

Boltzmann razonó que el desorden de un estado en particular de un sistema y, por tanto, su entropía, esta relacionada con el número de posibles arreglos de moléculas en ese estado. (Brown et al., 2004).

En este caso particular, el estado de desorden de las cartas, es decir aumento de entropía, esta directamente relacionado con el número de posibles arreglos que pueden llegar a tener las cartas desordenadas.

Generalmente un macro estado muy ordenado, tiene una probabilidad menor que uno desordenado más al *azar*. Con esto se reafirma lo

mencionado anteriormente, donde se dice, que la tendencia estadística "natural", es por tanto, hacia el grado de mayor desorden.

Hay una estrecha relación entre la entropía, el desorden y el envejecimiento. El tiempo transcurre inexorablemente sólo en un sentido; la gente envejece, encanece y se llena de arrugas, y por más que se desee invertir este desagradable proceso, y retrasar su culminación final, esto no puede ser. El "crecer más jóvenes" es tan "antinatural", como esperar que el libro que ha caído de la mesa se levante sin ninguna ayuda externa (Silvestrini *et al.*, 1985).

De igual forma, no podemos esperar que del desorden al orden se vaya por un camino espontáneo, todo sistema complejo, como lo son los seres humanos, tienden de hecho espontáneamente a ir hacia el desorden, mientras que no es posible que él mismo, partiendo de una situación desordenada, es decir de vejez, alcance espontáneamente una situación de orden o de juventud.

#### **METODOLOGÍA**

La muestra poblacional empleada, corresponde a un grupo de estudiantes de cuarto semestre de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional que comprenden edades entre 18 y 24 años. Teniendo en cuenta que la ponencia fue realizada con pares académicos, se dio la necesidad de un acompañamiento docente para evitar errores conceptuales, de esta manera y con la intervención de la comunidad en general se logró un correcto desarrollo temático.

En la búsqueda de ambientes de aprendizaje propicios para que los estudiantes logren de manera autónoma un enriquecimiento conceptual, se propone una metodología de trabajo activo, en el que los estudiantes se sientan en libertad de opinar, preguntar e indagar y donde se utilizan analogías y juegos como evidencia de las relaciones entre la segunda ley de la termodinámica y la entropía, en la cotidianidad.

Uno de los criterios fundamentales de la metodología propuesta es la forma en que se motiva a los estudiantes para que por medio de un trabajo autónomo se construyan y comprendan los conceptos básicos de entropía y segunda ley de la termodinámica. Esta forma de motivación busca concienciar al estudiante que él es el principal responsable de su aprendizaje.

Otro criterio es resaltar la importancia de la construcción de relaciones adecuadas entre los conceptos, pretendiendo ver el conocimiento no como un grupo de definiciones individuales sin sentido, sino como una compleja red de conceptos relacionados en función de explicar y acercarse a la comprensión de los fenómenos termodinámicos, no sólo desde el punto de vista teórico sino desde una aplicación en el entorno.

La metodología esta enmarcada en la línea de investigación didáctica de concepciones alternativas que propone la construcción de conceptos a partir del diagnóstico y seguimiento de las ideas previas de los estudiantes y de las experiencias propias tanto del docente como de los mismos estudiantes. Este modelo a diferencia del aprendizaje significativo de Ausbel, no toma los preconceptos como algo visto en clases anteriores, sino como una construcción personal a partir de las relaciones establecidas con el medio.

La propuesta consta de cuatro fases, la primera hace referencia a la construcción de los conceptos previos relacionados con el tema central, la segunda pretende profundizar en entropía, probabilidad, orden y desorden, en la tercera fase se da una mirada a la construcción matemática de entropía, por ultimo se genera un espacio de discusión que busca retomar lo visto durante la clase para esclarecer la relación entre entropía y segunda ley de la termodinámica.

En la primera fase se tuvieron en cuenta los términos <u>espontáneo</u> y <u>no</u> <u>espontáneo</u> desde una perspectiva de analogía, teniendo sumo cuidado en su

elaboración para no caer en errores conceptuales, dichas analogías están especificadas en el apartado anterior titulado *De lo Espontáneo y lo No Espontáneo*, estas buscan abrir la mente de los estudiantes hacia la reconstrucción de las ideas para crear relaciones con el tema a tratar.

La segunda fase parte de los conceptos relacionados en la fase anterior y pretende entender la segunda ley y la entropía desde la probabilidad, es decir, entender el por qué los sistemas fluyen a su estado más probable. En esta parte se utilizó un videojuego de billar en el cual se muestra la posición inicial de las bolas, las cuales están en orden, luego por medio de un primer golpe éstas se dispersan, generando la pregunta de si es probable que por una sola maniobra las bolas vuelvan a su posición original. A partir de este ejemplo se abordan los conceptos de orden y desorden utilizando ayudas visuales como una caja con pinpones de colores (remitirse al apartado titulado *Del Orden y el Desorden*) que atrajeron la curiosidad del grupo.

En la tercera fase, se expuso mediante ejercicios de lápiz y papel la aplicación matemática de la conceptos segunda ley y entropía con el fin de mostrar el rigor del tema y su aplicación a la termodinámica así como las relaciones entre los sistemas y procesos adiabático, isobárico, isotérmico, etc. Frente a la construcción del término entropía y segunda ley se invita a los estudiantes a construir por ellos mismos con base a las herramientas ya dadas, la relación existente entre dichos términos, lo que da lugar a otro escenario de discusión.

Por último, se concluye estableciendo y esclareciendo la relación existente entre entropía y segunda ley, lo que permitió al docente evidenciar una aplicación correcta o desviada de los conceptos por parte de los estudiantes, así mismo, los estudiantes pudieron corroborar si la interpretación dada es homogénea, o por el contrario, esta desviada de la relación verdaderamente existente.

## **CONCLUSIONES**

Una vez analizado el desarrollo de la experiencia, se puede concluir que los estudiantes son escépticos a lo que sus compañeros de clase pueden enseñarles, por lo que el trabajo se torna difícil y la colaboración no es la mejor, debido a que no prestan importancia a una sesión realizada por el par académico, por lo que no existe un estimulo cuantitativo, como lo es una calificación. Los estudiantes buscan aprender sólo lo que se les "impone", ya que no se hacen responsables de su aprendizaje autónomo, limitando su capacidad de descubrir y construir otros conocimientos que le permitan comprender el mundo.

También se evidencia en los estudiantes el arraigo por las clases de dictado, lo que no permite crear relaciones entre términos producto de los libros de texto que manejan los conceptos de manera separada despreciando la posibilidad de crear redes conceptuales complejas. Esta ruptura, puede ser resultado del modelo tradicionalista de orden absolutista y memorístico, que a pesar de la evolución de la pedagogía y las estrategias didácticas, aún se mantiene.

La elaboración de clases alternativas con la utilización de juegos y analogías, implica una profundización y cuidado con el uso de terminologías, para llegar de manera efectiva a construir lo que desde un inicio se plantea. La mala interpretación de dichas analogías puede crear errores conceptuales en una persona o grupo, por lo que se hace indispensable un verdadero acompañamiento docente.

De igual manera, es importante tener un buen manejo conceptual, actitudinal y procedimental en otras áreas de las disciplinas científicas, con el animo de ser un soporte en el ejercicio de aprender nuevos conceptos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BROWN, B. (2004): *Química La Ciencia Central* (9<sup>a</sup> ed). Pearson Educación.

CASTILLO, C. (2004): *Notas de Físico Química*. Extraído el 05 Marzo, 2007, de cabierta.uchile.cl/revista/25/articulos/pdf/edu10

FURIÓ, C., (2000). La Enseñanza y El Aprendizaje Del Conocimiento Químico. En PERALES, F., CAÑAL, P., *Didáctica De Las Ciencias Experimentales,* (pp. 21-447), Alcoy. Es. Marfil.

MOORE, J., KOTZ, C.,(2000). *El Mundo De La Química.* (2 ª ed). Pearson Educación.

SILVESTRINI, V., (1985). Que es la entropía. Norma.

Hacia la enseñanza del concepto disolución a nivel macróscópico en grado décimo a partir de un modelo didáctico analógico

Teaching towards of disolution concept in a macroscopic level in tenth course from an didactic analogical model

**Franco, Ricardo A.¹** dqu609\_rfranco@pedagogica.edu.co

#### RESUMEN

La temática de disoluciones es de gran importancia en el manejo de los conceptos químicos en general. Considerando algunas investigaciones que dan cuenta de ciertas dificultades que tienen los estudiantes para comprender esta temática, se propone una estrategia alternativa para la enseñanza del concepto disolución a nivel macroscópico, orientada a estudiantes de grado décimo, a partir de un referente metodológico que se sustenta desde un modelo didáctico analógico. De igual manera, en el marco de la propuesta, se hace una revisión conceptual acerca de varios aspectos teóricos que involucra el concepto de disolución

**Palabras clave:** Disolución, enseñanza-aprendizaje de la química, modelo didáctico analógico.

#### **ABSTRACT**

The dissolutions topic in general, has a great importance in the chemical concepts management. Considering some researches that show comprehension problems that students have about this thematic, it proposes an alternative strategy to teach the dissolution concept in a macroscopic level, it is leaded to the tenth level students, from a methodological level that is supported by an didactic analogical model. At the same time in makes a

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá. Colombia.

conceptual checking about some theorical aspects that involves the dissolution concept.

**Key words:** Dissolutions, teaching-apprenticeship of de chemistry, didactic analogical model, teacher.

## INTRODUCCIÓN

La formación del docente en el proyecto curricular de educación para la formación de Licenciados en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, requiere de un proceso en el que se construyen amplios fundamentos conceptuales y metodológicos sobre el campo disciplinar, la pedagogía y la didáctica. En este sentido, ha sido posible proponer una estrategia alternativa para la enseñanza del concepto disolución a nivel macroscópico en estudiantes de grado décimo de secundaria. La necesidad de proponer la estrategia inicialmente a nivel macroscópico, se sustenta sobre la importancia de la implicación que el estudiante comprenda la interacción entre las sustancias a nivel macroscópico, y posteriormente entienda los fenómenos que se presentan a nivel submicroscópico.

Desde esta perspectiva, inicialmente se presenta una revisión teórica en cuanto a diferentes conceptos que enmarca la temática de disoluciones, analizando también algunas investigaciones acerca de las dificultades que han presentado los estudiantes frente al aprendizaje de dicho concepto. De igual manera, se revisa el referente metodológico desde el punto de vista de un modelo didáctico analógico, modelo que involucra una reflexión en cuanto al sentido y la importancia de las analogías en el momento de proponer e implementar este tipo de estrategias metodológicas para la enseñanza de los conceptos científicos.

Finalmente se realiza la descripción de la propuesta a implementar, con miras a la enseñanza del concepto de disolución a nivel macroscópico de acuerdo con el referente metodológico ya mencionado, modelo que se divide en tres fases. La segunda de estas fases, permite hacer énfasis en la teoría de los mapas conceptuales, cuya pertinencia se evidencia en la evaluación de los resultados de la estrategia.

# Revisión conceptual

Para hacer referencia a las disoluciones, es importante establecer cierta claridad en cuanto al concepto de mezcla; esta se entiende como una agregación de dos o más sustancias, y puede ser homogénea o heterogénea. A partir de esta concepción de mezcla es posible dar una mirada sobre algunos puntos de vista en torno al concepto de disolución: De acuerdo con Brown, T, (1998), la disolución es una mezcla homogénea de dos o más componentes, para que sea verdaderamente homogénea, el tamaño de las partículas de las sustancias que la forman, tiene que ser tan pequeño como átomos, moléculas, o iones con diámetros Angstronms (Å); por otra parte, para Vejarano,G, (1976), disolución es "una mezcla homogénea entre dos o más sustancias", cuyos componentes no se pueden distinguir por separado, donde el solvente es la sustancia de mayor proporción, y el soluto es el componente de menor proporción.

Rincón N, (1997), enuncia que "al estudiar las soluciones, se hace diferencia entre las sustancias que se disuelven y aquellas en las cuales se produce la disolución. La sustancia que se disuelve se llama soluto y la sustancia en la cual se disuelve o se produce la disolución, se llama disolvente".

En cuanto a la clasificación de las soluciones, estas se clasifican en gaseosas, líquidas y sólidas, Vejarano, (1976), hace algunas precisiones frente a este aspecto: "solución sólida es aquella en que un gas un líquido u otro sólido está disuelto en un sólido; cuando un gas se disuelve en otro, resulta una solución gaseosa", siendo las disoluciones líquidas las más comunes.

Las suspensiones y coloides son mezclas que contienen partículas "mayores", es decir, que pueden ser separadas por algún procedimiento físico.

Algunos solutos y solventes se pueden disolver completamente entre sí, de modo contrario, existen solutos y solventes que no poseen esta característica, la capacidad máxima que tiene un soluto para disolverse en una cantidad de solvente a determinada temperatura se denomina solubilidad. Se habla de solución saturada cuando el soluto disuelto y el soluto sin disolver presentan un equilibrio; y de solución sobresaturada cuando contiene mayor cantidad de soluto que el necesario a determinadas condiciones.

El agua se ha denominado solvente universal dado que en esta sustancia se pueden realizar con mayor facilidad muchas disoluciones. No obstante, existen otros disolventes líquidos conocidos que representan gran importancia: alcohol, éter, acetona, gasolina. Una solución en la que el agua es el medio de disolución se denomina solución acuosa, es decir, cierto soluto se disuelve en agua, y es en este tipo de disoluciones donde ocurren la mayoría de las reacciones químicas.

En 1844 el científico sueco Svante Arrhenius investigó sobre las corrientes electrolíticas de muchas soluciones acuosas con distintas concentraciones, y expresó que: "la solución de electrolitos contiene iones, los electrolitos se disocian en iones, los iones son los responsables de la conducción de la corriente eléctrica en una solución electrolítica, y que la conductividad de una solución electrolítica depende del grado de disociación del electrolito en solución" (Arrhenius et al., 1844),. "Aunque el agua en si es mal conductor de la electricidad, la presencia de iones hace que las soluciones acuosas se conviertan en buenos conductores" (Brown. T, 1998).

La concentración de una disolución ha sido definida por los científicos como la cantidad de soluto disuelto en cierta cantidad de disolvente, y puede expresarse apelando a distintos razonamientos de tipo matemático que relacionan tanto el soluto como el disolvente de varias formas: el porcentaje con respecto a la masa, partes por millón, molaridad, molalidad y normalidad.

# Dificultades en el aprendizaje de las disoluciones

Algunas investigaciones de varios especialistas señalan que los estudiantes de bachillerato, incluso, algunos de primeros niveles de educación superior, tienen serias dificultades para comprender los conceptos que involucra la temática de disoluciones. Gómez, et al., (1995) en: Raviolo, et. al (2004), han demostrado que los estudiantes de secundaria comprenden la conservación de las sustancias en una disolución cuando se les enseña a partir de situaciones cotidianas, y que comprenden con mayor facilidad la conservación de la masa al aprender desde el lenguaje de la química.

Según Stavy et al., (1981) en: Raviolo, et. al (2004),, cuando se enseña lo referente a concentración, el docente debe tener en cuenta cuatro aspectos muy importantes:

- La relación de proporcionalidad directa que existe entre el soluto y la concentración.
- La relación de proporcionalidad inversa existente entre la concentración y la cantidad de solvente.
- La relación constante de la concentración con respecto al soluto y el solvente.
- La intensividad, que se refiere a la variación de la cantidad de una disolución, sin cambiar su concentración. Los estudios de esta autora demostraron la dificultad que hay en estudiantes de 14 años para comprender la relación de proporcionalidad inversa.

Wheeler et al.,(1978) en: en: Raviolo, et. al (2004), comprobaron que estudiantes de primeros niveles de educación superior tienen confusiones entre cantidad de sustancia y concentración, traduciéndose esto en confusiones de tipo general en el momento de realizar cálculos para la preparación de soluciones.

# Referente metodológico

Al tener una base conceptual en cuanto a la temática de disoluciones, y conociendo sobre las dificultades en el proceso de enseñanza y aprendizaje de este concepto, se hace necesario revisar el fundamento metodológico que sustenta la estrategia a diseñar.

Según Galagovsky N, y Adúriz A, (2001), existe un problema didáctico en cuanto a los modelos científicos utilizados, principalmente por la confusión que se causa en los alumnos, definiendo varios "recursos didácticos" tales como representaciones científicas, representaciones concretas y análogos concretos. Estos autores explican un avance de dichos análogos desde un estructurado modelo didáctico analógico, para entender este modelo, es importante establecer algunas concepciones de los autores en torno a ciertos aspectos fundamentales:

- -El análogo concreto se define como un ejemplo que presenta el profesor, apelando a componentes del sentido común, o de la vida cotidiana.
- -El modelo didáctico analógico se concibe como un dispositivo de la ciencia escolar.
- La ciencia erudita se entiende como ciencia de los científicos.

En cuanto a las analogías, "desde un punto de vista educativo, ayudan a comprender una determinada noción o fenómeno que se denomina objeto, problema o blanco, a través de las relaciones que establece con un sistema análogo, al que también se le denomina ancla, base o fuente, y que resulta para el alumno más conocido y familiar" Dagher et al., (1995:454) en: Galagovsky, et, al (2001).

La construcción de un modelo didáctico analógico requiere de un profundo dominio conceptual por parte del profesor en la temática que enseña, de igual importancia es que este logre traducir tales conocimientos a una situación de la vida cotidiana o del sentido común.

En la implementación estratégica de este modelo didáctico se identifican tres etapas, inicialmente los estudiantes deben analizar una situación analógica en torno a determinada temática de la vida cotidiana sin un previo análisis de los contenidos científicos eruditos, formulando cuestionamientos e hipótesis que posteriormente se puedan relacionar con la ciencia erudita.

En segunda instancia, el profesor presenta a los estudiantes (novatos) la información propia de la ciencia erudita, manejando el más adecuado lenguaje que debe estar acorde con el grado de escolaridad de quien aprende; es en esta etapa donde el estudiante establece nuevas hipótesis, consignando sus construcciones por medio de cuestionarios, tablas, mapas o redes conceptuales.

Para enfatizar sobre uno de estos importantes recursos de medición de la construcción y adquisición de los significados: los mapas conceptuales, es de gran importancia dar una breve mirada sobre una relevante posición que al respecto consideran algunos especialistas. Un mapa conceptual es "un recurso esquemático para representar un conjunto de significados conceptuales incluidos en una estructura de proposiciones" Según Novak. J y Gowin. D, (1988:33).

La tercera etapa de implementación de un modelo didáctico analógico se entiende también como metacognición, donde el estudiante reflexiona de manera autónoma sobre los mecanismos de adquisición de su propio conocimiento, siendo esta la etapa de mayor resistencia por parte del estudiante dado el elevado ejercicio de pensamiento que se requiere por su parte.

Antes de hacer una aproximación descriptiva de la estrategia metodológica, es pertinente señalar la importancia de tener en cuenta las ideas previas de los estudiantes en cuanto a la temática de disoluciones. Algunas características de las ideas previas que han referenciado Perales, F y Cañal, P, (2000:369), son: "El individuo moviliza ciertas nociones o esquemas en el transcurso de la actividad representativa a partir de las cuales podemos

inferir una concepción, pero esta no es explícita; la concepción alternativa es un modelo explicativo; las concepciones tienen un génesis al mismo tiempo individual y social"

# Descripción de la propuesta

Una vez realizada una revisión de distintos referentes teóricos, algunas dificultades en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la temática de disoluciones, y luego de abordar el referente metodológico, es posible plantear una estrategia para la enseñanza de esta temática en el aula de clase, pensando en un aprendizaje significativo de los estudiantes frente a este concepto.

Esta intencionalidad se orienta a estudiantes de grado décimo, a partir una analogía que contemple alguna situación de la vida cotidiana.

Cotidianamente, en casa se preparan distintas bebidas, entre estas "el refresco", a partir de la preparación de una bebida de este tipo, es posible plantear la analogía con la intención de enseñar el concepto de disolución a nivel macroscópico. Para empezar, el docente debe conocer y examinar las ideas previas de los estudiantes.

Posteriormente puede plantear la analogía a partir de la situación mencionada, generando algunos cuestionamientos en los estudiantes.

Una vez realizada la analogía el docente presentará al colectivo aula los contenidos de la ciencia erudita en lo que respecta a las soluciones, logrando así que los estudiantes relacionen la analogía que habían interpretado desde su propio lenguaje, con un lenguaje científico acorde para su nivel de escolaridad, de tal manera que el estudiante logre una construcción y reconstrucción conceptual en torno a la temática de las soluciones.

A continuación se ejemplifica la analogía que plantea un profesor de Química a estudiantes de grado décimo para implementar una estrategia alternativa en la enseñanza de soluciones, a partir de una situación cotidiana como la preparación de un refresco en casa.

**Primer Paso:** En nuestros hogares habitualmente preparamos distintas "mezclas", estas pueden estar en forma líquida, sólida o "gelatinosa", en el caso de una mezcla líquida, tenemos la preparación de un refresco casero.

En un "recipiente de vidrio o plástico", se agregan "cinco vasos de agua", posteriormente se le agrega al agua el polvo contenido en el sobre, y se "revuelve" hasta que "desaparezca" el "polvo agregado"; ¡listo para tomar!.

# Algunas preguntas orientadoras:

¿El refresco que se ha preparado es una mezcla homogénea o heterogénea? ¿Qué sustancia se ha utilizado para disolver el polvo del sobre? ¿Qué influye en que el refresco quede simple, repugnante o agradable para el consumo?

# Segundo Paso: Exposición del docente a los estudiantes:

Gran parte de la materia existente es el resultado de "mezclas" entre sustancias, una solución es una mezcla homogénea entre dos o más sustancias, llamadas soluto y solvente; recordemos el refresco que hemos preparado, esto es una "mezcla homogénea" entre dos sustancias (el agua y el polvo), y se ha preparado una solución líquida, para la cual el agua representa el solvente, y el polvo contenido en el sobre representa el soluto. Las soluciones pueden ser líquidas, sólidas o gaseosas.

Para preparar una solución líquida en el laboratorio, comúnmente se utilizan instrumentos como el vaso de precipitado, el erlenmeyer o el matraz, agregando cierto volumen de solvente (el agua se conoce como solvente

universal), por ejemplo a un litro de H<sub>2</sub>O se le agrega cierta cantidad de soluto, por ejemplo 60 gramos del polvo contenido en el sobre y se agita hasta que se disuelva por completo el soluto.

Cuando el soluto no está disuelto completamente en el solvente, la mezcla se denomina "suspensión".

La "concentración" en una solución es la cantidad de soluto presente en cierto volumen de solvente, por ejemplo, nuestro refresco tiene cierta concentración. Disminuir la concentración de la solución significa "dilución", una solución se puede diluir agregando más solvente.

La concentración se puede calcular por medio de algunas fórmulas matemáticas que relacionan el soluto y el solvente dependiendo de algunos datos de cada una de estas sustancias, tanto las moles y el equivalente gramo del soluto, como los litros y kilogramos del solvente (entre otros); los valores obtenidos se expresan en términos principalmente de molaridad, normalidad y molalidad.

Las unidades de molaridad son: moles de soluto / litros de solución; las unidades de normalidad son equivalente gramo de soluto / litros de solución; las unidades de molalidad son moles de soluto / kilogramo de solvente.

## Actividades a desarrollar por parte del estudiante:

- Elaborar un mapa conceptual sobre el concepto disolución, incluyendo los siguientes términos: disolución, molaridad, normalidad, soluto, refresco casero, concentración, solvente, volumen, masa, dilución.
- Realizar una tabla estableciendo semejanzas y diferencias entre lo que representa una bebida de refresco, y lo que es una solución.
- Escribir lo que se entiende acerca de cada uno de los términos utilizados en la elaboración del mapa conceptual.

- Con los anteriores términos elaborar una composición en no más de 2 párrafos y colocarle un título.

## A manera de consideraciones finales

- El constante desarrollo de investigaciones en el campo de la didáctica de las ciencias, en especial sobre el uso adecuado de analogías y metáforas, permite explorar un amplio horizonte que conlleve a realizar propuestas innovadoras para la enseñanza de las ciencias experimentales.
- Con la implementación de esta estrategia alternativa que se fundamenta en un modelo didáctico analógico, se puede lograr que los estudiantes de grado décimo o de otro nivel en la enseñanza de la Química, aprendan el concepto de disolución y sus implicaciones a nivel macroscópico, a partir de una situación de la vida cotidiana. A partir de la estrategia metodológica que se ha planteado, es posible diseñar otra propuesta para la enseñanza de los fenómenos submicroscópicos que ocurren en el proceso de la disolución, los cuales se argumentan desde el discurso de la química.
- En el proceso de formación del profesor es de gran utilidad y aplicabilidad realizar propuestas de este tipo, en el sentido que se profundiza en el campo disciplinar, y se innova en el desarrollo de estrategias alternativas para la enseñanza de los conceptos científicos, ampliando las bases conceptuales y metodológicas que dan cuenta del oficio del profesor.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

BROWN, T. Química la ciencia central, séptima edición, Prentice Hall ediciones, 1998. 980 p.

GALAGOVSKY, L. y ADÚRIZ, A. Modelos y Analogías en la enseñanza de las ciencias naturales, El concepto de modelo didáctico analógico, Revista enseñanza de las ciencias 2001. 19, (2).

NOVAK, J., y GOWIN, D. Aprendiendo a aprender, Ed, Martínez Roca. España.

OLIVA, J.M., ARAGÓN, M.M, MATEO, J. y Bonat, M., Una propuesta didáctica basada en la investigación para el uso de analogías en la enseñanza de las ciencias, Revista enseñanza de las ciencias 2001. 19. (3).

PERALES, F. y CAÑAL, P. Didáctica de las ciencias experimentales Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias, Ed, Marfil, Alcoy. España. 2000.

RAVIOLO, A., SIRACUSA, P., GENNARI, F. y Corso, H., Utilización de un modelo analógico para facilitar la comprensión del proceso de preparación de disoluciones. Primeros resultados, Revista enseñanza de las ciencias 2004. N, 22. V, 3.

RINCÓN, N. Concepciones Alternativas de los Alumnos sobre disoluciones. Bogotá, 1997. 160 p. Tesis de grado Maestría en Docencia de la Química, Universidad pedagógica Nacional, Facultad de Ciencia y Tecnología Departamento de Química.

VEJARANO, G. Química fundamental experimentos y conceptos, primera edición, Ed, Norma, 1976. 304 p.

La enseñanza de los grupos funcionales de la quimica organica, desde una propuesta innovadora: "tu escoges tu camino, es decir tu propio destino"

The teaching of the functional groups of the organic chemistry, from an innovative proposal: "your you choose your road, that is to say your own destination"

Zuleyma Barreto Sanclemente¹
zulyh60@hotmail.com
Andrés Fernando Lancheros²
andresupn@hotmail.com
Deysi Muñoz Cante³
dechito18@hotmail.com
Liz Muñoz⁴
lizm200528@yahoo.es

#### **RESUMEN**

Este articulo presenta los resultados de un estudio acerca de la elaboración e implementación de una propuesta didáctica innovadora, llamada: tu escoges tu camino, es decir tu propio destino, para la enseñanza de los grupos funcionales de la química orgánica, enfocándolo desde una perspectiva CTS; para tal fin se aborda una problemática como es el consumo del cigarrillo, que se ha incrementado en los estudiantes de educación media del país.

Esta propuesta se elaboró durante el desarrollo de los seminarios pedagogía y didáctica I y II, del segundo semestre del 2006 y el primer semestre del 2007.

El análisis hecho al respecto muestra que la aplicación de la propuesta, genero un cambio parcial tanto a nivel conceptual como actitudinal en los estudiantes. Además mostró que la realización de este tipo de actividades logra despertar el interés y el agrado por parte de ellos, lo que permite que se desarrollen nuevos temas con este tipo de actividades.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Universidad Pedagógica Nacional. Estudiante de licenciatura en Química

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Universidad Pedagógica Nacional. Estudiante de licenciatura en Química

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Universidad Pedagógica Nacional. Estudiante de licenciatura en Química

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Docente de los espacios académicos Pedagogía y didáctica I y II, Universidad Pedagógica Nacional

III Congreso Internacional sobre Formación de profesores de ciencias

Palabras clave: CTS, Grupos funcionales, Cigarrillo y sus componentes.

**ABSTRACT** 

This articulates it presents the results of a study about the elaboration and

implementation of an innovative didactic proposal, call: your you choose

your road, that is to say your own destination, for the teaching of the

functional groups of the organic chemistry, focusing it from a perspective

CTS; for such an end a problem is approached as it is the consumption of

the cigarette that has been increased in the students of domestic half

education.

This proposal was elaborated during the development of the seminars

pedagogy and didactic I and II, of the second semester of the 2006 and the

first semester of the 2007.

The analysis made in this respect sample that the application of the

proposal, I generate a partial change so much at conceptual level as

actitudinal in the students. It also showed that the realization of this type of

activities is able to wake up the interest and the pleasure on the part of

them, what allows that new topics are developed with this type of activities.

**Key words:** CTS, Functional Groups, Cigarette and the components.

**INTRODUCCION** 

La temática, Ciencia, tecnología y sociedad se enfoca desde la mirada

genérica de la educación en tecnología y no se enmarca específicamente en el

esquema CTS, aunque debe entenderse que hablar de educación en

tecnología implica relacionar en el marco del contexto educativo la ciencia, la

tecnología y las profundas implicaciones de ambas, con las posibilidades de

un trabajo escolar integral y significativo para los estudiantes.

En la actualidad, numerosos especialistas en didáctica de las ciencias de todo

el mundo están promoviendo como finalidad central de la enseñanza de las

ciencias la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía, en torno a

la cual organizan su disciplina. Para justificarlo suelen apelar a motivos socioeconómicos, culturales, de autonomía personal, prácticos de utilidad para la vida cotidiana, cívicos y democráticos para la participación social en las decisiones sobre muchos asuntos de interés público relacionados con la ciencia y la tecnología, etc. (Fourez, 1997; Sjøberg, 1997).

Debido a que se presentan diferentes puntos de vista de acuerdo a la definición de CTS, Kemp (2002) agrupa los rasgos señalados en tres dimensiones:

- *Conceptual* (comprensión y conocimientos necesarios). Sus elementos más citados son: *conceptos de ciencia* y *relaciones entre ciencia* y *sociedad*.
- *Procedimental* (procedimientos, procesos, habilidades y capacidades). Los rasgos que se mencionan con más frecuencia son: *obtención y uso de la información científica*, *aplicación de la ciencia en la vida cotidiana*, *utilización de la ciencia para propósitos sociales y cívicos* y *divulgación de la ciencia al público de manera comprensible*.
- *Afectiva* (emociones, actitudes, valores y disposición ante la alfabetización científica). Los elementos más repetidos son: *aprecio a la ciencia* e *interés por la ciencia*.

Para entender los efectos sociales del fenómeno científico tecnológico, tanto sus condiciones como sus consecuencias, la concepción CTS a definido como objetivos centrales de sus trabajos: la promoción de la alfabetización científica consolidando en los jóvenes la vocación por el estudio de las ciencia y la tecnología, así como el desarrollo de actitudes y practicas democráticas en cuestiones de importancia social relacionadas con la innovación tecnológica o con la intervención ambiental. Todo ello en función de aproximar la cultura humanista y la cultura científica tecnológica, para avanzar hacia una visión mas integrada de los problemas. Se busca que ciencia y tecnología sean entendidas como procesos sociales porque solo así el estudiante se sentirá interesado por el fenómeno científico - tecnológico y valorara la existencia de campos de influencia en los que podría llegar a participar.

Debido a esto, se trabajo con una problemática que recogiera los tres enfoques de la CTS por este motivo se pensó en el consumo del cigarrillo, ya que según encuestas realizadas por el doctor Horacio Giraldo, medico neumólogo director del comité nacional antitabaquismo, el 69.2% de los estudiantes de colegio han probado el cigarrillo y de ellos el 24.8% son fumadores actuales.

El cigarrillo además de ser una sustancia adictiva y estimulante del sistema nervioso, esta constituido por una serie de compuestos orgánicos, como son el alquitrán y la nicotina, los cuales son perjudiciales para el ser humano, ya que el alquitrán se encarga de ir deteriorando los pulmones y la nicotina de hacerlo adictivo; pero ¿como concientizar a los jóvenes de dicho daño? , mas allá de realizar una conferencia o un sondeo estadístico, lo que se busco fue diseñar una estrategia innovadora, que lograra cautivar la atención de los estudiantes, por ello se empleo un metarrelato animado como estrategia de sensibilización que abarcara las CTS, entre otras actividades no convencionales.

# Metodología

La muestra de la población en este estudio estuvo conformada por 39 estudiantes de ambos sexos, 13 mujeres equivalente al 33.33 %, y 26 hombres equivalente al 66.66 % de la muestra total, todos ellos estudiantes de educación media de grado undécimo del Colegio Claretiano de Bogotá.

Para recolectar la información arrojada en la investigación, se establecieron una serie de etapas tales como:

Primera etapa: Reconocimiento de las ideas previas-grupos funcionales.

Inicialmente se aplico una prueba de entrada escrita (Anexo # 1), la cual consistió en cinco puntos, el primero de estos era una pregunta abierta cuyo

objetivo era conocer el concepto que los estudiantes tenían acerca de un compuesto orgánico e inorgánico y la diferencia existente entre estos; la segunda pregunta fue de tipo selección múltiple con mas de una respuesta correcta, con esta se esperaba que el estudiante reconociera los compuestos orgánicos de algunas sustancias comunes presentadas en gráficos; la siguiente pregunta constaba de una rejilla de conceptos en la que se buscaba, que relacionarán el respectivo grupo funcional con su radical; el punto # 4 contenía 10 afirmaciones falsas o verdaderas, con esta se pretendía que identificaran características y propiedades tanto físicas como químicas de los diferentes grupos funcionales existentes en la química orgánica; finalmente un quinto punto en el que se quería que relacionaran la nomenclatura de los compuesto orgánicos con su respectiva fórmula estructural.

Segunda etapa: Etapa de reflexión, aplicación de actividades y reconocimiento de los grupos funcionales

Inicia esta etapa con la manipulación de un cigarrillo, con el fin de que los estudiantes reconocieran las características físicas de este; seguidamente se les entrego una lectura la cual realizaba una reflexión acerca de los efectos del consumo del cigarrillo y las sensaciones que éste producía.

Posteriormente se desarrollo una actividad lúdica la cual pretendía que los estudiantes identificaran y relacionaran los grupos funcionales de química orgánica, las características que poseían y el reconocimiento de algunos de estos como componentes del cigarrillo..

Tercera Etapa: Experiencia demostrativa

Se planteo una situación problemática; la cual consistía en tomar una botella plástica, perforada en la parte inferior, donde se introducía un pequeño papel enrollado, que luego se encendía; se observo que el humo salía de ambos extremos del papel en diferentes direcciones. Con esta situación se

III Congreso Internacional sobre Formación de profesores de ciencias

buscaba que el estudiante observara de una forma análoga como se

comporta el humo del cigarrillo cuando es inhalado e ingresa al cuerpo

humano.

Cuarta etapa: Presentación de la propuesta innovadora y aplicación de

prueba de salida.

Finalmente se proyecto en forma de video el cuento: Tú escoges tu camino, es

decir tu propio destino, el cual narra la historia de un adolescente que se

inicia en el vicio del cigarrillo y las consecuencias que acarrea su consumo.

Con este se busco identificar que grupos funcionales están presentes en el

cigarrillo, involucrando la parte científica a un problema social como lo es el

aumento del consumo de cigarrillo en los adolescentes.

En esta etapa además se realiza una prueba de salida, pretendiendo con esta

confrontar el cambio conceptual que se produjo en los estudiantes, además

se realizo una evaluación con la que se valoro el desempeño de los talleristas,

el grado de interés de los estudiantes y el dominio de grupo que estos tenían

como futuros docentes.

Resultados y análisis

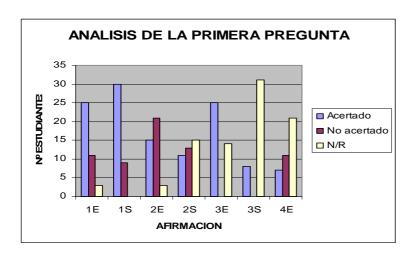
Prueba de entrada en relación con la prueba de salida

Criterio Nº 1: define que es un compuesto orgánico.

Criterio Nº 2: define que es un compuesto inorgánico.

Criterio Nº 3: diferencia entre compuesto orgánico e inorgánico.

Criterio Nº 4: ejemplifica compuestos orgánicos e inorgánicos.

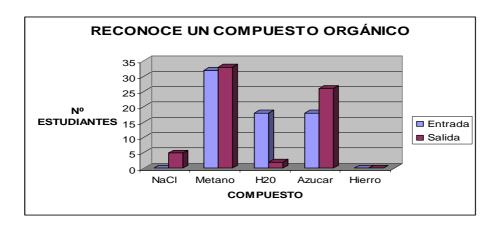


E: prueba de entrada

S: prueba de salida.

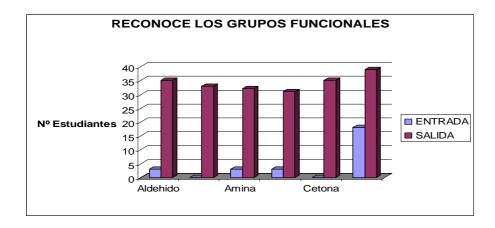
De acuerdo a los resultados obtenidos en la grafica anterior se determina que en relación al criterio Nº 1, en la prueba de entrada alrededor de 25 estudiantes lograron definir que es un compuesto orgánico y al compararlo con la prueba de salida se observa que el número de definiciones correctas aumento. El criterio Nº 2 refleja que no es precisa la definición de compuesto inorgánico en el total de los estudiantes, ya que no hay una definirlo tendencia marcada a correctamente. pero tampoco incorrectamente, se puede plantear la hipótesis que esto se debe a que en pocas ocasiones el profesor define lo que es un compuesto inorgánico, exigiendo que el alumno sea quien construya su propio concepto, pero enfrentando cierta dificultad a la hora de hacerlo. En el criterio Nº 3 se infiere que los estudiantes no están en la capacidad de definir que es un compuesto inorgánico y como consecuencia no diferencian entre un compuesto orgánico e inorgánico. En el criterio Nº 4 se observa que los estudiantes presentan gran dificultad a la hora de ejemplificar compuestos e inorgánicos, y las personas que lo hacen relacionan los compuestos orgánicos con algo que se encuentra en la naturaleza.

Las definiciones se tomaron del libro: Química general, principios y aplicaciones modernas séptima edición. (Anexo # 2).

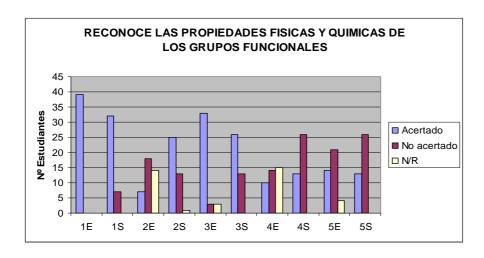


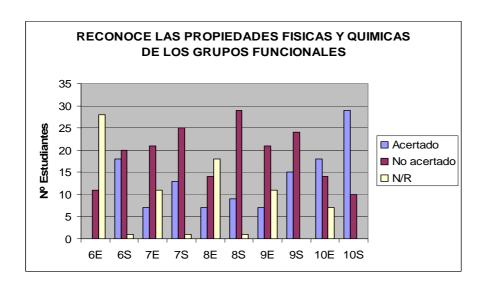
En esta gráfica se observo que hubo un aumento de respuestas correctas, al momento de comparar la prueba de entrada con la prueba de salida, referente a lo que es un compuesto orgánico cuando se utiliza un ejemplo.

Adicionalmente en este punto se planteo un distractor como fue el agua debido a que es el compuesto, que "mas" tiene relación con la química orgánica, ya que en sus componentes se encuentran hidrógenos y esta presente en la naturaleza.

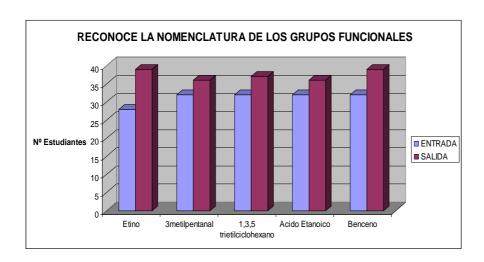


La gráfica anterior revela que en la prueba de entrada los estudiantes tenían muy poco conocimiento de los diferentes grupos funcionales, pero con la ayuda de las actividades desarrolladas y las clases impartidas por el docente, se genero un cambio conceptual en cuanto a la identificación del grupo funcional con su respectivo radical.





Las gráficas muestran que los estudiantes reconocen que el carbono es uno de los elementos más abundantes en la corteza terrestre, pero no tienen claridad en cuanto a las propiedades físicas de los compuestos orgánicos. Aunque en la mayoría de las afirmaciones las respuestas fueron erróneas, se resalta un cambio conceptual en dichas propiedades por parte de los estudiantes, como por ejemplo la afirmación (b) donde interpretan que el grupo funcional es la parte activa de la molécula, así mismo reconocen que las animas son producto del amoniaco.



Esta gráfica refleja que tanto en la prueba de entrada como en la de salida los estudiantes logran identificar la estructura química de un compuesto orgánico, destacando sin embardo que el número de respuestas correctas en la prueba de salida aumento con relación a la prueba de entrada, posiblemente esto se debe a que el conocimiento en este punto ya es más elaborado.

#### Análisis de las actividades desarrolladas

Actividad de identificación y reconocimiento: en esta actividad se observó que los estudiantes mostraban un gran interés por participar; ya que aprendían grupos funcionales que hasta el momento no habían sido estudiados por ellos, y les llamaba la atención conocer ciertas situaciones químicas que podían ser encontradas en el diario vivir , como por ejemplo los esteres que hacen parte de los componentes de la fragancia de flores y frutas. En cuanto a la parte actitudinal permitió tener más contacto entre talleristas y estudiantes, de tal manera que se eliminaban barreras y posibles prejuicios, permitiéndoles a ellos expresarse más libremente.

Cuento: debido al formato en el que se presento el cuento, logró capturar la atención de los estudiantes, además de parecerles una estrategia innovadora

de aprendizaje y al mismo tiempo un medio útil para reflexionar con respecto al daño que se están haciendo al fumar.

Experimento de la botella: generó inquietud y expectativa, hizo que el estudiante involucrara conceptos como densidad, gases, temperatura, presión, y por ello buscará una explicación al proceso que estaba ocurriendo.

## **CONCLUSIONES**

De acuerdo a los resultados arrojados fue posible determinar que si hubo un cambio conceptual con respecto a grupos funcionales en química orgánica, lo que hace pensar que las actividades desarrolladas fueron fructíferas desde el una visión pedagógica.

La actividad desarrollada genero en los estudiantes una visión crítica frente al consumo del cigarrillo, ya que conocen sus componentes y el efecto que causan en el organismo.

A pesar de que la Química es una ciencia exacta, si es posible enseñarla de una manera innovadora, recurriendo a ejemplos y materiales de la vida cotidiana donde la creatividad logre desempeñar un papel importante.

A través de una situación problemática como la aplicada en este caso es posible involucrar ciencia, tecnología y sociedad, dentro de un mismo contexto.

La implementación de propuestas didácticas como "tú escoges tu camino, es decir tu propio destino", nos permitió conocer nuevas metodologías de enseñanza, saliéndose del proceso tradicional de enseñanza / aprendizaje.

## **BIBLIOGRAFIA**

ACEVEDO, Antonio, Los futuros profesores de enseñanza secundaria ante la sociología y la epistemología de las ciencias. Un enfoque CTS.

ACEVEDO J, VASQUEZ A, MANASSERO M, Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. Revista electrónica de enseñanza de las ciencias. Vol 2 Nº 2

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

KEMP, A.C. (2002). Implications of diverse meanings for "scientific literacy". Paper presented at the Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science. Charlotte, NC. En P.A. Rubba, J.A. Rye, W.J. Di Biase y B.A. Crawford (Eds.): *Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science*, pp. 1202-1229. Pensacola, FL (ERIC Document Reproduction Service No. ED 438 191): AETS. [Versión electrónica] en <a href="http://www.ed.psu.edu/CI/Journals/2002aets/s3\_kemp.rtf">http://www.ed.psu.edu/CI/Journals/2002aets/s3\_kemp.rtf</a>

PRETUCCI, Ralph, Química general, principios y aplicaciones modernas, Prentice Hall, España, 1999, Pág. 926.

#### ANEXO # 1



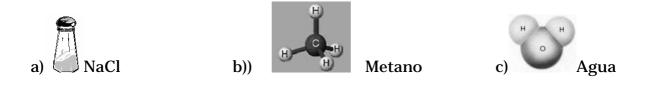
# FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA LICENCIATURA EN QUÍMICA

## PRUEBA DE ENTRADA Y SALIDA

<i>Nombre:</i>				
Curso:	Fecha:	Sexo:		

1. De acuerdo a sus conocimientos con respecto a Química, como definiría usted lo que es un compuesto orgánico y la diferencia de un compuesto inorgánico y de un ejemplo.


2. Cual de las siguientes sustancias clasificaría como un compuesto orgánico:



3. Relacione los grupos funcionales de acuerdo a su radical:

a	b	С	d	e	f
R-(C=O)-H	ALDEHIDO	C-C	ETER	R-O-R'	AMINA
g	h <sub>OH</sub>	i	j	k	1
FENOL		CETONA	R-(C=O)-R'	ALCANO	R-NH <sub>2</sub>
					۷
	<u> </u>				

b.	 
d.	 
g	
k	

4. Señale falso (F) o verdadero (V):
a) ( ) El carbono es uno de los tres elementos mas abundantes de la corteza terrestre.
b) ( ) El grupo funcional es la parte esencial activa de la molécula.
c) ( ) Un hidrocarburo es un compuesto formado únicamente por carbono e hidrogeno.
d) ( ) En condiciones normales los alcanos son gaseosos hasta $\rm C_2$ del $\rm C_3$ - $\rm C_5$ son líquidos y de ahí en adelante sólidos
e) ( ) Los compuestos orgánicos son muy solubles en agua, presentan puntos de ebullición altos y las velocidades de sus reacciones es rápida.
f) ( ) Los aldehídos y las cetonas son llamados compuestos carbonilitos.
g) ( ) Las aminas son derivadas del amoniaco.
h) ( ) En los alcoholes los puntos de fusión y ebullición crecen a medida que disminuye el numero de carbonos.
i) ( ) En los enlaces de los alcanos, el carbono presenta hibridación tretraedral o tetragonal.
j) ( ) los alcanos también se conocen como oleofinas.

# 5. Relacione:

Etino
3-metil-pentanal
1,3,5-
trietilciclohexano
Ácido etanoico
Benceno

# Anexo # 2

# **GLOSARIO**

Compuesto Orgánico: Los compuestos orgánicos contienen átomos de carbono e hidrogeno, en combinación con unos pocos átomos más, como oxigeno, nitrógeno o azufre.

- *Moléculas orgánicas naturales:* Son las sintetizadas por los seres vivos, y se llaman biomoléculas, las cuales son estudiadas por la bioquímica.
- Moléculas orgánicas artificiales: Son sustancias que no existen en la naturaleza y han sido fabricadas por el hombre como los plásticos. La mayoría de los compuestos orgánicos puros se producen artificialmente.

Compuesto inorgánico: Se denomina compuesto inorgánico a todos aquellos compuestos que están formados por distintos elementos, pero en los que su componente principal no es el carbono siempre.

Ejemplos de compuestos inorgánicos:

- El agua (H<sub>2</sub>O) es igual a dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno.
- El amoniaco (NH<sub>3</sub>) es igual a un átomo de nitrógeno y tres de hidrógeno.
- El anhídrido carbónico, el cual se encuentra en la atmósfera en estado gaseoso y los seres vivos lo eliminan hacia ella a través de la respiración. Su fórmula química es CO<sub>2</sub>, o sea, un átomo de carbono y dos de oxígeno. El CO<sub>2</sub> es ocupado por los vegetales en el proceso de fotosíntesis para fabricar glucosa. Es importante aclarar que el CO<sub>2</sub>, aunque contiene carbono, no es orgánico porque tampoco contiene hidrógeno.

Concepciones de naturaleza de las ciencias que pueden constituirse en obstáculo para la enseñanza. Estudio de caso en docentes en ejercicio

Conceptions around the nature of science that can be constituted in obstacles for teaching. Study of case in active teachers

Cielo Chavarro¹
cielochavarro@yahoo.com
Jenny García
ygarcia@pedagogica.edu.co
Carlos Barreto
carloshumbertobarreto@hotmail.com
Robinson Roa
robinsonroa@hotmail.com
Patricia Bolaño
patriciabolano@hotmail.com
Floridiana Pérez
floridiana4@yahoo.com
Martha Puentes
marthikpuentes@hotmail.com
Rodolfo Villanueva

#### **RESUMEN**

Considerando la importancia de implementar nuevas estrategias para la enseñanza de las ciencias naturales, la Línea de Investigación Biotecnología y Educación de la Universidad Pedagógica Nacional, desarrolla actualmente una investigación pedagógica que gira entorno a la Naturaleza de la Ciencia y las concepciones que se tienen de ella, trabajando con dos docentes en ejercicio de educación básica y media. El propósito de este trabajo, es evidenciar dichas concepciones, las cuales emergen, se contemplan y analizan en un curso de formación, sin embargo, debe considerarse que algunas de las creencias que se tienen pueden estar sesgadas y desligadas a la naturaleza de las ciencias, que se plantean en diferentes consensos. De igual manera es imprescindible tener en cuenta que pese a la reflexión que se haga entorno a

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Grupo de Investigación Biotecnología y Educación. Departamento de Biología. Universidad Pedagógica Nacional.

III Congreso Internacional sobre Formación de profesores de ciencias

ellas, pueden repetirse, al punto de considerarse como un obstáculo para la

enseñanza - aprendizaje de las ciencias.

Palabras claves: Naturaleza de la Ciencia, Enseñanza Aprendizaje de las

Ciencias, Práctica Docente, Ciencia, Tecnología y Sociedad - Obstáculos.

**ABSTRACT** 

Considering the importance of introduce new strategies for the teaching of

science, the line of searching Biotecnología y Educación of Universidad

Pedagógica Nacional, today develop a pedagogical searching which goes

around the Nature of Science and the conceptions we have of it, working with

two active teachers of high school. The proposal of this workshop, is to show

beliefs, which emerge, are contemplated and analyzed in a educational

course, however we must consider that some of them can be beleved and

separated from the nature of science that are stablished in different

approvals. At the same time is indispensable to have present that although

we think about them, they can keep coming up, considering them as an

obstacle for the teaching - learning of science.

Key words: Nature of science, science teaching - learning, educational

practice, Science - Technology - Society - Obstacle.

**Área de trabajo:** Relaciones Enseñanza – Aprendizaje.

INTRODUCCIÓN

En nuestro contexto educativo los profesores de ciencias aún imparten una

educación sobrecargada de contenidos, centrada en muchas ocasiones en

clases magistrales, que pueden llevar consigo implícita o explícitamente una

visión de la ciencia, empirista, rígida, la problemática, exclusivamente

analítica, acumulativa, lineal, del sentido común, elitista, individualista,

descontextualizada y socialmente neutra, que podría introducir concepciones

erróneas sobre el trabajo científico en los estudiantes, convirtiéndose en

obstáculos directos del proceso educativo. Respondiendo a una necesidad de cambio en la enseñanza de las ciencias naturales y bajo la búsqueda de nuevas estrategias, desde los años 50 se vienen reportando un sinnúmero de investigaciones en las que se señalan las ideas inadecuadas de los alumnos sobre la naturaleza de las ciencias, sin embargo, en la última década, los trabajos se han volcado también hacia los docentes, ya que éstos igualmente presentan concepciones epistemológicas erróneas que podrían ser la causa del origen de las ideas de los estudiantes, es decir los obstáculos que tenga el docente referentes a su visión de Naturaleza de las Ciencias son extrapolados a sus educandos.

En consecuencia, se establece la importancia de abordar la naturaleza de las ciencias a nivel escolar, en el caso particular de esta investigación, se enfatiza en las concepciones que los docentes puedan tener de este aspecto, y como algunas de ellas pueden convertirse en un obstáculo para el trabajo en el aula de Ciencias, se espera, generar en los docentes una actitud crítica y reflexiva de su quehacer, para que se pueda fomentar en los estudiantes una comprensión más real sobre la ciencia y la forma cómo se desarrolla el conocimiento científico<sup>(2 - 2)</sup>. Lo anterior al parecer, facultaría un aprendizaje de las ciencias en los estudiantes, mostrando como se desarrolla la producción de conocimiento científico y a su vez dinamizando la enseñanza, ya que se relaciona con contextos reales encontrando aplicabilidad a los este interés se han planteado varias líneas de conceptos. Acorde a investigación, Lederman (1992)<sup>3</sup>, indica las siguientes: La evaluación de las concepciones de los estudiantes sobre la naturaleza de la ciencia; la elaboración, utilización y evaluación de currículo destinados a mejorar dichas concepciones; la evaluación de las concepciones de los profesores sobre la naturaleza de la ciencia y los esfuerzos hechos para mejorarlas; las relaciones entre las concepciones de los profesores sobre la naturaleza de la ciencia, su práctica docente en el aula y las concepciones de los estudiantes sobre el tema.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Acevedo, J.A Algunas creencias sobre el conocimiento científico de los profesores de educación secundaria en formación inicial http://www.oei.es/salactsi/acevedo18.htm

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> ACEVEDO, J.A Algunas creencias sobre el conocimiento científico de los profesores de educación secundaria en formación inicial. http://www.oei.es/salactsi/acevedo18.htm

Considerando las líneas mencionadas, se planteó una investigación entorno al análisis de las concepciones de los profesores sobre la naturaleza de la ciencia en procura de obtener un panorama general de su repercusión en el aula, incluyendo su posible incidencia como obstáculo (en el caso de observarse visiones distorsionadas de dicha naturaleza de las ciencias) para el abordaje de nuevos modelos y estrategias de enseñanza aprendizaje, que se llevan a cabo con los estudiantes, entre otras razones debido a que se reporta la existencia de una dependencia con la comprensión de la naturaleza de la ciencia de los profesores que guarda alguna relación con la de sus estudiantes y la imagen que éstos adquieren de la ciencia.<sup>(7)4</sup>.

#### **Desarrollo**

La investigación se viene desarrollando bajo el paradigma cualitativo, el cual se ha utilizado en investigaciones previas de las concepciones sobre la naturaleza de las ciencias, bajo la perspectiva de investigación acción, en donde el docente hace parte del proceso investigativo y se plantea cuestiones que orientan una práctica reflexiva de su acción pedagógica. Se ha trabajado con docentes de ciencias naturales en dos instituciones educativas, a groso modo se puede anotar que se ha desarrollado la investigación mediante la preparación y aplicación instrumentos variados, posteriormente implementó un curso de formación en torno a la naturaleza de las ciencias y por último se propuso a los docentes, el diseño e implementación de una unidad didáctica relacionada con la enseñanza de un tema de interés biotecnológico que contenga aspectos de la naturaleza de la ciencias la cual, una vez diseñada será aplicada con los estudiantes y permitirá siguiente fase contrastar si hay o no movilización de las concepciones acerca de naturaleza de las ciencias y su incidencia como un obstáculo para la enseñanza, de igual forma para la recolección de información se han grabado, trascrito y analizado clases de los docentes que permiten entrever sus concepciones puestas en el escenario real de la clase. Cabe resaltarse

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Ihídem.

que se trata de un estudio de caso, por lo que los resultados obtenidos no pueden ser asumidos como generalizaciones para el ámbito escolar.

Fase Uno. Primer acercamiento. En la primera fase de la investigación se indagó en los docentes las concepciones acerca de Naturaleza de las ciencias por medio de instrumentos construidos a partir de cuestionarios de Opiniones sobre Ciencia y Sociedad (COCS)<sup>5</sup> y afirmaciones sobre consensos acerca de dicha naturaleza. Los insumos obtenidos se analizaron a través de una rejilla de categorías que contempla aspectos filosóficos, sociológicos e históricos, desde tres directrices que dirigien la investigación: 1. Qué caracteriza el conocimiento científico, 2. Cómo se construye y 3. Para qué la producción del mismo, lo anterior se trabajo contemplando referentes bibliográficos.

Sistema de categorías para el análisis de concepciones sobre la naturaleza de las ciencias.

Dimensiones Categorías	Filosóficos	Epistemológicos	Sociológicos
¿Qué caracteriza el conocimiento científico?	conocimiento Tienen forma E incertidumbr	científico?. ación científica Il grado de e. aza la certidumbre.	-Trabajo en comunidad científica. -Reconoce la complejidad, - Creatividad/Curiosidad.

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> ACEVEDO, J.A (1994): *"Los futuros profesores de enseñanza secundaria a/nte la sociología y la epistemología de las ciencias"* http://www.oei.es/salactsi/acevedo8.htm

	Dar explicaciones a un mundo dinámico y complejo. Su dinámica Continua e histórica. Método Rigurosidad: Lógica interna que guarda la producción del conocimiento. Estatus: Posibilidad de estructurar relaciones lógicas temporales para construcción de conocimiento	-Se presentan cambios de paradigmas/Temporalidad.	
¿Cómo se produce el conocimiento? científico	acciones en espacios de tiempo.	Comunicación.	
¿Para qué se produce el conocimiento científico?	·		

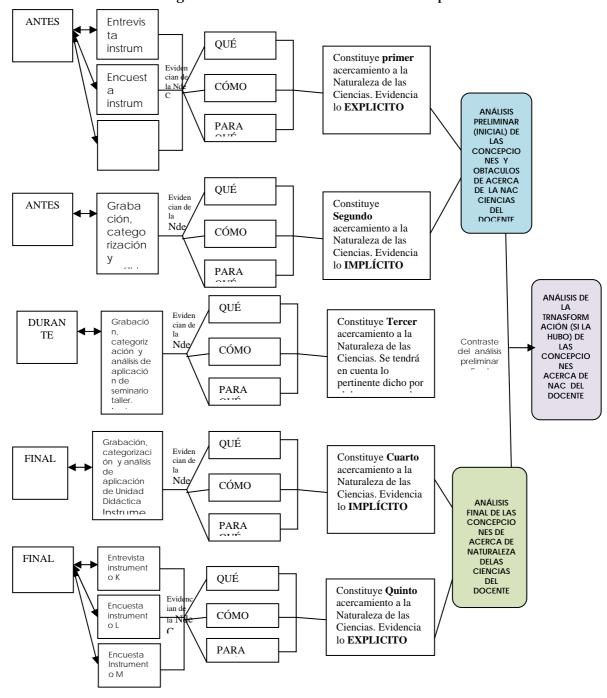
Segunda fase. El siguiente paso en el desarrollo de este proyecto, fue la implementación de un curso de formación diseñado para los docentes que contempló la naturaleza de las ciencias, abordando los consensos establecidos, paradigmas sobre la filosofía de las ciencias, las contribuciones de la filosofía de ciencia a la didáctica de las ciencias, ideas erróneas enseñadas sobre la naturaleza de las ciencias entre otros tópicos. Las temáticas mencionadas brindan elementos a los docentes para generar una reflexión crítica de su práctica en procura de viabilizar cambios o por lo menos movilización de concepciones, limitantes a la hora de enseñar.

Para dinamizar el curso mencionado, el grupo investigador acompañó permanentemente a los docentes en cuestión, de tal forma que el desarrollo de estos temas permitió mostrar alternativas que facultan una enseñanza de las ciencias cercana a la naturaleza de las mismas, como lo es la enseñanza como investigación de Gil, 1993, en la que se considera la historia y filosofía de las ciencias, como papel importante en el desarrollo de conocimientos didácticos. La estrategia es coherente con la orientación constructivista, contemplando la participación efectiva de los alumnos en la construcción de los conocimientos y presenta características del razonamiento científico, al plantear el aprendizaje como tratamiento de situaciones problemáticas abiertas que los alumnos puedan considerar de interés, orientando el tratamiento científico de los mismos y planteando el manejo reiterado de los nuevos conocimientos en una variedad de situaciones. Un elemento adicional que debe ser mencionado, es la contextualización realizada con el trabajo, el establecimiento de relaciones propendió que por Ciencia/Tecnlogía/Sociedad (CTS) donde se tuvieron en cuenta algunos componentes afectivos (interés por la tarea, clima de trabajo, etc), cabe resaltarse que este tipo de relaciones (CTS) le permite al docente la reflexión en torno a su quehacer, posibilitando evidenciar posibles obstáculos (si se presentan) que impidan o bloqueen asumir y sacar provecho a este tipo de cursos, viabilizando de ser posible la reestructuración de su práctica docente.

Tercera fase. Una vez establecidos los marcos referenciales acerca de las concepciones de los docentes frente a la Naturaleza del as ciencias, se planteó a los maestros que diseñaran e implementaran una unidad didáctica basada en un tema biotecnológico, trabajo que está en construcción. La unidad planteada, pretende recoger por un lado la aplicación de sus concepciones y su relación con el curso de formación, y por el otro evidenciar, si hay persistencia de o no de los posibles obstáculos ocasionados por visiones deformadas. Lo anterior ha permitido indagar más a fondo las concepciones de los docentes acerca de la naturaleza de las ciencias. Por lo anterior la Unidad planteada no constituye el resultado final del trabajo, sino, una de las herramientas que permiten contribuir evidenciar las concepciones que tenga el docente y su incidencia o no como obstáculo para asumir retos alternativos en la enseñanza.

Los resultados se han evaluado durante tres momentos, así:

## III Congreso Internacional sobre Formación de profesores de ciencias



## Resultados

Para el análisis de resultados se propusieron tres momentos establecidos como ANTES, DURANTE y FINAL del curso de formación. Los instrumentos construidos a partir de cuestionarios de Opiniones sobre Ciencia y Sociedad

(COCS)<sup>6</sup> que incluyen encuestas y entrevistas constituyen el primer acercamiento a la población objeto de estudio, es decir, supone un momento inicial o como se ha denominado un ANTES de la intervención del grupo investigador, brindan por tanto un panorama general de las concepciones docentes acerca de la Naturaleza de las Ciencias EXPLÍCITAS por el mismo, de tal forma que permiten entrever como asume el conocimiento científico de esta manera podrá establecerse si pueden llegar acorde a la literatura, a convertirse en obstáculos para la enseñanza.

Los instrumentos correspondientes al análisis de clases, forman parte del momento inicial, el ANTES, y permiten entrever las concepciones que poseen los docentes acerca de Naturaleza de las Ciencias de forma IMPLÍCITA, es decir constituyen la puesta en escena de dichas concepciones en el aula. La contrastación de estos instrumentos (evidenciando lo implícito y lo explícito permitirán una determinación más real de las concepciones acerca de Naturaleza de las ciencias pudiendo en cierta medida, dar un vistazo general a lo que se piensa y su correlación con lo que se hace en el aula, es aquí donde puede establecerse si se dan o no obstáculos, dadas las visiones que se obtengan de naturaleza de las Ciencias. En este artículo se presentan los resultados obtenidos hasta este punto de la investigación.

El trabajo que se viene adelantando con los docentes de dos instituciones educativas, ha permitido identificar diferentes concepciones que poseen entorno a la naturaleza de las ciencias y obstáculos que se generan en la enseñanza con algunas de ellas. Encontrando en el recorrido por los diferentes momentos de la investigación y la aplicación de instrumentos como: entrevistas semi-estructuradas (con preguntas sobre el consenso de la naturaleza de las ciencias) cuestionario entorno a la ciencia, tecnología y

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> **ACEVEDO**, J.A (1994): "Los futuros profesores de enseñanza secundaria a/nte la sociología y la epistemología de las ciencias" http://www.oei.es/salactsi/acevedo8.htm

sociedad, desarrollo del curso y diseño de unidad didáctica, las siguientes concepciones en los profesores, así:

# Docente de la institución uno:

Considera que el conocimiento científico se caracteriza por:

- Los que producen conocimiento científico deben tener una formación científica.
- Comúnmente la producción de conocimiento es irrebatible.
- La producción de conocimiento científico da respuesta a fenómenos del mundo y genera nuevas invenciones.
- Para la producción de conocimiento se debe tener un alto nivel de rigurosidad guiada por el método científico bajo una rigurosa experimentación en el laboratorio.
- Que los que hacen ciencia deben ser curiosos y creativos.
- Que en ocasiones se puede romper con paradigmas pero que el conocimiento comúnmente perdura en el tiempo y al ser riguroso es poco cambiante.

Considera que el conocimiento científico se produce por:

- Un alto rigor guiado por el la practica del método científico.
- Altos niveles de razonamiento lógico.
- La experimentación bajo prácticas en el laboratorio.

Considera que la intencionalidad de la producción de conocimiento científico es para:

- Conocer fenómenos y obtener nuevas invenciones.
- Producir nuevas tecnologías.
- Esta ligada a un grupo de personas en específico que entienden el conocimiento científico y lo pueden aplicar.

Docente de la institución dos:

III Congreso Internacional sobre Formación de profesores de ciencias Considera que el conocimiento científico se caracteriza por:

- Los que producen conocimiento científico deben tener una formación científica.
- La producción de conocimiento científico da respuesta a fenómenos del mundo y genera nuevas invenciones.
- Para la producción de conocimiento se debe tener un alto nivel de rigurosidad guiada por el método científico, a su vez pueden haber otros métodos que permitan producir conocimiento.
- Que los que hacen ciencia deben ser curiosos y creativos.
- Que en ocasiones se puede romper con paradigmas pero que el conocimiento comúnmente perdura en el tiempo y al ser riguroso es poco cambiante.
- Explicar y predecir.
- Se produce por medio de la investigación ligada a la experimentación

Considera que el conocimiento científico se produce por:

- El seguimiento del método científico aunque indica que pueden haber otros métodos para llegar a producir conocimiento.
- Debe haber un alto grado de lógica y razonamiento para poder llegar a concluir alguna experiencia científica.
- El conocimiento se debe validar bajo la experimentación.
- Las necesidades que demanda la sociedad.

Considera que la intencionalidad de la producción de conocimiento científico es para:

- Conocer fenómenos y obtener nuevas invenciones.
- Producir nuevas tecnologías.

Teniendo en cuenta las anteriores concepciones sobre la naturaleza de las ciencias se puede inferir que el docente de la institución uno, le da un gran estatus al método científico estructurado desde las prácticas de laboratorio como única herramienta para la construcción de conocimiento; indica que el conocimiento es poco cambiante tendiente a la certidumbre; no determina si es continuo e histórico; no hay una aparente comprensión de la provisionalidad del conocimiento científico; le da un nivel elitista a la producción de conocimiento, difusión y aplicabilidad; no establece relaciones claras entre ciencia y sociedad, a su vez las implicaciones que se establece entre ciencia y tecnología.

Con estas visiones no claras sobre la naturaleza de las ciencias, como lo indica Gil Pérez<sup>7</sup>, habría que evitar visiones ampliamente superadas y deformadas sobre a naturaleza de las ciencias, como el empirismo inductivista, la creencia de que el conocimiento científico crece de manera exclusivamente acumulativa, la inefabilidad, la universalidad del método científico entendido como un algoritmo mecánico que conduce al éxito, los mitos de la objetividad y la neutralidad de la ciencia, el individualismo y la descontextualización en la génesis del conocimiento científico. Pese a esto, se considera por parte del docente que para hacer ciencia se debe usar la imaginación y la curiosidad, que permite conocer fenómenos y hacer invenciones, el rigor, la lógica interna y racionalidad que lleva consigo la producción de conocimiento.

En cuanto al docente de la institución dos, se encuentra: que la ciencia esta ligada a la tecnología y la sociedad, ya que el resultado de las investigaciones de este corte se verán reflejado en entorno a ella; considera que es importante la curiosidad e imaginación para producir conocimiento científico; el rigor, la lógica y la razón como elementos determinantes; el

<sup>&</sup>lt;sup>7</sup> VÁZQUEZ, A., ACEVEDO, J. A., MANASSERO, M., y ACEVEDO,P. Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. <a href="http://www.oei.es/salactsi/acevedo20.htm">http://www.oei.es/salactsi/acevedo20.htm</a> . Revisado en junio de 2006.

conocimiento que se obtiene de las investigaciones permite conocer un mundo dinámico y complejo; el método científico esencial para investigar pero no único y destaca con gran importancia experimentar; con todo esto se determina que establece relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad en la producción de conocimiento científico, sin embargo, no es claro en cuanto considerar que el conocimiento se fundamenta en una comunidad científica, si es histórico y continuo, si se presentan cambio de paradigmas en el tiempo, si se debe socializar y comunicar, si existe incertidumbre, si hay estructuras y relaciones lógicas temporales para la construcción de conocimiento.

Una vez evidenciadas las concepciones de los docentes acerca de la Naturaleza de las Ciencias, bajo la sistematización, caracterización, triangulación y análisis de los insumos captados en los diferentes momentos, se pudo establecer que estas constituyen un elemento significativo a la hora de elaborar con los docentes la unidad didáctica para ser aplicada con los estudiantes. El diseño de dicha unidad, ha facultado encontrar que ciertas concepciones se convierten en obstáculos, debido que al plantear diferentes actividades se encuentran como ideas rígidas que le llevan al docente en ocasiones a rechazar alternativas de planeación diferentes a las cotidianas. En este sentido, se plantean las siguientes concepciones que generan obstáculos en la planeación de actividades para la unidad didáctica.

Concepciones que generan obstáculos (docente 1)<sup>8</sup>

OBSTACULO	CONCEPCIÓN - INCIDENCIA

\_

<sup>&</sup>lt;sup>8</sup> Analizado bajo la referencia de PEREZ, Gil. Contribución de la Historia y de la Filosofía al desarrollo de un Modelo de Enseñanza Aprendizaje como Investigación. Enseñanza de las Ciencias, 1993, 11(2). Pg 205.

Visión rígida (algorítmica)	Se indica que el método científico se debe considerar como un conjunto de etapas sumamente estructuradas a seguir.
Visión aproblemática y ahistórica	Para enseñar solo se debe tener en cuenta los conceptos, no es necesario contextualizarlos.
Visión exclusivamente analítica	No es importante mostrar las crisis que se presentan en la construcción de los diferentes conceptos, se debe mostrar de forma simplificada.
Visión descontextualizada, socialmente neutra.	Contemplar aspectos sociales y contextualizar no es relevante ya que no es de interés para la comunidad.
Visión velada y elitista	El conocimiento científico es propio de ciertos grupos sociales y esta limitado para el común de las personas ya que es difícil comprender.
Visión acumulativa, lineal.	Se presenta el conocimiento como sin crisis o remodelaciones.
Visión de "sentido común"	Los conocimientos son obvios acabados, se presentan a manera reduccionista.

# Concepciones que generan obstáculos (docente 2)

OBSTACULO	CONCEPCIÓN - INCIDENCIA
Visión aproblemática y ahistórica	No menciona la importancia de establecer el conocimiento como

	elaborado por alguna situación y su evolución en el tiempo.
Visión exclusivamente analítica	En ocasiones simplifica el conocimiento al no tener en cuenta la unificación y construcción de un cuerpo coherente de conocimientos.
Visión descontextualizada, socialmente neutra.	Olvida establecer relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, su efecto se logra al ser direccionado.

A su vez es relevante destacar que en esta investigación, se abordó el trabajo de capacitación en torno a la Enseñanza Aprendizaje como Investigación, a pesar de constituirse en una estrategia novedosa para los docentes objeto de estudio, es de resaltar que cada uno le da un matiz particular a su aplicación acorde a sus particularidades y a sus concepciones, de hecho con el docente 1, se pudo constatar que su pensamiento lineal y parametrizado impidieron la puesta en marcha de la metodología, ya que el docente parte del hecho de tener la verdad absoluta, y a pesar de tener disposición parcial para el trabajo no concibe la aplicación de dicha capacitación con su comunidad, ya que sobreentiende que no es posible un cambio bajo las actuales condiciones sociales en las que se encuentran inmersos nuestros estudiantes en las clases populares donde el docente siempre se ha desempeñado, esto también se considera como obstáculo ya que limitó el trabajo en la etapa de elaboración de unidad didáctica.

Por el contrario el docente 2 al tener mayor disposición para le cambio y para la adopción de nuevas metodologías, posibilita el mostrar a los estudiantes un abanico más amplio de posibilidades en cuanto al trabajo en ciencias, de esta forma se muestra en disposición de evaluar y reflexionar entorno a su practica, teniendo presente las propuestas realizadas, pese a

determinar como lo plantea Gil Pérez (1993) algunas concepciones erróneas que se establecen como obstáculos en la enseñanza, el docente al contextualizarse en nuevas propuestas las considera y las introduce en las actividades que se recomiendan para el curso que se desarrollara con los estudiantes bajo la aplicación de la unidad didáctica.

## **CONCLUSIONES**

La práctica profesional de docentes en ejercicio, supone la integración de múltiples factores entre ellos las concepciones acerca de naturaleza de las ciencias, que se entretejen para dar forma y coherencia al ser y quehacer docente puesto en escena en diferentes espacios. Al revisar las concepciones acerca de Naturaleza de las Ciencias de docentes en ejercicio de dos instituciones públicas, se evidenció que, pueden llegar a variar entre lo que el docente explicita y su ejecución en el aula donde emergen visiones implícitas de las cuales el docente no es conciente en muchas ocasiones, sin embargo, si pueden llegar a constituirse en obstáculos no solo para posibilitar cambios en su práctica, sino también obstaculizan el proceso de enseñanza aprendizaje al mostrar a los estudiantes imágenes erróneas de la Ciencia.

Cuando el docente tiene visiones distorsionadas acerca de la Naturaleza de las Ciencias, estas se convierten en obstáculo para la implementación de formas novedosas o por lo menos diferentes de abordar el trabajo en Ciencias, en el caso particular observado, la visión rígida de uno de los docentes se ve claramente en su práctica, reflejada en el constante seguimiento de algoritmos, brindando a sus estudiantes una visión de ciencia mecánica, exacta, irrefutable, verdadera, además, esto conlleva a presentar datos, hechos inconexos, carentes de historia y de significado real, por ende se desvirtúa cualquier acercamiento de la ciencia a la cotidianidad haciéndola cada vez más elitista. Lo anterior, permite entrever, el por que con este tipo de docentes, se dificulta el trabajo alrededor de actualizaciones que

propendan por la cualificación continua, es decir, se obstaculiza cualquier tipo de cambio. Lo anterior se ratificó cuando el docente en mención argumentó, la inutilidad de hacer un ejercicio relacionado con el diseño de la unidad didáctica, evidenció por lo tanto como su visión rígida de la Naturaleza de las Ciencias constituyen un obstáculo para asumir este tipo de alternativas.

Por otro lado, cuando el docente tiene una estructura flexible para moldear sus concepciones acerca de naturaleza de la ciencia, se facilita la integración de nuevos mecanismos para abordar la enseñanza aprendizaje de las mismas, por ende, permite implementar metodologías como unidades didácticas, programas guía de actividades etc. Es notable, que una actitud positiva del docente hacia este tipo de trabajos, posibilita obviar problemas derivados de visiones deformadas de la Ciencia interiorizados a lo largo de su formación y durante su práctica profesional, que se convierten en obstáculos que bloquean de forma categórica los intentos que se pretendan hacer para renovar la enseñanza de las ciencias en nuestro contexto. Es por lo anterior, que el desarrollo de una unidad didáctica por parte de uno de los docentes, no constituye el resultado final del trabajo, sino, una de las herramientas que permiten contribuir evidenciar las concepciones objeto de estudio y se constituye a la vez en puente para la reflexión y posterior reestructuración de la práctica del maestro.

## **BIBLIOGRAFIA**

ACEVEDO, J.A. Algunas creencias sobre el conocimiento científico de los profesores de educación secundaria en formación inicial. <a href="http://www.oei.es/salactsi/acevedo18.htm">http://www.oei.es/salactsi/acevedo18.htm</a>. Revisado en noviembre de 2006.

ACEVEDO, J.A. (2001): "Los futuros profesores de enseñanza secundaria ante la sociología y la epistemología de las ciencias", en: Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 19, 111-125. Versión electrónica corregida y

actualizada en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI* <a href="http://www.campusoei.org/salactsi/acevedo8.htm">http://www.campusoei.org/salactsi/acevedo8.htm</a>. Revisado en octubre de 2007.

MELLADO, V. (2003). *Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia*. Enseñanza de la Ciencias, , 21 (3). 343 -358.

PEREZ, Gil. Contribución de la Historia y de la Filosofía al desarrollo de un Modelo de Enseñanza Aprendizaje como Investigación. Enseñanza de las Ciencias, 1993, 11(2). 197 – 212.

VÁZQUEZ, A., ACEVEDO, J. A., MANASSERO, M., y ACEVEDO, P. *Cuatro* paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. <a href="http://www.oei.es/salactsi/acevedo20.htm">http://www.oei.es/salactsi/acevedo20.htm</a> . Revisado en junio de 2006.

Aproximación teórica de los modelos mentales y su relación con la

enseñanza de las ciencias.

Theoretical approximation of the mental models and their relationship

with the teaching of the sciences.

Luz Janet Castañeda M1

lcastaneda@pedagogica.edu.co

RESUMEN

Este documento presenta una revisión teórica de los aspectos relacionados

con la enseñanza de las ciencias, desde la construcción de los modelos

mentales y su relación con los modelos conceptuales. En este sentido, se

pretende establecer las respectivas relaciones con este tipo de esquemas

representacionales y el aprendizaje significativo.

Palabras clave: Enseñanza de las ciencias, modelos metales, modelos

conceptuales.

**ABSTRACT** 

This document presents a theoretical revision of the aspects related with the

teaching of the sciences, from the construction of the mental models and its

relationship with the conceptual models. In this sense, he seeks to settle

down the respective relationships with this type of outlines representations

and the significant learning.

**Key Words:** Teaching of the sciences, model metals, conceptual models

INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos más relevantes que son objeto de discusión e

investigación están asociados al papel que tiene las preconcepciones e ideas

<sup>1</sup> Docente del DBI. Universidad Pedagógica Nacional

previas y otros aspectos más recientes en cómo aprenden los individuos a través de la construcción de los modelos mentales.

Al respecto, se tiene entonces que parte de las inquietudes que tienen los profesores de ciencias estás relacionadas a las formas como los estudiantes interpretan los conceptos científicos. Por tal razón se hace pertinente ahondar en aspectos que nos permitirán dilucidar el papel que tienen los modelos mentales en la construcción de conocimientos científicos en cualquier nivel de educación.

## **Desarrollo**

El papel del maestro de ciencias casi siempre está enfocado en la enseñanza de los conceptos científicos que se deben abordar de manera no arbitraria y no sustancial para generar en los educandos aprendizajes significativos.

Según Moreira y Greca (2004) este tipo de aprendizaje implica la construcción de modelos mentales, es decir que se esperaría que los estudiantes para comprender los modelos conceptuales, sean capaces en primer lugar de construir modelos mentales.

Las investigaciones sobre modelos mentales provienen de planteamientos de la Psicología cognitiva, iniciados por Jonson-Laird (1983) y Norman (1983) y continuados por Moreira (1996), Greca y Moreira (1996,1998), Rodríguez y Moreira (1999), Tignannelli (1998) y Hercovitz.

En este sentido, se hace importante reconocer que en la enseñanza de las ciencias se debe tener ciertas precisiones desde aspectos relacionados con los modelos conceptuales y los modelos mentales.¿Cuáles son las diferencias entres estos modelos y cómo se articulan para promover la enseñanza de las ciencias? ¿El estudiante de cualquier nivel construye modelos conceptuales o mentales?

Para dar respuesta a estos interrogantes, se tiene entonces que los modelos conceptuales son representaciones externas, compartidas por una determinada comunidad y son consistentes con el conocimiento científico que esa comunidad posee. Estas representaciones externas pueden materializarse en forma de formulaciones matemáticas, verbales o pictóricas, de analogía o artefactos materiales. Un artefacto simulando la estructura del doble hélice de DNA, la analogía del átomo de Rutherford con el sistema solar o las formulaciones matemáticas del modelo de concha de la física nuclear, son ejemplos de modelos conceptuales. (Moreira y Greca 2004)

Los modelos conceptuales son representaciones simplificadas e idealizadas de fenómenos o situaciones, y no el fenómeno o la situación en sí. Desde esta perspectiva, se tiene que el docente en su práctica educativa acude constantemente a enseñar ciencias desde los modelos conceptuales, es decir, aquellos que son construidos por los científicos y que parte del problema de la enseñanza, radica en la comprensión de este tipo de modelos.

Como señala Tamayo (2002) Un problema fundamental para la psicología y la didáctica es averiguar cómo los sujetos representan mentalmente su conocimiento acerca del mundo, cómo operan mentalmente con esas representaciones y cómo éstas pueden construirse, reconstruirse y cambiar tanto en contextos de enseñanza como en ambientes cotidianos. Este tipo de representaciones están relacionados con los modelos mentales que tienen los educandos.

Conviene puntualizar que los modelos mentales están referidos a las representaciones que las personas construyen, idiosincrásicamente, para representar sistemas físicos (o estados de cosas abstractas), no necesitan técnicamente ser precisos pero sí funcionales. Ellos evolucionan naturalmente. Interactuando con el sistema, la persona continuamente modifica sus modelos mentales, revisando recursivamente esa construcción, hasta alcanzar una funcionalidad que satisfaga. (Norman 1983, citado por Moreira 2004)

Las representaciones se refieren a cualquier notación, signo o conjunto de símbolos que representan algunas cosas, algunos aspectos del mundo exterior o interior (imaginación), mientras que las representaciones internas son maneras de representar mentalmente, de volver a presentar en nuestras mentes, el mundo exterior.

Crack y Toulming (1975) sostiene que los modelos mentales están siempre activos, pues expresan a cada instante y momento que es posible el manejo de los símbolos del conocimiento. De allí que las proposiciones sean su principal alimentación, activados por el lenguaje oral o escrito, así como por las imágenes sensoriales que aprontan una cantidad de información o "chunsks, o grupo significativos de información.

La formulación moderna del concepto de modelo mental es debida a Kenneth Craik (1943), para él, los seres humanos traducían eventos externos en modelos internos y razonan por manipulación de estas representaciones simbólicas, retraduciendo, luego, los símbolos resultantes en acciones o en evaluaciones de hechos externos.

Los modelos mentales se refieren principalmente a los modelos construidos a partir del discurso, el que el sujeto constantemente los está revisando en tanto que no entren en conflicto con el valor de verdad que el individuo le asigna al discurso.

Jonson-Laird citado por Orellana y otros (2006) sostiene que puede haber razonamiento sin lógica, es decir, que cognitivamente las personas en la solución de un problema no emplean necesariamente la lógica formal, destacando el protagonismo de los modelos mentales, como modalidades explicativas de las representaciones mentales, que codifican las imágenes de manera verbal y visual. La representación mental es entonces un modelo, que estructura la realidad en distintos niveles de conocimiento, y por lo tanto, no son idénticos a la realidad, o no.

## **CONCLUSIONES**

Es importante reflexionar en torno a la orientación que se está dando en la enseñanza de las ciencias, en cuanto al uso de los modelos conceptuales que en la mayoría de las veces, el maestro de ciencias aborda de manera general sin tener en cuenta las construcciones propias de los individuos (modelos mentales) como representaciones que pueden evolucionar y a través de un lenguaje determinado posibilitan comprender y analizar un fenómeno.

## **BIBLIOGRAFIA**

MOREIRA Y GRECA (2004) Sobre cambio conceptual, Obstáculos representacionales, Modelos Mentales, esquemas de csimilación y cambios conceptuales. Instituto de Física. Universidad Ferederal do Rio do Sul. Porto Alegre. Brasil.

TAMAYO OSCAR (2002) De las concepciones alternativas al cambio conceptual en la Enseñanza y Aprendizaje de las ciencias. Plumilla. Manizales.

ORELLANA Oswaldo, García Lupe y otros. (2006) Modelos mentales de la calidad universitaria en los estudiantes san marquinos. Revista de investigación en Psicología. V 9 No 2.

# Caracterización y modificación de la imagen de ciencia de los estudiantes de educación básica secundaria: una experiencia a través de la enseñanza del modelos de Rutherford

Nelly Carolina Sánchez Guáqueta<sup>1</sup>

## **RESUMEN**

En el presente trabajo se pone de manifiesto los resultados acerca de la imagen de ciencia que poseen los estudiantes de séptimo grado del Centro Educativo Don Bosco IV en la localidad de Usme construida a través de las educación básica primaria e influenciadas por los medios de comunicación, creencias populares y otros factores; estas visiones fueron modificadas representativamente después de realizar una aproximación a la metodología de construcción de los modelos atómicos.

**Palabras claves:** Imagen de Ciencia, modelos, modelos atómicos, modelo icónico.

## INTRODUCCIÓN

Las ciencias de la naturaleza son dinámicas así como su enseñanza. Sin embargo diversas investigaciones en el campo de la didáctica de las Ciencias han demostrado que su enseñanza ha sido encasillada dentro de algunos paradigmas descontextualizados, creando imágenes, visiones o concepciones acerca del quehacer científico las cuales repercuten en el aprendizaje de las mismas. Esta investigación se enmarca dentro de esta línea de trabajo. Se reconocen varios factores que han influenciado la imagen de ciencia que ha bloqueado la renovación de la enseñanza de las ciencias,:

- 1. La epistemología manejada por el profesorado
- 2. Libros de texto, revistas y prensa
- 3. Televisión, radio e Internet.

Estas visiones de Ciencia han sido estudiadas en los docentes y en medios de comunicación como revistas y libros de texto. Para esta investigación se categoriza la imagen de ciencia que presentan los estudiantes de acuerdo a la clasificación que plantean Fernández, I; Gil, D; Carrascosa, J; Cachapuz, A y Praia, J y se plantea su reestructuración con la aproximación a la metodología de construcción de los Modelos atómicos.

## **Referentes conceptuarles**

Para el desarrollo de este trabajo se comparten los siguientes posicionamientos conceptuales:

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Estudiantes Maestría en Docencia de la Química. Universidad Pedagógica Nacional.

- 1. Conciencia de Rectificación: Gaston Bachellard (1975; 1947) precisa que toda enseñanza debe iniciar con una catarsis intelectual y afectiva capaz de psicoanalizar un conocimiento objetivo. Para esto, es necesario adquirir una conciencia de rectificación constante de la ciencia, de permanente recomienzo lo que asegura que el conocimiento no sea definitivo llegando a la superación de los obstáculos epistemológicos, los cuales son intrínsecos al conocimiento lo que exige un constante trabajo para superarlos.
- 2. Las imágenes deformadas de ciencia en las dificultades conceptuales: Fernández, I, et al (2002) en lo que respecta a la formación de dificultades disciplinares debido a las visiones deformadas acerca de la naturaleza de la ciencia y de la actividad científica que la misma enseñanza de las ciencias está transmitiendo desde sus diferentes fuentes, por lo que se hace urgente un acercamiento a la naturaleza de la actividad científica para comprender cómo se construyen y evolucionan los conocimientos científicos. Este esfuerzo de análisis crítico puede ayudar, a cuestionar concepciones y prácticas asumidas por impregnación ambiental, como algo "natural" y a aproximarse a concepciones epistemológicas más adecuadas que, si son debidamente reforzadas, pueden incidir positivamente sobre la enseñanza.
- 3. El trabajo de los medios de comunicación en las visiones deformadas de ciencia: Nelkin, D (1999) en el que se aduce una parte de la responsabilidad de estas visiones inadecuadas puede que recaiga también en la forma en que se presenta la ciencia y la tecnología en los medios de comunicación. Los periódicos y revistas populares suelen referirse a la ciencia y a la actividad de los científicos como algo aparte de las actividades humanas normales.
- 4. Construcción de Modelos en las Ciencias de la Naturaleza: Los modelos científicos son construidos dentro de una comunidad científica que dispone de herramientas poderosas para representar aspectos de la realidad, en primera instancia no representa la totalidad de la realidad , solo una parte que sea considerada como relevante a nivel teórico, esta porción se abstrae, se simplifica, se reestructura y se analogan diferentes elementos dando lugar a un sistema. (Galagovsky-Aduríz-Bravo,2001) Esta abstracción es solo una de las distintas posibilidades que la realidad analizada admite, por lo que se considera como una representación de segundo orden que está cercana a una posición más instrumental que la realismo ingenuo producto del sentido común.

La comunicación de estos modelos tan altamente elaborados utilizan un lenguaje literario que enriquece la interpretación de éste, conocido como analogía y metáfora.(Tomasi.1999; Del Re, 2000; Galagovsky-Aduríz-Bravo,2001; Kretzenbacher, 2003). Las entidades lingüísticas con las que se trabaja en ciencias son verdaderos operadores de los modelos, se

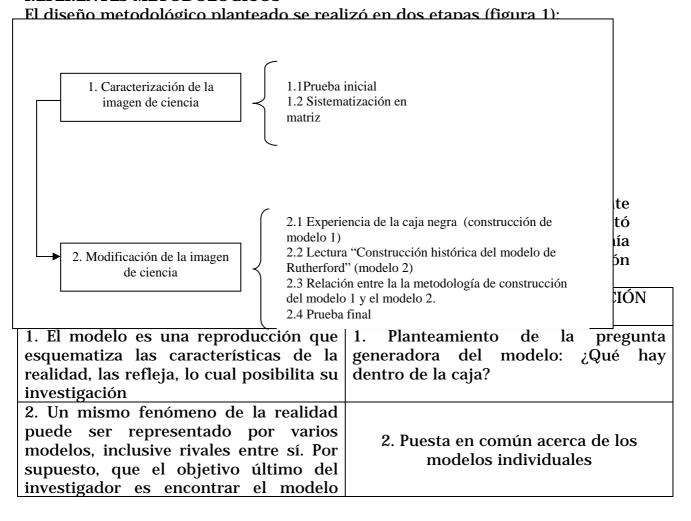
pretende que sean la representación teórica de la realidad, por tal motivo regularmente está fuera del alcance de las capacidades operativas y conocimientos previos manejados en primaria ó secundaria.

Lo que conduce a que en el aula se utilicen modelos simplificados de los modelos científicos que tienen sentido para el profesor pero no es así para el estudiante, por lo que termina utilizando la memoria para recordar, muchas veces de manera momentánea un modelo poco científico que no le dice nada.

Estos modelos no son una construcción accidental para llevar al aula de clase, sino que requiere de una intencionalidad, de un conocimiento disciplinar bien estructurado que le permita al profesor elaborar las modificaciones desde el soporte histórico-epistemológico que es construido y madurado durante el tiempo en que se forma el profesional. (Sanabria, Q 2006)

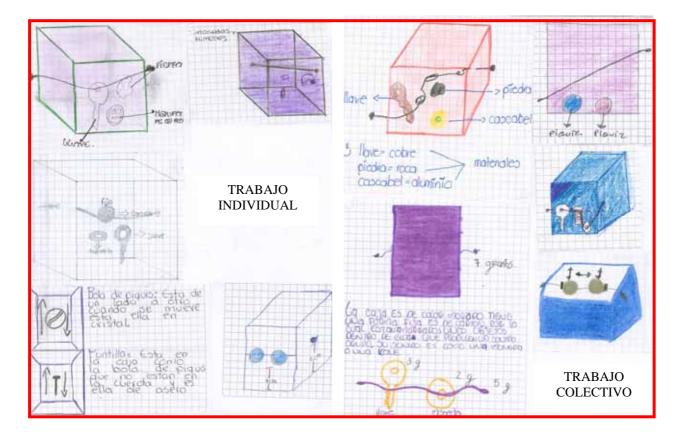
5. Los Modelos Atómicos como generador de Visiones Deformadas de Ciencia: Cuellar, L (2000) expone la carencia de un posicionamiento histórico, epistemológico y metodológico en los libros de texto y la ausencia de lectura crítica por parte del profesor de los libros de texto al desarrollar la temática de modelos atómicos la que provoca concepciones deformadas de ciencia.

## REFERENTES METODOLÓGICOS



más general e integral, aquel que permita explicar el mayor número de propiedades y relaciones fundamentales del sistema	
3. El modelo debe ser operativo y mucho más fácil de estudiar que el fenómeno real. El modelo se puede transformar y someter a estímulos diversos con vistas a su estudio, lo que debe resultar más económico que estudiar el sistema real	3. Reconstrucción de los modelos individuales a partir de la discusión en grupos de trabajo (4 estudiantes) para exponer un solo modelo.

Algunos de los modelos construidos tanto individual como colectivamente fueron:



En la segunda etapa, se realizó la lectura de la reconstrucción histórica del modelo de Rutherford con el objetivo de identificar las anteriores características en la construcción del mismo y se solicito hicieran una composición de cómo se construyó el modelo de Rutherford y en general cómo se construyen los modelos en ciencias. Los estudiantes encontraron las siguientes semejanzas:

- Los modelos son modificados significativamente de acuerdo a los resultados CATECODIAS ESTUDIANTES experimentales
- Los modelos por un grupo de conocen la materia exista una buena entre la especialistas.
- No existe un la realización de
  Los modelos a un sistema real, quiere decir que
  El trabajo en construir y diferentes mismo hecho de

muestre más completo.

CATEGORIAS	<b>ESTUDIANTES</b>
Inductivista	7
Ateórica	0
Rígida de la	6
actividad	
científica	
Exclusivamente	0
analítica	
Acumulativa	4
Individualista y	2
aislada	
Aproblemática -	6
ahistórica	
TOTAL	25
_	

experimentales
son reconstruidos
especialistas, que
y es necesario que
comunicación
comunidad de

único método para un modelo. son lo más cercano sin embargo no sean absolutos. colectivo permite reconstruir desde perspectivas un tal manera que se

La prueba final arrojó los siguientes resultados:

Al realizar la prueba final se ve una disminución en los estudiantes con imágenes deformadas de ciencia. Lo que significa que 20 estudiantes modificaron las visiones deformadas de ciencia, creando una imagen de ciencia más humanista, una actividad social, de construcción constante y dinámica, con sus propias metodologías, inmersa en un contexto cultural y social propio, menos intutitiva y menos absolutista.

## **Consideraciones finales**

- Las imágenes deformadas de ciencia son dadas a través de la enseñanza tradicional en básica primaria, la lectura de libros de texto sin análisis, los mensajes transmitidos por los medios de comunicación y algunas veces de forma contextual.
- Las concepciones de ciencia predominantes son aquellas en las que se considera la ciencia como producto del método científico, una ciencia absolutista y determinante, mecanicista y aislada de la realidad.
- Los modelos científicos distan de los modelos construidos por los estudiantes en la medida que los modelos manejados por los estudiantes son solo modelos icónicos sin llegar a entablar relaciones, modificar variables ni cuantificarlas. Aspecto que se aclaro permanentemente.
- Una muestra significativa de estudiantes modificaron sus visiones distorsionadas trabajando en las metodologías de construcción de modelos científicos resaltando el carácter humano, dinámico y sistemático de los mismos.
- La lectura de documentos históricos modifica positivamente la imagen de ciencia reconociéndose como un constructo humano, sistemático y analítico producto de diversas metodologías científicas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRIONES, G. Análisis e Interpretación de datos Cualitativos. Convenio ICFES: Bogotá. 1989.

CUELLAR L, PEREZ R.. El Modelo Atómico de Ernest Rutherford: Del saber Científico al Saber Escolar. En Revista TEA (Tecne Episteme Didaxis) . Número Extra. 2003 Pág. 148-151.

FERNANDEZ, I., GIL, D., CARRASCOSA, J., CACHAPUZ, A., PRAIA J., Visiones Deformadas de la Ciencia Transmitidas por la Enseñanza. En Enseñanza de las Ciencia, Vol.20. No 3. 2002. Pág. 477-488.

GALAGOVSKY, L. y ADÚRIZ-BRAVO, A. (2001). Modelosy analogías en la Enseñanza de las ciencias naturales. Elconcepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), pp. 231-242.

JUSTI, R. y GILBERT, J. (2000). History and philosophy of science through models: some chellenges in the case of atom». *International Journal of Science Education*, 22(9),pp. 993-1009.

Acerca de la modelización en química. Estudio de los primeros modelos ácido-base desde una historia recurrente.

About of the modelization in chemistry: Study in the firsts models acid-base since recurrent history.

Nelly Carolina Sánchez Guáqueta 1 nellycarolina.sanchez@gmail.com

## **RESUMEN**

El presente trabajo da cuenta de la evolución de la química por medio de la construcción y modificación de modelos como uno de los métodos que permite a la química describir, estudiar, simplificar y evaluar el objeto de conocimiento. En este caso, se hace alusión específicamente a los primeros Modelos que dan cuenta del comportamiento de los sistemas Ácido - Base. Para mostrar la continua construcción y modificación se realizó un estudio histórico y epistemológico de los primeros modelos ácido- base, producto de la lectura analítica y critica de los documentos originales en los que fueron enunciados inicialmente estos modelos, desde lo propuesto hace años por el filosofo francés G. Bachelard cuando introdujo el término "historia recurrente de la ciencia" como aquella que es continuamente contada a la luz del presente, desde la cual se puede evidenciar el carácter social de la química, es decir como un producto de la actividad humana que emerge de sus necesidades y del contexto de la época.

**Palabras claves:** Modelos, Historia Recurrente, Acido, Base, Historia de la Ciencia.

<sup>1.</sup> Estudiante Maestría en Docencia de la Química. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá-Colombia. Integrante del Grupo IREC nellycarolina.sanchez@gmail.com

## **ABSTRACT**

In this work shows will the evolution of the chemistry by means of the construction and modification of Models as one of the methods that allows him to chemistry describe, to study, to simplify and to evaluate the object of knowledge. In this case is made specifically to the Models about of the behavior of the systems Acid - Bases. To show the continuous construction and modification was carried out a historical study and epistemologyc of the models - bases, product of the analytic reading and it criticizes of the classic papers in those that were enunciated these models initially from that had proposed for years for the I philosophize French G. Bachelard when it introduced the term "recurrent history of the science" as that that is continually counted by the light of the present, from which you can evidence the social character of the chemistry, that is to say as a product of the human activity that emerges of its necessities and of the context of the time.

Key words: Models, Recurrent History, Acid, Base, Science of History.

## **INTRODUCCION**

En los últimos años se ha dado una intensa discusión sobre la incorporación de la historia en la enseñanza de la ciencia y como hacerlo con modelos históricos (Justi, 2000) debido a que puede propiciar reflexión e interés de la actividad científica, pone de manifiesto la dimensión humana de la ciencia y también permite una comprensión más profunda de los conocimientos científicos. Al realizar el análisis histórico de la evolución de la química, emerge el concepto de Modelo, el cual se hace objeto de estudio en esta investigación.

Este concepto está adquiriendo mayor importancia en la interpretación del carácter del pensamiento y de la actividad científica (Giere, 1999) tanto para la formulación de hipótesis como para testear y describir fenómenos o para facilitar la comunicación entre los científicos (Van Driel y Verloop, 1999), ha sido recién en la década pasada cuando se

produjo el reconocimiento de su valor en la educación científica (Gobert y Buckely, 2000). Para este proyecto se considera los modelos como "constructos humanos" y, por consiguiente, su existencia inicial es en la mente de una persona. Tales constructos individuales (privados y personales) son denominados modelos mentales (Moreira, 1999). Gilbert y Boulter (1995) señalan que es imposible acceder de manera directa a los modelos mentales por lo cual resulta necesario diferenciar esos modelos mentales de los modelos expresados. Los modelos expresados serían así aquellos que son colocados por un individuo en el dominio público a través de alguna forma de expresión (por ej: discurso, escritura) (Justi y Gilbert, 1999). Los modelos expresados se convierten en modelos consensuados a partir de su discusión y aceptación por parte de un grupo social. Si tal grupo social constituye una comunidad científica, el modelo consesuado puede denominarse modelo científico. Por lo general, tales modelos son difundidos a través de una publicación en una revista especializada (Gilbert y Boulter, 1995; Gilbert, 2002).

Para el desarrollo de este trabajo no es objetivo central encontrar los modelos que actualmente usamos en algún punto del pasado, sino el revelar el camino por el cual esos modelos emergieron a partir de otros en una secuencia de correcciones y rectificaciones. Introduciendo una reorganización de los conocimientos y una evaluación del conocimiento previo con que esta contaba. Desde este punto de vista la ciencia se compromete periódicamente a evaluarse a si misma, a reconocerse en su pasado.

Por ende, los primeros modelos ácido- base serán leídos a través del lente de la historia recurrente con el fin de justificarlos como constructos humanos que corresponden con una realidad cultural determinada y reconocer los senderos por los que transitó el ser humano para dar respuesta al comportamiento de estas sustancias.

Al realizar esta reconstrucción se plantean dos momentos en los que se evidencia una modificación de modelos que involucran un cambio de métodos empíricos y nuevas formas de analizar y reflexionar acerca de los ácidos y las bases. Esto no implica caer en linealidad en el relato histórico sino es una manera de resaltar los cambios en los modelos. Tales momentos son:

- 1. Etapa netamente empírica.
- 2. Nociones del modelo de ácidos y base.

## **DESARROLLO**

## 1. Etapa netamente empírica:

El desarrollo de los modelos que soportan el comportamiento de los sistemas ácido - base va ligado a la utilización de ellos en los diferentes procesos empíricos en la antigüedad. Sin embargo, la clasificación y categorización que las sustancias tenían en esta época fue mediada por fenómenos netamente observables, tales como sus propiedades organolépticas y algunas propiedades químicas medibles para esta época. Los productos que ahora son considerados como ácidos y como bases se conocen desde la antigüedad como así lo ponen de manifiesto algunas recetas prácticas encontradas en papiros de la cultura helenística (en Estocolmo y en Leiden). A pesar de que no se hacía ninguna interpretación de lo que ocurría en los procesos que se describen, en estas recetas sí se utilizaban el vinagre y los zumos de frutas como disolventes de ciertos metales, y se conocían algunas sales como la sal común, el carbonato de sodio, el sulfato de hierro, etc.

Sin embargo, a continuación se muestran hechos que tuvieron especial relevancia para el surgimiento de estos modelos. Para ello, es necesario ubicarse en el siglo XVII en donde emerge una nueva Europa con gobiernos, hombres de negocios y líderes intelectuales, quienes

decidieron que no serían despojados de las ganancias que habían obtenido en los últimos dos siglos. Todo desafío fue respondido, en diferentes momentos y con diferentes significados, en cada país. Pero la consecuencia evidente fue una Europa más rica, más fuerte en el comercio mundial y con gobiernos más efectivos, y como un inesperado acontecimiento, una revolución intelectual, un violento cambio de las formas de pensar acerca del hombre y el universo, que influyó más en la naturaleza de la vida humana que ninguna de las nuevas ideas surgidas durante el Renacimiento italiano. Una vez situados aquí, se puede decir que el concepto de ácido, se empieza a utilizar alrededor del siglo XVIII cuando los alquimistas helenísticos habían calcinado frecuentemente los vitriolos, pero nunca condensaron sus productos volátiles. Poco tiempo después un manuscrito bizantino de finales del Siglo XIII fue encontrado en donde se explica la preparación de los ácidos nítrico y sulfúrico; las cuales fueron publicados bajo el nombre de Gérber. Estos ácidos se convirtieron en reactivos corrientes y se obtuvieron a gran escala; esto permitió que los químicos aumentaran su capacidad para disolver sustancia y llevar a cabo reacciones en solución, fue un adelanto enorme sobre el uso de los débiles ácidos orgánicos lo que llevó al progreso de la industria farmacéutica y la industria de la pólvora. Tanto así que partiendo de los conceptos derivados de estos métodos empíricos se desarrolló en Inglaterra en 1736 un proceso, diseñado por Roebuck y conocido como método de las cámaras de plomo, que puede ser considerado como el primer método químico a escala industrial.

Consecuente al gran auge de la actividad intelectual en este siglo aumentaron los esfuerzos por recuperar los trabajos de los alquimistas por lo que en este mismo siglo, apareció la obra de Lázaro, publicado en 1574, que daba cuenta de explicaciones detalladas de la practica minera, del tratamiento de los minerales y la preparación de reactivos tales como los ácidos inorgánicos y las sales necesarias para los procesos químicos utilizados que en su momento promovió la tecnificación e

industrialización de la industria minera. Sin embargo, cobraba bastantes vidas por la toxicidad de los reactivos que se empleaban.

Al encontrar estos manuscritos fue evidente que el periodo de recolección de información experimental se enlazó con otro, en el que el entendimiento humano se da a lo sobrenatural, y de ahí, el origen de tantas doctrinas tan poco razonables que emergen en la Edad Media. A aquella época le sucede el periodo actual en que la ciencia adquiere un carácter más definido, y habla a la razón con los hechos, no con la imaginación, "que halla deleite en la variedad de las cosas". Ya no habrá afirmaciones como la de Jorge Agrícola, quien suponía que "en las galerías de las minas existían espíritus malignos que mataban a los operarios" y "las sales eran jugos solidificados de estos espíritus" en De Natura Fossilium, sino que en ellas hay un gas irrespirable que causa la muerte por ahogo. Aún así, este hombre es capaz de resumir sus conocimientos prácticos sobre el cultivo de la tierra, los cuales fueron insuperables hasta la llegada del siglo XVI.

Los alquimistas europeos, perseguidos por los poderes religioso y político, se organizan en sectas que se reunían en los claustros de las catedrales. Allí definieron las reglas de la práctica experimental, *la observación y la inducción*, y las aplicaron a su trabajo (Galileo, Bacon, Descartes, Palassy y Boyle las aplicarían como métodos de investigación siglos después). La búsqueda de la piedra filosofal permitió conocer y manejar los ácidos minerales más importantes y multitud de compuestos de Hg, Ag, Cu, Fe, As y S. De este contexto se originan los aportes del alemán Glauber disponía, ya de los ácidos minerales más comunes pudo tratar con ello gran número de metales y óxidos metálicos obteniéndose así las sales neutras. Pudo darse cuenta que las sales estaban constituidas por dos partes una procedente del ácido y la otra del metal de su tierra (óxido). En la preparación del salitre (KNO<sub>3</sub>) a partir del ácido nítrico y del carbonato de potasio, utilizó como indicador del punto de

neutralidad el desprendimiento de dióxido de carbono. Gracias a estas reacciones llegó a conocer que los distintos ácidos tienen diferente fuerza y expresó este hecho en términos de acercamiento de unos a otros acercándose la concepto de afinidad química.

## 2. Nociones del modelo de ácidos y bases.

Como consecuencia del momento de renacimiento intelectual se abandonan las explicaciones atribuidas a fuerzas sobrenaturales, en este sentido y de una manera particular Nicolas Lèmery en su obra *Cours de* chymie (1675) mantiene una clara presentación de los saberes químicos de la época, con explicaciones basadas en las formas y el movimiento de las partículas que constituyen los cuerpos. La obra representa un avance importante en la consolidación de la química como disciplina independiente a las teorías atomistas, explicó las propiedades físicas y químicas en función de las propiedades y características de los átomos así: los átomos de los ácidos tienen púas agudas y eso explica la sensación picante que ejercen sobre la piel; los álcalis eran cuerpos sumamente porosos, cuyos poros penetraban los en rompiéndose o embotándose, dando así origen a las sales neutras, estas explicaciones eran superficiales pero parecían razonables y obvias incluso a los no químicos.

Sin embargo el modelo que presenta Lémery cabe ser analizado con mayor profundidad. Lémery comienza por colocar como una evidencia el hecho de que los corpúsculos ácidos poseen puntas: "No creo que se me refute el hecho de que un ácido no tenga puntas puesto que todas las experiencias lo muestran;" solo es necesario probarlo para caer en este sentimiento, ya que hace picores sobre la lengua similares, o muy similares, a aquéllos que se recibirían de alguna materia estado cortada en puntas muy finas; pero una prueba concluyente convincente que el ácido está formado por partes puntiagudas, es que no sólo todas las sales cristalizan en puntas, sino que todas las disoluciones de materia

metálica toman esta figura en la cristalización." A partir de allí, explica la reacción ácida + álcali por la existencia de poros a la superficie de las partículas del álcali en que las puntas del ácido pueden venir a insertarse. De esta manera explica el concepto de neutralización utilizando un modelo icónico de la siguiente manera «Las puntas de los ácidos son tan conformes, en dimensiones, con los orificios de los álcalis, que los llenan exactamente, de tal modo que un nuevo ácido no encuentra ya ningún poro vacío que pueda detener su movimiento; este ácido actúa entonces con tanta violencia, que separa las unas de las otras partes integrantes en último concepto entendido como proceso que transcurre cuando se ponen en contacto los ácidos y las bases: según las teorías ionotrópicas (o teoría de los disolventes, inspirada en los postulados de Franklin, 1912), las sustancias se clasifican como "cationotrópica" o "anionotrópicas", esos cuerpos, empujan unas de un lado, otras de otro y no deja de removerlas y agitarlas hasta que lo separa de ellas. (Taton, 1988)

Según los informes geométricos: punta ácida/poro álcali, las partículas de álcali pueden romperse durante la reacción, explicando al mismo tiempo el fenómeno de efervescencia así a menudo observado. Al paso, tienen en cuenta que si la química de Lémery es de naturaleza corpuscular, sus corpúsculos no son rígidos: los poros (o envolturas) de los álcalis pueden estallar, las puntas de los ácidos pueden romperse. Sobre el mismo ímpetu, interpreta la "disolución" de los metales por los ácidos suponiendo las partículas metálicas dotadas con poros de distintas dimensiones en función del metal. Para probar el fundamento de esta aserción, Lémery recurre al microscopio, cuyo primer prototipo se había construido por Jansen a partir de 1590, y cree poder afirmar que los poros del oro son mucho mayores que los del dinero, lo que explicaría la diferencia de comportamiento de estos metales frente a los ácidos. Otra explicación teórica: el mercurio es líquido ya que constituido de materia globulosa, cuyos "glóbulos" ruedan los unos sobre otros. Se podrían multiplicar y multiplicar los ejemplos sin por

ello lanzar mucho más luz sobre los principios fundadores de la química Léméry, caracterizada por ser cartesiana, corpuscular y mecánica, a lo que él mismo se toma a veces a declarar: "I soy tan probable y tan fácil de reconocer, por poco que se aplica, que creería divertir al lector inútilmente si daba aún más pruebas." Algunos considerarán las explicaciones teóricas de Lémery simplistas, o incluso pueriles. Pero es precisamente de allí y así que emana su ingeniería y que se realiza su revolución. Sus sucesores, entre los cuales, Boerhaave, Stahl, Lavoisier, trabajarán a afianzar la química sobre bases científicas estables, rigurosas ciertamente, pero difíciles. Durante un muy corto período, al final del siglo XVII, la química, para la primera y la última vez de su historia, se creó en ciencia popular, accesible e inteligible por todos. Lémery magnetizó a su público porque lo hacía soñar. Era también un poeta. No se hará hincapié nunca bastante en el hecho de que este gran pensador causó en todos los espíritus una verdadera ruptura por lo que aumentó el número de futuros químicos.

Por el contrario de Lémery, en 1700, Wilhelm Homberg, determinó la cantidad de base para neutralizar una cantidad determinada de ácido después de sus trabajos para producir el ácido bórico y su marcado interés por introducirlo en la medicina, y C. F Wenzel en 1777 determinó la velocidad relativa de disolución de los metales en ácidos. En 1781, Richard Kirwan mantuvo la opinión de que los pesos de distintos bases que se precisaba para saturar un peso conocido de un ácido constituían una medida de la afinidad de este acido por dichas bases, lo que se venía a ser un perfeccionamiento de la idea de Homberg expresado en la obra *Essay on Phlogiston*". Sin embargo, esta idea fue al que Lavoisier gracias a la ayuda de su esposa Marie Ann en la traducción de la obra criticó y desmontó punto por punto.

No obstante, ni la obra de Homberg ni la de Kirwan dio métodos reproducibles ni precisos, pero los principios utilizados fueron los que luego emplearía Cavendish, Richter y Wollaston al establecer la teoría de los equivalentes químicos. En este sentido, se puede evidenciar la necesidad para los modelos en construcción de cuantificar y crear un lenguaje matemático desde donde se soportarían los posteriores avances.

En la Europa Central y Escandinava crecía la preocupación por la erradicación de enfermedades y plagas que crecían vertiginosamente por lo que se unian esfuerzos en la medicina y los avances farmacéuticos por lo que Carl Wilhelm Scheele, en su único libro Chemische Abhandlung von der Luft und dem Feuer (1777) trabajando en la Universidad de Uppsala, desde donde fomento la investigación en este campo para que posteriormente Arrhenius aprovechara, extrajo el ácido cianhídrico, fluorhídrico, láctico, cítrico y málico. G.F Rovelle, profesor de química de Lavoisier denominó bases a los álcalis en 1754 y amplio el concepto de sales que ahora solo hacia referencia a los compuestos neutros solubles. Dio al término sal una significación casi moderna al demostrar que cuando reaccionaban los ácidos con las bases podían originar sales ácidas neutras o básicas y que muchas sales insolubles eran sales auténticamente, no obstante no obtuvo la atención que merecía debido a que los aportes más valiosos eran los que se referían al fenómeno de la calcinación.

Como se menciono anteriormente la importancia de los acidos y las bases no era en si misma química sino medica debido a que en aquella época se utilizaban bases fuertes para disolver los cálculos renales y bases débiles, como el hidróxido de magnesio, para tratar la acidez estomacal. Joseph Black expuso los resultados de su tesis doctoral en la universidad de Edimburgo *Experimetns upon magnesia Abla Quick-lime and some other alcaline substance (1750,* en la que demostró que la magnesia alba (MgCO<sub>3</sub>) desprendía un gas cuando se le calentaba que se convertía en magnesia calcinada, la cual al ser tratada con mismos ácidos daba las mismas sales que la magnesia alba pero sin efervescencia. El tratamiento de la magnesia calcinada con los álcalis producía de nuevo la magnesia inicial. Esta labor alteró por completo el

modo de pensar de los químicos. Por primera vez e demostró que un gas podía combinarse químicamente con un sólido. Hecho que le dio un gran reconocimiento entre la élite que se empezaba a constituir al inicio de la Revolución industrial en Europa.

A partir del siglo XVIII se origina el periodo científico de la química (Bachellard, 1938) debido a que la ciencia moderna surge una vez que se acepta la necesidad -y se comprende el interés- de una descripción del mundo natural independiente de la revelación divina y al margen del finalismo teológico. Esta nueva disposición es la que caracteriza a los pensadores de la Revolución Científica. Una revolución que afectó tanto a los contenidos como a los métodos y a la posición social de la ciencia. Se rechazaron los viejos modos de la filosofía y se buscaron nuevas maneras de investigar la naturaleza. Por ende, la ciencia se tornó también fuente de una interés de diversión para la aristocracia y para las clases medias ya que eran los que poseían el poder y la educación para hacerlo. Desde esta perspectiva Lavoisier trabajo para esto y se constituyo en el químico mas importante para la época debido a sus trabajos en Método de nomenclatura química (1787), Tratado elemental de química (1789), Sobre la combustión (1777) y Consideraciones sobre la naturaleza de los ácidos (1778). Consecuente con esto vinieron aportes importantes para la explicación de los sistemas acido-base. Sin embargo, este trabajo se centro en el estudio de los primeros modelos para mostrar la evolución de estos conforme la evolución de los métodos experimentales y de los intereses del contexto.

## **CONCLUSIONES**

Al realizar los estudios histórico- epistemológicos de los primeros modelos que intentaron explicar el comportamiento de los sistemas ácido-base se evidencia que son modelos precientíficos, es decir no se evidencia una construcción abstracta sistematizada que permita simplificar el sistema real. Sin embargo, desde estos modelos se puede dar cuenta de la construcción social del conocimiento de acuerdo con

las necesidades de la época y el contexto, así como su modificación y reconstrucción de acuerdo a métodos más intuitivos y sensitivos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**BACHELARD G.**, (1972), *El compromiso racionalista*, Buenos Aires, Siglo XXI

**COULSTON, G.** (1976). *Dictionary of Scientific Biography.* Ch. Scribner's Sons. Nueva York.

**DE MANUEL, E., JIMÉNEZ-LISO, M. R. y SALINAS, F**. (1999a). Conceptos relacionados con los ácidos y las bases al nivel macroscópico: evolución histórica e ideas de los alumnos, en Martínez Losada, C. y García Barros, S. *La didáctica de las ciencias. Tendencias Actuales*, pp. 359-368. Servicio de Publicaciones de la Universidad de La Coruña. *Ideas para el diseño curricular*. Madrid: Visor.

**SCHMIDT, H.J.** (1991). A label as a hidden persuader: chemists' neutralization concept. *International Journal of Science Education*, 13(4), pp. 459-471.

**WURTZ, Ch.** (1860). Account of the Sessions of the International Congress of Chemists in Karlsruhe, on 3, 4, and 5 September.