

Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar

Edgar Andrés Espinosa-Ríos

Magíster en Educación: énfasis en la enseñanza de las Ciencias Naturales Universidad del Valle, Colombia. Docente de la Universidad del Valle, Cali – Colombia.

andres.espinosa@correounivalle.edu.co

Karen Dayana González-López

Estudiante de pregrado (octavo semestre) de Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Universidad del Valle, Instituto de Educación y Pedagogía Área de Educación en Ciencias y Tecnologías Cali – Colombia

karen.gonzalez.loe@correounivalle.edu.co

Lizeth Tatiana Hernández-Ramírez

Estudiante de pregrado (octavo semestre) de Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Universidad del Valle, Instituto de Educación y Pedagogía Área de Educación en Ciencias y Tecnologías Cali – Colombia

lizeth.hernandez.ramirez@correounivalle.edu.co

RESUMEN

El presente artículo es resultado de una investigación realizada en el año 2012, cuyo objetivo principal es utilizar las prácticas de laboratorio como una estrategia didáctica que desde el paradigma constructivista promueva la construcción de conocimiento científico escolar. El enfoque metodológico de la investigación es cualitativo. La muestra de estudio constó de ocho estudiantes de grado undécimo, escogidos aleatoriamente. Se ejecutaron cuatro momentos en la metodología, en el primero se realizaron test para identificar las ideas previas de los estudiantes; en el segundo se diseñaron guías y prácticas de laboratorio teniendo en cuenta los niveles de apertura, posteriormente se hizo la aplicación de las mismas y en el último momento se estableció el análisis cualitativo correspondiente. Como resultado se evidenció que en el desarrollo de las prácticas la motivación y el interés durante el proceso eran mayores en los estudiantes, lo cual contribuyó al desarrollo de ciertas habilidades científicas. Los resultados del post test fueron significativos, se logró fortalecer en los educandos las destrezas y la comprensión de los conceptos relacionados con la temática de reacciones químicas. De la investigación se puede concluir que las prácticas de laboratorio, concebidas como una estrategia didáctica para la enseñanza y aprendizaje de las reacciones químicas, permitió el desarrollo de algunas habilidades científicas y un aprendizaje más significativo de los conceptos asociados con la temática en los estudiantes.

PALABRAS CLAVE

Conocimiento científico escolar, desarrollo conceptual, estrategia didáctica, niveles de apertura, prácticas de laboratorio, reacciones químicas.

Laboratory practices didactic strategy in Building Scientific Knowledge School

ABSTRACT

This article is the result of an investigation conducted in 2012, whose main objective is to use the labs as a teaching strategy from the constructivist paradigm that promotes the construction of school scientific knowledge. The methodological approach is qualitative research. The study sample group contained 8 eleventh graders randomly chosen. 4 times in the methodology were implemented in the first test were performed to identify the previous ideas of students; in the second laboratory guidelines and practices they were designed taking into account the levels of openness, then applying the same was done at the last moment and the corresponding qualitative analysis was developed. As a result it is evident that in the development of practical motivation and interest in the process was higher in students, which

Recibido: 09/10/2015 Aceptado: 11/11/2015

<http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2016v12n1.23125> Este es un artículo Open Access bajo la licencia BY-NC-SA (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

Cómo citar este artículo: ESPINOSA-RÍOS, Edgar Andrés; GONZÁLEZ-LÓPEZ, Karen Dayana; HERNÁNDEZ-RAMÍREZ, Lizeth Tatiana. Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar *En*: Entramado. Enero - Junio, 2016 vol. 12, no. 1, p. 266-281, <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2016v12n1.23125>



contributed to the development of certain scientific skills, the results of the post test were significant, it was possible to strengthen students the skills and understanding of concepts related to the topic of chemical reactions. The investigation can be concluded that laboratory practices conceived as a teaching strategy for teaching and learning of chemical reactions allowed the development of some scientific skills and a more meaningful learning of concepts associated with the topic in students.

KEYWORDS

Levels of opening, school science knowledge, chemical reactions, pedagogical Mediator, Lab, conceptual development.

Práticas de laboratorio: una estrategia de ensino na construção da escola conhecimento científico

R E S U M O

Este artigo é o resultado de uma investigação realizada em 2012, cujo principal objetivo é usar os laboratórios como estratégia de ensino a partir do paradigma construtivista que promove a construção do conhecimento científico escola. A abordagem metodológica é a pesquisa qualitativa. A amostra do estudo foi composta de oito alunos do décimo primeiro grau, escolhidas aleatoriamente. quatro momentos na metodologia foram implementadas no primeiro teste foram realizados para identificar as ideias anteriores de estudantes; no segundo diretrizes laboratoriais e práticas foram concebidas tendo em conta os níveis de abertura, posteriormente, fez a sua aplicação e, no último momento a análise qualitativa correspondente foi estabelecida. Como resultado, tornou-se evidente que o desenvolvimento da motivação prática e interesse no processo foram maiores nos alunos, que contribuíram para o desenvolvimento de certas competências científicas. resultados pós-teste foram significativos, foi possível reforçar nos alunos as habilidades e compreensão de conceitos relacionados ao tema de reações químicas. A investigação pode-se concluir que as práticas de laboratório, concebida como uma estratégia de ensino para o ensino e aprendizagem de reações químicas, permitiu o desenvolvimento de algumas habilidades científicas e uma aprendizagem mais significativa de conceitos associados com o tema em estudantes.

PALAVRAS-CHAVE

Conhecimento escolar ciência, desenvolvimento conceitual, estratégia de ensino, os níveis de abertura, laboratório, as reações químicas.

Introducción

En las diversas investigaciones de autores como Pozzobon (2003), Machado (2006) (citados por López, 2013), ha sido posible reconocer que los estudiantes de bachillerato manifiestan cierto desinterés y apatía hacia el estudio de la química; lo cual se comprueba con el bajo rendimiento que alcanzan en esta asignatura y en su escasa participación para lograr la construcción del conocimiento. Esta situación se ha acrecentado como consecuencia de la escisión entre la teoría y la práctica en los procesos de enseñanza-aprendizaje de esta asignatura, enfocados en la transmisión de contenidos o la solución de problemas que resultan ser poco útiles o significativos para los estudiantes; lo que ocasiona una ruptura entre el carácter experimental que caracteriza esta ciencia y que es un aspecto fundamental para despertar el interés y la motivación de los educandos, por lo que resulta trascendental que los docentes empleen diversas estrategias didácticas que les permitan recrear el trabajo de los científicos para que los estudiantes se sientan atraídos e interesados por el estudio y la comprensión de los fenómenos que los rodean, para así empezar a desarrollar y fortalecer los conocimientos conceptuales, procedimentales, actitudinales, y las competencias científicas. Se reconoce así que entre las actividades científicas, la realización de las

prácticas de laboratorio es la más notable, la que constituye una oportunidad valiosa en el desarrollo cognitivo y de motivación de los estudiantes. En este sentido, Lacueva (citado por López, 2013) señala que el experimento químico se realiza siempre con un objetivo fundamental: observar determinados fenómenos, obtener sustancias, estudiar sus propiedades, comprobar hipótesis; por esta razón la preparación del experimento moviliza el razonamiento del estudiante, pues debe observar, comparar la situación inicial con los cambios ocurridos, analizar, relacionar entre sí los diferentes aspectos de las sustancias y realizar inducciones y deducciones; además, el desarrollo del experimento satisface necesidades importantes como las de contacto y comunicación y despierta la curiosidad intelectual.

En este sentido, el presente artículo se enfoca en identificar y fomentar las potencialidades del uso de las prácticas de laboratorio como estrategia didáctica que al ser utilizada desde el marco teórico constructivista, promueve que los estudiantes logren la construcción de conocimiento científico escolar y alcancen el desarrollo de competencias científicas, promoviendo una mayor autonomía y participación por parte de los educandos, para que sean ellos quienes lleguen a proponer y ejecutar prácticas de laboratorio en las que se aborden las dimensiones conceptuales, procedimentales y actitudinales del conocimiento.

Para cumplir este propósito, se empleó una escala de siete niveles de abertura que fueron propuestos por Priestley (citado por Valverde, Jiménez, & Viza, (2006)) donde el estudiante tiene la oportunidad creciente de participar activamente en la solución práctica de los problemas, además de experimentar con mayor libertad o autonomía la realización de los experimentos. Por esta razón, los últimos niveles de abertura implican ambientes de aprendizaje con un mayor nivel conceptual, procedimental, actitudinal y propositivo que los anteriores, ya que el estudiante se convierte en el protagonista de su aprendizaje, siendo miembro activo en el desarrollo de las prácticas de laboratorio, y promoviendo los fundamentos conceptuales en el diseño y planificación de las mismas, para afianzar y facilitar una mejor comprensión de los fenómenos generados en el caso puntual de las reacciones químicas.

I. Marco teórico

I.1. El papel del docente en la construcción del conocimiento

El conocimiento científico es desarrollado por profesionales de la ciencia (científicos) con diferentes fines (generalmente no educativos sino informativos); este debe ser apropiado por el docente para que a partir de la implementación de estrategias didácticas facilite a los estudiantes la enseñanza y el aprendizaje del mismo. El proceso de construcción de un nuevo concepto en la escuela se debe entender como un cambio o desarrollo conceptual de “creencias”, cambio que va desde el estudiante “inexperto” hasta el profesor “experto”. En este proceso, la función que desempeña el docente, el rol del estudiante y la implementación de las estrategias didácticas, resultan ser trascendentales para lograr construir ambientes de aprendizaje que se enriquecen por las acciones y el conocimiento que cada uno aporta.

De acuerdo con lo anterior, resulta de vital importancia implementar las prácticas de laboratorio en el aula de clase como estrategia didáctica para lograr la construcción del conocimiento científico escolar, ya que estas pueden llegar a mediar entre el conocimiento del estudiante, del docente y el saber científico para lograr desarrollar en los educandos “habilidades investigativas (observación de los fenómenos, predicción e hipótesis, medición, diseño experimental) y destrezas manipulativas (manejo de material de laboratorio y realización de montajes experimentales)” (Marín, 2008, p.173) que vayan despertando en ellos actitudes positivas hacia las ciencias, promoviendo la construcción de una imagen de ciencia desde su naturaleza; lo cual resulta ser esencial, ya que según lo plantean autores como Carrascosa, Morentini, Maite y Guisasaola, Jenaro: Porlán, R., Rivero García, A. y Martín Pozo, R., (citados por Marín, 2008, p.12),

diversos estudios han indicado que las concepciones que tienen los profesores sobre “la naturaleza de la ciencia y el desarrollo del conocimiento científico influyen significativamente en la forma como se enseña, viéndose reflejado en los métodos que utiliza, en su actuación y toma de decisiones en el aula de ciencias naturales”; con base en esto, la imagen de ciencia que se transmite comúnmente a través de las prácticas experimentales es la de una ciencia terminada, objetiva, de verdades absolutas, dogmática y con poca utilidad en la cotidianidad (Rúa & Alzate 2012).

Como consecuencia de ello, los estudiantes adquieren posturas pasivas, poco reflexivas, nada críticas y actitudes temerosas para con la ciencia, que contribuyen a acrecentar una actitud desinteresada y con escasa o nula motivación de postularse como entes activos en la construcción de la misma, negándose así la oportunidad de concebirla como una actividad humana en constante desarrollo, y que se encuentre inmersa en un contexto histórico, social y cultural.

Con base en lo que se ha mencionado anteriormente, y reconociendo que el interés de esta investigación es la construcción del conocimiento científico escolar por parte de los educandos, el docente debe caracterizarse por ser hábil en la búsqueda de nuevos métodos para abordar las problemáticas, implementar diversas estrategias didácticas, como las prácticas de laboratorio, y preocuparse por explorar los gustos e intereses de los estudiantes y tratar de abordarlos en el aula de clase; además, debe ser estratégico a la hora de desarrollar métodos didácticos innovadores que despierten la motivación de los estudiantes y favorezcan la construcción de aprendizajes significativos en torno a las reacciones químicas.

I.2. Las prácticas de laboratorio en la escuela

La práctica en el laboratorio toma diferentes nombres sin necesidad de cambiar su concepción, estos significados dependen del contexto en el cual se esté inmerso, ejemplo de esto se observa al llamarlas “trabajo de laboratorio” (término usado en América del Norte), “trabajo práctico” (usado en Europa, Australia y Asia), “prácticas de laboratorio”, “prácticas experimentales” (utilizados en centros de enseñanza en Cuba y América latina), todos estos son utilizados en el contexto a desarrollar; sin embargo, se debe tener presente que referirse al laboratorio no debe limitarse únicamente a un espacio físico, ya que según lo plantea Marín (2008), la gran mayoría de los docentes se reducen a pensar en la realización de actividades experimentales, limitándose a la existencia de un lugar físico establecido y a los materiales, instrumentos y reactivos que en ese lugar se ubican, lo cual refleja una visión reduccionista del trabajo práctico que asocia prioritariamente la actividad experimental a espacios materialmente físicos con una ubicación claramente defini-

da en sus instituciones, y que ha actuado como obstáculo en la renovación de otros aspectos del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

La implementación de las prácticas de laboratorio implica un proceso de enseñanza-aprendizaje facilitado y regulado por el docente, el cual debe organizar temporal y espacialmente ambientes de aprendizaje para ejecutar etapas estrechamente relacionadas que le permitan a los estudiantes, realizar acciones psicomotoras y sociales a través del trabajo colaborativo, establecer comunicación entre las diversas fuentes de información, interactuar con equipos e instrumentos y abordar la solución de los problemas desde un enfoque interdisciplinar-profesional.

Las discusiones en el transcurso de la historia respecto a las prácticas de laboratorio como estrategia didáctica han sido fuertes en lo conceptual, en ellas se ha ido derrumbando la concepción que tienen algunos países de que el trabajo práctico está poco ligado a la construcción del conocimiento científico escolar, ya que según Hudson (citado por Henríquez *et al.*, que es citado a su vez por Severiche & Acevedo, 2013, p.193), en los últimos años desde que el Education Department declaró el código 1982, “la enseñanza de los estudiantes en materias científicas se debe llevar a cabo principalmente con experimentos”; se ha reconocido, tal como lo plantea Marín (2008, p.13) que:

La ciencia involucra una red de elementos: conceptual, teórico, instrumental y metodológico, que se entrelazan para resolver problemas sobre el comportamiento de la naturaleza, generando un cuerpo de conocimiento compacto en el cual se conjugan aspectos teóricos y prácticos, que conlleve en los estudiantes el aprendizaje de la ciencia (involucra la adquisición y desarrollo de conocimientos teóricos y conceptuales) y de la práctica de la ciencia (implica el desarrollo de conocimientos procedimentales) en el contexto de resolución de problemas en el laboratorio escolar:

De igual forma, las prácticas de laboratorio concebidas como estrategias didácticas, deben permitirles a los estudiantes comprender la forma en que se construye el conocimiento en una comunidad científica, por ejemplo:

Cómo trabajan los científicos, cómo llegan a acuerdos y cómo reconocen desacuerdos, qué valores mueven la ciencia, cómo se relaciona la ciencia con la sociedad y con la cultura. En síntesis, las prácticas de laboratorio aportan a la construcción en el estudiante de cierta visión sobre la ciencia (Lunetta, 1998), en la cual ellos pueden entender que acce-

der a la ciencia no es imposible y, además, que la ciencia no es infalible y que depende de otros factores o intereses (sociales, políticos, económicos y culturales) (Hodson, 1994 citado por Rúa & Alzate (2012, p. 147)).

Por lo que se ha planteado, las prácticas que sean implementadas en las aulas de clase deben reajustarse para evitar caer en reduccionismos del contenido científico, para cambiar las formas en que los docentes y estudiantes conciben el laboratorio, llegando a transformar en ellos las visiones deformadas de los científicos, investigadores y sobre todo de la ciencia misma que a su vez es interpretada por la sociedad.

Es evidente que uno de los grandes problemas que afectan el significado del trabajo práctico en el aula de clases es mantener concepciones como, “la ciencia es solo para los científicos”, “sólo los científicos pueden hacer ciencia”, las cuales se nutren por la forma en que los docentes muestran la actividad científica; ya que las prácticas de laboratorio que se realizan se limitan a la “lectura de guías”, las cuales indican de manera metódica el seguimiento riguroso de una serie de pasos para obtener un resultado conocido previamente, y si este no es el indicado por la guía se procede a repetir el procedimiento; como consecuencia de ello, la participación de los estudiantes es pobre o nula, ya que la actividad científica se reduce a seguir simplemente las indicaciones del docente, que son consideradas útiles para llegar a una “respuesta correcta” y que sólo permite comprobar o fijar temas; dejando de lado la posibilidad de lograr desarrollar en los educandos competencias científicas, para enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje de las reacciones químicas.

Muchos docentes tienen conceptos erróneos de las prácticas de laboratorio respecto a las dificultades en la enseñanza, creen que la intención de la práctica es confirmar algo tratado en una lección de tipo expositivo, según ellos, los estudiantes deben seguir una receta para llegar a la conclusión predeterminada, en consecuencia, la demanda cognitiva en el laboratorio tiende a ser muy baja, de igual forma se presentan mayores dificultades en los procesos de enseñanza-aprendizaje al implementar estas estrategias didácticas, ya que se conciben como espacios que permiten comprobar la teoría; esta práctica trae consigo graves consecuencias, ya que la experimentación sirve para obtener un producto esperado, descartando otras posibilidades de aprendizaje como las ideas previas que tienen los estudiantes y los errores que ellos pueden cometer durante su realización. La rigidez, el control y seguir instrucciones desplazan el desarrollo de los procesos cognitivos en los estudiantes.

Consecuentemente, autores como Schauble (citado por Herrero & Merino, 2007) destacan que las prácticas experimentales, además de no ser muy abordadas en la enseñanza de las ciencias, pocas veces se consideran desde un margen investigativo que logre contextualizar a los estudiantes con la realidad que vivencian día a día, para poder permitirles acentuar y dar significado y relevancia al conocimiento científico escolar que construyen en los ambientes de aprendizaje. De esta manera se niega la posibilidad de que el estudiante se postule como un pequeño investigador que se está iniciando en el largo camino de la aventura y el asombro que ofrece el mundo de las ciencias, para que descubran en ellas un nuevo portal que les permite llegar al conocimiento. Por esta maravillosa oportunidad que ofrecen las ciencias, es que se proponen prácticas experimentales desde una visión que se fundamenta en “el pensar, comunicar, proponer, construir y aprender haciendo”, donde se deja volar la creatividad e imaginación de los estudiantes, para que se vayan preparando ante las necesidades de la sociedad, que los requiere cada vez más comprometidos y capaces de poder idear cualquier alternativa innovadora para dar solución a las problemáticas que surgen constantemente.

De esta manera se muestra la importancia del trabajo práctico para el estudiante, pues según lo planteado por Seré (2002), se busca que él pueda “comprender” y “aprender”, pero también “hacer” y de “aprender a hacer”. Si los estudiantes no comprenden los conceptos científicos, puede ser consecuencia de la metodología empleada por el docente, o la inadecuada implementación de las estrategias didácticas, lo cual se visualiza en el uso que se le da a las prácticas de laboratorio para la construcción del conocimiento científico escolar, ya que muchos docentes tienen muy poca formación científica y tienden a convertirse en reproductores de ejercicios ya vistos en su formación profesional, acrecentando dificultades en torno al aprendizaje de las reacciones químicas.

1.3. Características de las prácticas de laboratorio en la adquisición de conocimiento

Según lo plantea Driver (1989), el aprendizaje es un proceso dinámico, en el cual los estudiantes construyen el significado de forma activa; los experimentos funcionan en todas las etapas importantes del proceso global de aprendizaje, permitiendo la exploración de los problemas que surgen en el desarrollo del experimento y de esta forma posibilita identificar las limitaciones y fortalezas del proceso académico; en el desarrollo personal, la experimentación implica el desarrollo de nuevas concepciones, el afianzamiento de los conceptos planteados y el progreso de las habilidades científicas escolares partiendo de sus experiencias reales en conexión con sus conocimientos anteriores, de igual forma

las prácticas de laboratorio se pueden usar para estimular el interés de los estudiantes y provocar,

...el aprendizaje como un cambio conceptual (Posner, citado por Osuna, 2007); que se fundamenta en el paralelismo existente entre el desarrollo conceptual de un individuo y la evolución histórica de los conocimientos científicos. Según estos autores; El aprendizaje significativo de las ciencias constituye una actividad racional semejante a la investigación científica y sus resultados (el cambio conceptual) pueden contemplarse como el equivalente - siguiendo la terminología de Kuhn (1971)- a un cambio de paradigma. A partir de las ideas de Toulmin (1977) sobre filosofía de la ciencia, estos autores identifican cuatro condiciones para que tenga lugar el cambio conceptual:

- Es preciso que se produzca insatisfacción con los conceptos existentes
- Ha de existir una concepción mínimamente inteligible, que
- Debe llegar a ser plausible, aunque inicialmente contradiga las ideas previas del alumno y
- Ha de ser potencialmente fructífera, dando explicación a las anomalías encontradas y abriendo nuevas áreas de investigación (Osuna, 2007, p. 21).

Los prácticas de laboratorio son trascendentales para lograr la construcción del conocimiento científico escolar por parte de los educandos, estas resultan ser beneficiosas al aumentar el interés en ellos por aprender nuevas conceptualizaciones y acoger mejores ideas de las que ya tenían, para poder resolver alguna situación-problema que se presente en el aula de clase, y que puedan aplicarla a su cotidianidad. Dichas concepciones también se pueden usar para comprobar hipótesis sobre conceptos y métodos científicos, para (re)construir modelos teóricos iniciales y para contribuir a aumentar la inteligibilidad y la credibilidad de las nuevas concepciones; utilizar las prácticas de laboratorio para la construcción del conocimiento científico escolar, puede fortalecer el desarrollo de habilidades cognitivas (la concentración, el discernimiento, la relación etc.), y si estas se asocian con el trabajo científico, facilitan la superación de las prácticas “receta” y contribuyen a su enriquecimiento con la inclusión de aspectos claves de la actividad científica como la construcción de hipótesis, la comprobación de las mismas, los argumentos para interpretar los resultados, llegando así a transformar los problemas de lápiz y papel etc.

Según lo plantean Carreras, Yuste y Sánchez (citados por Agudelo & García, 2010, p. 150) “Los experimentos, por sencillos que sean, permiten a los estudiantes profundizar en el conocimiento de un fenómeno determinado, estudiarlo teórico y experimentalmente, y desarrollar habilidades y actitudes propias de los investigadores...” Por lo que, las prácticas de laboratorio como estrategia didáctica permiten integrar los conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias; ya que al llevarse a cabo desde una teoría constructiva, logran promover en los estudiantes habilidades científicas, como la observación de los fenómenos, el planteamiento y resolución de problemas, la formulación de preguntas válidas para un proceso investigativo, y el desarrollo y perfeccionamiento de procesos de alta complejidad que se alcanzan a través del tiempo, tales como la destreza manipulativa. Pretendiendo así que los estudiantes logren abordar problemas que ellos mismos se planteen y aprendan a resolverlos para fortalecer la capacidad de interpretar, argumentar y reflexionar sobre lo que aprenden y los resultados que obtienen, en función de poder trasladar estas habilidades científicas a otros campos; reflexionando y accionando su función en la sociedad, en pro de contribuir a solventar las dificultades y necesidades que se presentan en su entorno.

De acuerdo con autores como Rúa & Alzate (2012), las prácticas de laboratorio deben promover la implementación de informes en los que se motive al estudiante a especificar el problema que plantea, las hipótesis realizadas, las variables que tuvo en cuenta, el diseño experimental que consideró, los resultados que obtuvo en el proceso y las conclusiones, para que posteriormente haga una evaluación de todo el proceso y pueda llegar a la resolución del problema haciendo uso de criterios referidos al trabajo científico, que le permitan evidenciar la apropiación de los conocimientos y el desarrollo de las competencias necesarias para que pueda enfrentarse a un proceso de investigación. El informe de laboratorio es un ejercicio apropiado para articular la teoría y la práctica, así el estudiante reconoce la importancia del trabajo teórico en el aula.

1.4. Importancia del concepto de reacción química en la enseñanza- aprendizaje de la química

Autores como Spencer, Gillespie, Garritz, Camaño y Atkins (citado por Reyes-C y Garritz, A, 2006), han propuesto como concepto relevante en educación secundaria y superior dentro del currículo de química, las reacciones químicas (RQ).

A nivel universitario Spencer (citado por Reyes-C y Garritz, A 2006) propone cuatro componentes del currículo central para la enseñanza del concepto reacción química (RQ):

- Los átomos se conservan (el modelo atómico, el modelo periódico).
- Enlace (modelos para compuestos iónicos, modelos para compuestos covalentes).
- La energía se conserva (teoría cinético – molecular; teoría cinética de los líquidos, la primera ley).
- La entropía del universo aumenta (la segunda ley, tipos de reacciones).

De igual forma, Gillespie (citado por Reyes-C y Garritz, A. 2006) habla de grandes ideas de la química que deben de entrar en el curso de química general a nivel superior:

- Átomos, moléculas e iones
- El enlace químico; ¿Qué mantiene a los átomos juntos en moléculas y cristales?
- Forma molecular y geometría: química tridimensional
- Teoría cinética
- La reacción química
- Energía y entropía

Según lo que argumenta este autor, la RQ es la más importante; porque es el corazón de la química y la define con ayuda de un enfoque sub-microscópico para su enseñanza.

A nivel de secundaria vemos que Garritz (citado por Reyes-C y Garritz, A. 2006) preocupado por el establecimiento de estándares nacionales para la educación de la disciplina en bachillerato, plantea siete ideas centrales de la química:

- El concepto de materia y su conservación
- Reacciones químicas; análisis y síntesis
- Modelo atómico – molecular
- Periodicidad
- Conceptos, dicotomías y modelos de estructura y reactividad
- Química del carbono
- Energía.

Camaño (citado por Reyes-C & Garritz, A, 2006) plantea cinco ideas centrales para la enseñanza de la química, las cuales representa por medio de preguntas en las que ven involucradas las RQ. ¿Cómo podemos clasificar la diversidad de sistemas y cambios químicos que se presentan en la naturaleza? ¿Cómo está constituida la materia en su interior? ¿Qué relación existe en las propiedades de los materiales y sus estructuras, es decir, entre sus propiedades macroscópicas y las propiedades de las partículas que los constituyen? ¿Cómo trascurren las reacciones químicas? ¿Por qué ciertas sustancias muestran afinidad con otras?

¿Por qué ciertas reacciones tienen lugar de forma completa y otras se detienen antes de llegar a completarse?

Por último, en una de las más recientes conferencias Atkins (citado por Reyes-C y Garritz, A, 2006), entregó a la Sociedad Americana de Química nueve ideas que son el corazón de la química, en estas destacó dos puntos los cuales tienen que ver con el concepto de reacción química: La materia es atómica, los elementos exhiben periodicidad, los enlaces químicos se forman cuando los electrones se aparean, forma molecular, existen fuerzas residuales entre las moléculas, la energía se conserva, la entropía tiende a crecer, existen barreras para reaccionar, hay solo cuatro tipos de reacción química. Teniendo en cuenta lo anterior se observa que todos los procesos vistos desde la química implican un estudio del comportamiento de las sustancias en sí mismas, al igual que en su interacción con otras sustancias, y es a partir de dichos comportamientos que se pueden inferir propiedades y entender diferentes fenómenos y procesos que se dan en la naturaleza. Estudiar el concepto de reacciones químicas conlleva a su vez tener claros otros conceptos que se infieren a partir de la misma, por ejemplo el concepto de enlace químico, electrones de valencia, valencia entre otras, además, permiten el estudio de otros conceptos tales como entropía y entalpía.

Autores como Johnstone (1982), Galagovsky; Rodríguez; Stamati & Morales (2003) y Chastrette (1991) plantean los siguientes factores que impiden la construcción e interpretación del concepto de reacción química:

- Conceptos abstractos y extensos (discontinuidad de la materia, movimiento de las partículas).
- En el aula de clase, el docente experto explica el tema manejando los tres niveles representacionales, pero a su vez desconoce que los estudiantes no los manejan, es decir, los estudiantes no interpretan lo enseñado por su falta de preparación a nivel macro, micro y simbólica.
- Los estudiantes no distinguen entre los coeficientes de las fórmulas y los subíndices que indican atomicidad.
- Los estudiantes poseen una gran confusión entre las reacciones químicas y las transformaciones físicas.

1.5. Los niveles de abertura en las prácticas de laboratorio

El proceso de construcción de conocimiento científico escolar requiere un esfuerzo o actividad mental, que le permita al estudiante interactuar con el conocimiento y apropiarlo. Dicha interacción debe realizarse de forma gradual y acorde con el proceso cognitivo en el cual el estudiante se encuentre según su edad; diferentes autores como Schwab, y Tamir (citados por Valverde, Jiménez & Viza 2006) asocian

los procesos cognitivos en niveles o categorías experimentales. En estos niveles o categorías de experimentos se puede apreciar un entrenamiento práctico de abordaje experimental, que conceptualmente va desde los niveles bajos de prácticas de laboratorio tradicionales hasta los niveles altos que corresponden a prácticas de investigación.

Las actividades prácticas con niveles cognitivos de bajo orden, difícilmente generan un aprendizaje significativo en los estudiantes, estas prácticas suelen ser de tipo expositivo, de forma tradicional, donde el docente dirige el trabajo de laboratorio y estos solo tienen que repetir instrucciones facilitadas por él o leerlas según el manual. A diferencia de esto, las prácticas con mayores niveles de abertura corresponden a prácticas de investigación que constituyen una alternativa a las prácticas expositivas (Schwab citado por Valverde, Jiménez & Viza, 2006), donde los resultados no se conocen, el nivel de abertura es mayor, el estudiante genera su propio método de actuación y procedimiento, el estudiante se ve obligado a diseñar, desarrollar y conducir su propio experimento, formular hipótesis y predecir el resultado, Tamir (citado por Valverde, Jiménez & Viza, 2006).

La primera definición que se dio de nivel de abertura la propuso Schwab (citado por Valverde, Jiménez & Viza, 2006) quien describió tres niveles de abertura en relación con la enseñanza de actividades prácticas en el laboratorio; el nivel de abertura o de conocimiento se basa en la proporción en la que el docente facilita a) los problemas, b) las maneras y medios para afrontar ese problema, c) la respuesta a esos problemas. La cantidad de intervención por parte del docente es inversamente proporcional al grado de abertura de una práctica o al grado de descubrimiento por parte del estudiante. Bloom (citado por Valverde, Jiménez & Viza, 2006) los clasifica en seis categorías, jerarquizadas según el esfuerzo que requieren, los primeros tres se conocen como procesos cognitivos de bajo orden (conocimiento, comprensión y aplicación) y los tres últimos como procesos cognitivos de alto orden (análisis, síntesis y evaluación). Igualmente Priestley (citado por Valverde, Jiménez & Viza, 2006) propuso una escala de siete niveles de abertura para las actividades prácticas de laboratorio y señaló cada uno de los niveles cognitivos que se potencian. (Ver Tablas 1 y 2, pág. 273)

2. Metodología

La metodología empleada, responde a la intención de lograr el desarrollo de los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Identificar y fomentar las potencialidades del uso de las prácticas de laboratorio como estrategia didáctica que

Tabla 1.

Escala de niveles de abertura para el desarrollo de las actividades prácticas de laboratorio

Categoría del experimento	Niveles de Abertura (P: planificado por el profesor, A: realizado por el estudiante)					
	Plantear problema	Formular hipótesis	Planificar el experimento	Realizar experimento	Apuntar datos / observaciones	Conclusiones
1	P	P	P	P	P	A
2	P	P	P	P	A	A
3	P	P	P	A	A	A
4	P	P	A	A	A	A
5	P	A	A	A	A	A
6	A	A	A	A	A	A

Nota. La escala de niveles de abertura para las actividades prácticas de laboratorio presentada es propuesta por Priestley (1997) y Pella (1961). Niveles de aberturas según Priestley (1997). (Valverde, Jiménez & Viza (2006)).

Tabla 2.

Procesos cognitivos en las actividades de laboratorio, de acuerdo con los niveles de abertura

Nivel	Título	Descripción de las actividades en el laboratorio	Proceso cognitivo requerido
1	Herméticamente cerrado	Se proporciona todos los procedimientos al alumnado. Los estudiantes apuntan los datos en los huecos reservados de un informe de laboratorio, se incluyen tablas con los datos.	Conocimiento
2	Muy cerrado	Se proporcionan todos los procedimientos. Se incluyen tabla de datos.	Conocimiento
3	Cerrado	Se proporcionan todos los procedimientos a los estudiantes.	Conocimiento y comprensión.
4	Entreabierto	Se proporcionan todos los procedimientos a los estudiantes. Algunas preguntas o conclusiones son abiertas	Comprensión y aplicación
5	Ligeramente abierto	Se proporcionan la mayoría de los procedimientos a los estudiantes y algunas preguntas o cuestiones son abiertas	Aplicación
6	Abierto	Los estudiantes desarrollan sus propios experimentos. Se les proporciona una lista con el material. Muchas preguntas o conclusiones son abiertas.	Análisis y síntesis
7	Muy abierto	A los estudiantes se les indica un problema que tienen que resolver (o que ellos mismos proponen) los estudiantes realizan el procedimiento y saca sus propias conclusiones	Síntesis y evaluación.

Nota. Descripción de las actividades a realizar en la práctica de laboratorio y el proceso cognitivo requerido. Priestley (1997) y Pella (1961) Niveles de aberturas según Priestley (1997). (Citados por Jiménez, Llobera, & Llitijos, (2006))

al ser utilizada desde el marco teórico constructivista promueve que los estudiantes logren la construcción de conocimiento científico escolar.

Objetivos específicos

- Promover una participación más activa y autónoma por parte de los estudiantes en su proceso de aprendizaje.
- Fortalecer el desarrollo de la competencia científica, identificar.
- Fortalecer el desarrollo de los conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales de la ciencia.

La metodología es de carácter cualitativo; según Hernández (2008) se utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación, por lo tanto, el análisis de datos no es estadístico. La recolección de los datos se realiza a partir de la implementación de dos instrumentos, el primero busca indagar los conocimientos de los estudiantes ante de efectuar las prácticas de laboratorio y después de haberse implementado las mismas, así como los conocimientos frente al manejo de instrumentos de laboratorio. El segundo instrumento se cumple a partir del diseño e implementación de una matriz que busca hacer un seguimiento a cada

estudiante sobre el desarrollo de la competencia científica identificando, a partir de los informes de laboratorio que cada estudiante elabora. El método empleado es un estudio de caso en la medida en que es considerado como un método de investigación cualitativo, el cual se define como el estudio de la particularidad y de la complejidad de un caso singular, para llegar a comprender su actividad en circunstancias concretas.

Este trabajo investigativo contó con una población de ocho estudiantes que cursaron undécimo año de secundaria en una institución educativa de Jamundí-Valle del Cauca - Colombia y cuyos conocimientos en Ciencias Naturales específicamente de reacciones químicas, ya se habían desarrollado mediante estrategias didácticas diferentes a las prácticas de laboratorio.

Para lograr cumplir los objetivos que se han planteado se diseñó un desarrollo metodológico a partir de los momentos que se explican a continuación.

2.1. Momento 1 (Pretest)

Se escogió una muestra formada por ocho estudiantes, entre los 15 y los 17 años de edad, cursan el grado undécimo de educación secundaria, su estrato socioeconómico es de nivel 1 a 3, del municipio de Jamundí y vinculados a una institución educativa de carácter privado del mismo municipio.

A esta muestra se le aplicó una prueba o test (Ver Anexo A - Encuesta), para diagnosticar el estado inicial de los estudiantes, en relación con el contenido previo y real de reacciones químicas. Esta encuesta de lápiz y papel, que constaba de preguntas abiertas enfocadas al estudio de la química, específicamente al contenido de reacciones químicas, se aplicó de forma tradicional e individual, con un tiempo estipulado de sesenta minutos. La encuesta permitió evidenciar algunas dificultades conceptuales tales como: no diferencian una sustancia, un compuesto, una molécula y un elemento; no distinguen con claridad una propiedad intensiva de una extensiva; no realizan de manera correcta ejercicios de balanceo de ecuaciones, al igual que la interpretación de las mismas.

Estos aspectos son necesarios para la comprensión del contenido de las reacciones químicas, sumado a lo anterior se observó que los estudiantes en su gran mayoría desconocen los instrumentos que se pueden emplear en el laboratorio y por ende la utilización de los mismos.

A partir del análisis de dicha información se construyó la siguiente secuencia conceptual, de tal forma que permitiera una mejor comprensión del concepto de reacción química:

1. Átomo, elemento, molécula, mezcla, compuesto, sustancia.
2. Propiedades de la materia: masa, volumen, temperatura, densidad, punto de ebullición y punto de fusión.
3. Cambio químico, cambio físico.
4. Ley de proporciones múltiples, conservación de la materia.

De igual forma, además de los conceptos previos también se plantearon conceptos necesarios para la comprensión de las reacciones químicas, tales como:

1. Diferenciación entre reacción química y ecuación química.
2. Escritura, balanceo e interpretación de ecuaciones químicas.
3. Tipos de reacciones químicas: exotérmica, endotérmica, reacciones de formación, reacciones de descomposición.
4. Cantidad de reactivos y productos, reactivo limitante.
5. Rendimiento de la reacción.
6. Reacciones de neutralización (ácidos y bases "ácidos y bases de bronsted / neutralización ácido base).
7. Reacciones de oxidación - reducción (número de oxidación / tipo de reacción redox).

2.2. Momento 2 (Diseño de las guías o prácticas de laboratorio)

A partir de la secuencia construida en el momento anterior, y teniendo en cuenta que otro de los propósitos establecidos es determinar si las prácticas de laboratorio concebidas como una estrategia didáctica pueden fortalecer el desarrollo de la competencia científica, identificar a partir de diversos niveles de abertura, se diseñaron 12 prácticas de laboratorio las cuales se caracterizaron por: ir aumentando su grado de dificultad en cuanto al desarrollo conceptual; la participación por parte del educando al desarrollar las prácticas de laboratorio; al desarrollo de habilidades cognitivas propias de la competencia "identificar". Se desarrollaron 12 prácticas de laboratorio elevando el nivel de abertura cada dos prácticas, por ejemplo: las prácticas 1 y 2 (categoría 1), prácticas 3 y 4 (categoría 2), prácticas 5 y 6 (categoría 3), prácticas 7 y 8 (categoría 4), prácticas 9 y 10 (categoría 5), prácticas 11 y 12 (categoría 6). (Ver Anexo B - Modelo de práctica)

Al terminar cada actividad, los educandos elaboran de manera individual un informe con la misma estructura, el cual es analizado según el nivel de abertura. Es de anotar que en la medida en que se aumenta el nivel de abertura la participación del docente disminuye y el educando comienza a tomar un papel más protagónico, de esta manera la exigen-

cia de los preconceptos adquiridos y construidos mediante el desarrollo de las prácticas toma relevancia en la medida en que se convierten en insumos indispensables para el desarrollo de la práctica siguiente.

A continuación se describen los criterios a analizar en cada uno de los niveles o categorías del experimento:

Categoría del experimento 1: El docente toma un papel protagónico en esta categoría, en la medida en que es la persona que realiza el planteamiento del problema, la hipótesis, planifica y ejecuta el experimento. El análisis se enfoca en la capacidad del educando en reconocer las ideas principales, en emplear un lenguaje propio de las ciencias y la habilidad para establecer relaciones entre los propósitos de la práctica y lo desarrollado durante la misma para establecer de esa manera las conclusiones.

Categoría del experimento 2: El docente continúa con el papel protagónico, realiza el planteamiento del problema, hipótesis, planifica y ejecuta el experimento. El análisis en esta categoría hace referencia a la capacidad de la toma y registro de información a partir de lo observado durante la práctica, de tal forma que el estudiante logre establecer relaciones entre lo observado, lo escrito y las conclusiones que establece a la luz de los propósitos considerados.

Categoría del experimento 3: El docente realiza el planteamiento del problema, la hipótesis y planifica el experimento. Esta categoría busca que el estudiante asuma un papel más activo en el desarrollo de la práctica a partir de las instrucciones dadas por el docente como a su vez en la capacidad que posee para el buen manejo de los equipos. Es por ello que el criterio a analizar es la capacidad de seguir instrucciones, el manejo de los equipos, además de los factores que se han venido analizando tales como el lenguaje que emplea y las conclusiones que elabora.

Categoría del experimento 4: Esta categoría busca analizar la capacidad de análisis y planificación del estudiante a partir de un propósito e hipótesis claros, que son planteados por el educando. De esta forma el estudiante debe planificar de la mejor manera la actividad experimental a realizar, por ello el análisis de esta categoría implica la coherencia entre lo planificado y lo que desarrolla y el desempeño en cuanto al manejo de los instrumentos, principalmente. Se sigue teniendo en cuenta la capacidad para sacar conclusiones a partir de los datos obtenidos y el lenguaje que se emplea.

Categoría del experimento 5: El papel del docente es brindar el planteamiento del problema, el cual será el objetivo a resolver por parte del educando, por ello deberá interpretar el problema de tal forma que plantee la posible hipótesis del mismo así como el diseño y ejecución de la

práctica. Teniendo en cuenta lo anterior, el análisis se realizará a partir de la actividad experimental que se propone para la resolución del mismo, la coherencia y el manejo de los instrumentos de laboratorio, como a su vez la capacidad de toma de datos, la elaboración de las conclusiones y el lenguaje empleado.

Categoría del experimento 6: El papel que juega el docente en la práctica es orientar el proceso, por lo tanto su participación es poca frente a las actividades que el educando debe diseñar; el educando debe asumir su rol de investigador el cual implica la construcción del objetivo o propósito de la práctica, diseño y ejecución de la misma hasta el planteamiento de las conclusiones, de ahí que en esta categoría se revisen todos los aspectos mencionados en las categorías anteriores, fruto de un proceso que el educando ha construido.

2.3. Momento 3 (Aplicación)

Estas prácticas fueron desarrolladas en la institución educativa del sector oficial. La disposición de los estudiantes fue total, gracias a la motivación que genera la manipulación y el trabajo práctico, además era novedoso por la poca implementación de las mismas en clase.

Se identificaron temáticas previas, que al criterio de los investigadores se necesitaban para la comprensión del concepto de reacción química, estas temáticas previas se abordaron por medio de la teoría y la práctica utilizando como estrategia didáctica el laboratorio. Su desarrollo implica de dos a tres clases de 45 minutos, se inician con una introducción y concepciones previas de los estudiantes respecto al contenido o temática a abordar, es decir, se rompe el hielo y se retroalimenta conceptualmente. La forma metodológica de aplicar el laboratorio gira en torno al nivel de abertura, como ya se describió en el momento 2, después de aclarar conceptos de forma teórica se procede a acompañar la teoría de la práctica, dando instrucciones a los estudiantes respecto a la metodología y según el nivel de abertura de la práctica, tal como se mostró en los cuadros anteriores.

La práctica gira alrededor de una construcción bidireccional de conocimiento entre estudiante y docente, en la cual, los estudiantes a medida que la desarrollan se cuestionan los unos a los otros, toman registros puntuales según el nivel de abertura, tales como: toma de datos, conclusión, terminología o lenguaje científico, hipótesis y planteamiento del problema, manejo de material de laboratorio. Dentro de la normatividad estos hacen preguntas y toman registro de los resultados, discuten procedimientos y hacen deducciones de estos, al finalizar cada práctica los estudiantes entregan los datos, informes y resultados obtenidos para facilitar su recolección por parte del docente.

2.4. Momento 4 (Recolección de los registros de estudiantes)

Después de desarrollar y aplicar todas las prácticas de laboratorio, con base en los aspectos mencionados en el momento anterior (momento 3), se hace un análisis cualitativo por estudiante, el cual será comparado con los resultados de la aplicación del pos-test con las mismas características del pre-test, cuyos resultados y análisis servirán para confirmar el avance en cada uno de los estudiantes; además de ello se analiza el avance en cuanto al desarrollo de habilidades en pro de favorecer la competencia e identificar las habilidades de tipo procedimental.

2.5. Análisis de resultados

Análisis general sobre la interpretación de la encuesta previa (pretest) desarrollada a estudiantes de grado undécimo, respecto a reacciones químicas y sus conceptos previos.

Se pudo evidenciar la existencia de una mala interpretación y desconocimiento conceptual (contenidos previos y actuales) para la comprensión del concepto de reacciones químicas tales como: clasificación de la materia, reacción química, mezcla homogénea y heterogénea, propiedades de la materia, cambio físico y químico entre otras, además los estudiantes no relacionan la modelación gráfica de las fórmulas y la realidad; por ejemplo, en el momento de modelizar una reacción química a partir de fórmulas químicas y solicitarles a ellos el balance de dicha ecuación (ley de la conservación de la materia) los estudiantes no logran realizarlo a cabalidad, sumado a ello, desconocen varios conceptos básicos necesarios para la interpretación y apropiación conceptual sobre reacciones químicas, de igual forma no logran inferir concepciones como agente reductor u oxidante dentro de una reacción.

Teniendo en cuenta la secuencia mostrada anteriormente, se espera que con ella y la implementación de las prácticas de laboratorio según los niveles de abertura, se brinde a los estudiantes los conceptos previos necesarios, de tal forma que se facilite la enseñanza y por ende el aprendizaje del concepto reacción química, objeto de la investigación realizada, como a su vez el fortalecimiento de la competencia científica identificar.

Es de anotar que la implementación de este tipo de prácticas a partir de los niveles de abertura, implica gran habilidad por parte del docente en aspectos cognitivos y pedagógicos, ya que los estudiantes generalmente vienen de una enseñanza tradicional en la cual esperan todo por parte del docente, esto se evidenció en las primeras prácticas de laboratorio implementadas, en las cuales el docente es par-

tícipe fundamental, los estudiantes fueron receptivos y desarrollaron la actividad a partir de la instrucción; cuando las prácticas de laboratorio fueron cambiando según su nivel de abertura se encontró un mayor grado de dificultad por parte de los estudiantes al realizarlas, a pesar de observar una motivación y deseo por las mismas, la dificultad radica en las pocas competencias científicas de los estudiantes, de ahí la necesidad imperante de una buena formación pedagógica y disciplinar por parte del docente, pues él se convierte en la guía para los estudiantes, de tal forma que contribuya en el desarrollo y fortalecimiento de dichas destrezas y habilidades. Cabe resaltar que antes de la implementación de las prácticas de laboratorio según los niveles de abertura, los estudiantes no presentaban buena disposición y motivación hacia las actividades de la clase, solo se limitaban a tomar apuntes según las instrucciones que el docente daba en clase.

2.6. Análisis general de los resultados obtenidos

De acuerdo con el análisis general del post-test, la interpretación y el manejo de los contenidos conceptuales fueron significativos, considerando que como objetivo general la investigación se centró en el uso de las prácticas de laboratorio como estrategia didáctica que desde el marco teórico constructivista, potencializan la construcción de conocimiento científico escolar; con base en esto se observó lo siguiente: el 75% de los estudiantes reconocen y clasifican la materia (algo que no tenían claro al iniciar la actividad), el 88% logró diferenciar con claridad una propiedad intensiva de una extensiva, en cuanto al balanceo de una ecuación se consiguió que el 50% de los estudiantes lo hiciera de forma correcta.

Por otra parte, en el desarrollo de la competencia científica, elemento considerado en los objetivos, se observó un avance en la mayoría de los estudiantes, pues en el transcurso de la aplicación de las prácticas en las cuales la participación de ellos era mayor a la del docente que los guiaba, se encontró que realizaban procesos de identificación, indagación y explicación más profundos, evidenciándose un mayor progreso en la identificación, asimismo mejoraron aspectos como la observación, clasificación, desarrollo de autonomía en la toma y presentación de los datos (uso de tablas y gráficas), planteamiento de hipótesis y posibles procesos experimentales, la disposición y participación ante las actividades propuestas fue mayor, reflejándose en cambios respecto al planteamiento de las observaciones frente a cada actividad experimental, sumado a ello la discusión y proposición de actividades fue mejorando paulatinamente, siendo esta última en la que se percibió mayor dificultad. En cuanto al desarrollo de conocimiento de tipo procedimental, se observó un avance notable respecto al manejo de algunos ins-

trumentos de laboratorio como vasos graduados, probetas, mechero, balanzas, termómetros, muchos de estos asociados con aspectos como la realización de medidas. Es de anotar que el desarrollo de este tipo de habilidades es lento, demanda tiempo y constancia por parte de los estudiantes y de los docentes que orientan la actividad.

En relación con la problemática mencionada en párrafos anteriores, en la cual se evidencia que la química es una disciplina que representa dificultades en el aprendizaje de los estudiantes debido a su carácter abstracto y a las estrategias que utilizan los docentes para enseñarla, las cuales en su mayoría son de corte positivista y se enfatizan en clases magistrales, se percibió que con la investigación llevada a cabo en estudiantes de grado undécimo, estos se vieron beneficiados trabajando los contenidos previos y actuales de reacciones químicas a través del desarrollo de prácticas de laboratorio desde el paradigma constructivista, esto se observó en las deducciones que realizaban para llegar a las respuestas y darle sentido a las ecuaciones que se planteaban, la parte conceptual que generó problemas al aplicar el pre-test inicial mejoró aceptablemente, lo cual se evidenció en el pos-test; en este análisis general podemos decir que el trabajo teórico-práctico de las prácticas de laboratorio como estrategia didáctica en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias aplicadas bajo la propuesta de niveles de abertura aumentó significativamente la comprensión de los conceptos químicos en los estudiantes, tal como se planteó en el análisis de la encuesta diagnóstica pos-test.

En la Tabla 3, se muestra una comparación de porcentajes de estudiantes que respondieron de forma correcta las pre-

guntas del pre-test y el pos-test, la cual da evidencia de su progreso conceptual frente a las percepciones erróneas de los conceptos mencionados anteriormente, esto permite inferir que la implementación de prácticas de laboratorio según los niveles de abertura tiene una incidencia positiva en los estudiantes.

Teniendo en cuenta la tabla anterior se puede inferir que la implementación de las prácticas de laboratorio según los niveles de abertura, contribuye de forma significativa a los procesos de aprendizaje. Se observa que en la gran mayoría de las preguntas planteadas a los estudiantes el manejo conceptual mejoró en forma significativa, siendo más prominente en las preguntas de la 3 a la 8, las cuales tienen una relación directa frente al concepto de reacción química, por ejemplo, el manejo de conceptos como el de propiedades de la materia, cambio químico y cambio físico, propiedades intensivas y extensivas, entre otras. Es de anotar, que aunque en las demás preguntas el cambio conceptual no fue tan alto, sí se observa una mejora. Así mismo se pueden destacar:

De un 8% a un 75% de mejoría en la aplicación de los métodos de separación de mezclas, de un 33% a un 100% en mejoría frente a la clasificación de las propiedades de la materia en extensivas e intensivas, de un 0% a un 50% mejoría en la aplicación de la ley de la conservación de la materia y energía, de un 13% a un 75% de mejoría en establecer las características de los ácidos y las bases, de un 13% a un 50% de mejoría en establecer una definición clara del concepto de reducción, de un 23% a un 75% de mejoría en establecer cuál es la sustancia que se oxida y se reduce.

Tabla 3.

Contraste de los resultados del pre-test y el pos-test

Comparación entre porcentajes de preguntas contestadas correctamente en el pre-test y pos-test					
	Pre-test	Pos-test		Pre-test	Pos-test
Pregunta # 1	20	75	Pregunta # 9	0	50
Pregunta # 2	8	75	Pregunta # 10	13	62
Pregunta # 3	33	100	Pregunta # 11	53	75
Pregunta # 4	87	88	Pregunta # 12	13	75
Pregunta # 5	93	88	Pregunta # 13	67	87
Pregunta # 6	88	93	Pregunta # 14	14	63
Pregunta # 7	73	88	Pregunta # 15	13	50
Pregunta # 8	73	100	Pregunta # 16	23	75

Nota. Comparación entre porcentajes de preguntas contestadas correctamente en el pre-test y el pos-test

2.7. Análisis del proceso por caso

Este análisis es individual y muestra el proceso que tuvo cada estudiante, desde su primera práctica hasta la última, en él se observa el desarrollo vivido por el estudiante a la hora de plasmar sus conclusiones, uso de la terminología o lenguaje científico, toma de datos teóricos y prácticos, construcción y desarrollo de prácticas y relación entre la hipótesis y los objetivos planteados. Se recoge el avance de cada uno de ellos frente a su desempeño en el trabajo a partir de las prácticas de laboratorio según los niveles de apertura. Se puede inferir que en la gran mayoría se observa un avance positivo en cada uno de los aspectos trabajados tales como: la forma de tomar y registrar los datos obtenidos, el manejo de un lenguaje científico, la relación entre las hipótesis y las conclusiones que se plantean y el diseño de prácticas para la resolución de preguntas, siendo esta última la que presentó un avance menos significativo. Cabe anotar que el desarrollo de este tipo de habilidades y destrezas científicas implica un trabajo continuo y permanente y los resultados aquí mostrados son muestras de avances en dichos aspectos.

3. Conclusiones

Considerando la investigación realizada, es posible concluir que las prácticas de laboratorio como estrategia didáctica en la enseñanza y el aprendizaje de las reacciones químicas y su ejecución, teniendo en cuenta los niveles de apertura, lograron desarrollar y fortalecer diversas habilidades científicas en los estudiantes, tales como el manejo apropiado de los materiales del laboratorio, la toma de datos teóricos y prácticos, la construcción y el desarrollo de prácticas y la formulación correcta de hipótesis, problemas y conclusiones basadas en los conceptos científicos que se estudiaron. Sin embargo, se observó que a pesar de la motivación y el gran esfuerzo de los estudiantes, algunos de ellos presentaron dificultades al proponer y desarrollar las prácticas conforme aumentaba el nivel de apertura.

Se sugiere entonces que para desarrollar las prácticas de laboratorio integradas con los niveles de apertura se requiere de un tiempo acorde con su grado de exigencia, para que sea posible reconocer si se están cumpliendo los objetivos que se propone cada uno de estos niveles, para que así los docentes reestructuren sus propuestas en función de alcanzar el fortalecimiento de las competencias científicas en los estudiantes. No obstante, es importante destacar que como resultado de la integración de estos dos elementos, se ha generado en los estudiantes una mayor comprensión y apropiación de los conceptos científicos, en este caso el de reacciones químicas, que pasó de enseñarse a partir de clases magistrales y teóricas, para develar el carácter expe-

rimental de la ciencia y motivar el interés de los estudiantes por construir su conocimiento científico escolar.

Por ende, es importante que los docentes no extiendan la relación teoría-práctica en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, sino que traten siempre de planear sus clases en función de lograr la construcción y el desarrollo conceptual, procedimental y actitudinal del conocimiento científico escolar; para lo cual, las prácticas se han considerado como una estrategia didáctica que permite lograr este propósito, ya que al estar acompañadas de una postura constructivista se permite que la relación entre docente y estudiantes y los contenidos teórico-prácticos se enseñen y se aprendan de manera bidireccional, tal como fue posible observar en el proceso de E-A de los estudiantes durante el desarrollo de las prácticas que cada vez eran más enriquecidas, motivantes, complejas e interesantes; todo lo anterior, sumado a la metodología empleada mediante los niveles de apertura o categorías de experimentos permitió avances positivos tales como apropiar y comprender los conceptos, confrontar la teoría y la práctica, mejorar la capacidad de comprensión de fenómenos cotidianos, desarrollar y fortalecer las habilidades y destrezas científicas, promover un trabajo cooperativo y colaborativo que les exigía mayor autonomía para hacer consultas y proponer el trabajo que realizarían.

Se evidenció durante la investigación, que la metodología propuesta se centró en el enfoque cualitativo utilizando como método el estudio de caso que ayudó a los estudiantes a pasar de una conceptualización baja a un estado conceptual más elaborado, tal como se evidenció en los análisis del pos-test, donde el 75% de los estudiantes reconocieron y clasificaron la materia (algo que no tenían claro antes de implementar la estrategia didáctica), el 88% de ellos lograron diferenciar con claridad una propiedad intensiva de una extensiva, en cuanto al balanceo de una ecuación el 50% de los estudiantes lo hizo de forma correcta, de igual forma, se fortaleció la participación y el interés por las prácticas.

Por ende, se reconoce que a partir de esta investigación y la realizada por Valverde (2005), La implementación de las prácticas de laboratorio a partir de los niveles de apertura, fortaleció algunas bases metodológicas científicas que permitieron a los estudiantes enfrentarse a una problemática determinada, es decir, se vieron en la necesidad de desarrollar y fortalecer los conocimientos conceptuales (para el caso el tema de reacciones químicas), procedimentales y actitudinales, para poder aplicarlos en la ejecución de las prácticas de laboratorio; con lo anterior se desarrollaron y se fortalecieron competencias significativas dentro de los procesos científicos escolares, como la elaboración de conclusiones, manejo de un lenguaje científico adecuado, toma de datos, diseño y aplicación de experimentos, relación práctica – contexto, relaciones grupales e hipótesis, entre

otras. Es bien claro que con pocas sesiones no es posible desarrollar completamente competencias y habilidades científicas, pero a partir de lo realizado se pudo demostrar que la implementación de prácticas de laboratorio como estrategias didácticas puede incrementar dichas habilidades en los estudiantes con mayor facilidad.

Este tipo de prácticas de laboratorio (abordadas desde los niveles de abertura), permiten evidenciar desde su inicio hasta el final que el estudiante responde al estímulo práctico y se ve motivado por romper la barrera espectador-ciencia e iniciar el proceso de proponer y consultar ejercicios que se acercan más a sus gustos, intereses y capacidades, fortalece el vínculo docente-estudiante como formadores y creadores de espacios para la construcción del conocimiento.

Es importante resaltar el valor educativo que adquieren las prácticas de laboratorio cuando se enmarcan de forma clara en una teoría pedagógica para la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación de las Ciencias Naturales, es aquí donde toma gran significancia la teoría pedagógica que orientó al docente (en el caso de esta investigación fue la teoría constructivista). Lo anterior cobra importancia en la medida en que un docente con una tendencia conceptual constructivista clara logró la construcción de un conocimiento científico escolar a partir de la implementación de las prácticas de laboratorios según los niveles de abertura, lo anterior se justifica a partir de los resultados obtenidos.

Los niveles de abertura suelen funcionar en el proceso de enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, en cuanto se planeen y ejecuten siguiendo su secuencia, es decir, cada nivel de abertura necesita unas condiciones especiales de tiempo y características de complejidad; a su vez el papel que juega el docente en cada uno de los niveles se torna crucial para lo que se desea desarrollar en los estudiantes; esta propuesta es un proceso relativamente lento y complejo pero si se ejecuta con una buena planeación y tiempo puede llegar a favorecer el aprendizaje de manera vivencial; además, resulta de vital importancia que en todos los niveles de abertura el docente tenga un papel de mediador y motivador frente a la actividad a desarrollar.

La construcción del conocimiento científico escolar es un proceso muy complejo, en la medida en que intervienen muchos factores, los cuales deben ser controlados de manera tal que se favorezca dicha construcción, es por ello que el docente, concebido como un mediador del proceso educativo, debe promocionar el aprendizaje de forma creativa, generando espacios que propicien la participación y reflexión en el aula de clase. Debe aprovechar las experiencias vividas por parte de los estudiantes dentro y fuera del aula, de tal forma que se facilite la construcción e interiorización de este conocimiento. ■■■

Notas

1. Entiéndase el profesor experto, como aquel que tiene las habilidades desarrolladas, las cuales han sido formadas a partir de su experiencia

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

1. AGUDELO GIRALDO, José Darío y GARCIA, G., Gabriela. Aprendizaje significativo a partir de prácticas de laboratorio de precisión. *En: Latin-American Journal Of Physics Education*. Jan, 2010. vol. 4, no. 1, p. 149-152.
2. ATKINS, Peter. Skeletal chemistry. In: *Education in Chemistry*. Jan, 2005. vol. 1. p. 20 - 25.
3. CHASTRETTE, M & FRANCO, M La reacción química: descripciones e interpretaciones de los estudiantes de liceo. *En: Enseñanza de las ciencias*, 1991, vol. 9. p.p 243-247.
4. DRIVER, Rosalind. Changing conceptions, 1989. In: Adey, Philip. (ed.), *Adolescent Development and School Science*, pp. 79-99.
5. GALAGOVSKY, Lydia., RODRIGUEZ, María; STAMATI, Nora; MORALES, Laura. Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla. *En: Enseñanza de las ciencias*, 2003, vol. 1, p.p 107-121.
6. GALAGOVSKY, Lydia., RODRIGUEZ, María; STAMATI, Nora; MORALES, Laura. Problemas con el lenguaje científico en la escuela. Un análisis desde la observación de clases de ciencias naturales. *En: Enseñanza de las ciencias*, 2003, vol. 12, p.p 109.
7. GILLESPIE R. The great ideas of chemistry In: *Journal of chemical Education*, 1997, vol. 7. pp 862-864.
8. HERRERO, H.; MERINO, J. M. Resolución de problemas experimentales de Química: una alternativa a las prácticas tradicionales. *En: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 2007, vol. 6, no 3, p. 630-648
9. HODSON, Derek.. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *En: Enseñanza de las Ciencias*, 1994, Vol. 12 (3), pp. 299- 313.
10. JOHNSTONE, A.H.. Macro and micro chemistry. In: *School Science Review*, 1982, vol. 67, pp. 377-379.
11. LÓPEZ, E. R. El aprendizaje de la química de la vida cotidiana en la educación básica. *En: Revista de Postgrado FACE-UC*. Vol. 7 N° 12. Enero-Julio, 2013.
12. MARIN, Miyerdady. El trabajo experimental en la enseñanza de la química en contexto de resolución de problemas en el laboratorio. Un caso particular la combustión. *En: Maestría en Educación énfasis Enseñanza de las Ciencias Naturales*. Universidad del Valle, 2008.
13. OSUNA GARCÍA, Luis. Planificación, puesta en práctica y evaluación de la enseñanza problematizada sobre la luz y la visión en la educación secundaria obligatoria, 2007.
14. REYES, Flor; GARRITZ, Andoni. Conocimiento pedagógico del concepto de "reacción química" en profesores universitarios mexicanos. *En: Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 2006, vol. 11, no 31, p. 1175-1205.

15. RUA, Ana Milena López; ALZATE, Óscar Eugenio Tamayo. Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *En: Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 2012, vol. 8, no 1, p. 145-166.
16. SÉRÉ, Marie-Geneviève. La enseñanza en el laboratorio. *En: Enseñanza de las Ciencias*. 2002. p. 357-368.
17. SEVERICHE Sierra, Carlos Alberto; ACEVEDO Barrios, Rosa Leonor. Las prácticas de laboratorio en las ciencias ambientales. *En: Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 2013, vol. 3, no 40, p. 191-203.
18. VALVERDE, Gregorio Jiménez; JIMÉNEZ, Rosa Llobera; VIZA, Anna Litjós. La atención a la diversidad en las prácticas de laboratorio de química: los niveles de apertura. *En: Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 2006, vol. 24, no 1, p. 59-70.

Anexo A

Encuesta desarrollada como pre test y post test

Pregunta # 1

De acuerdo a las definiciones que ha construido de sustancia, compuestos, elemento y moléculas, clasifique las sustancias que se enuncian a continuación según sea el caso:

- H₂O (Agua)
- NaCl (Sal)
- Fe (Hierro)
- C₁₂H₂₂O₁₁ (azúcar)
- HCl (Ácido Clorhídrico)
- H₂SO₄ (Ácido sulfúrico)
- O₂ (Oxígeno)

Pregunta # 2

Las propiedades de la materia se clasifican en extensivas e intensivas. Las extensivas también llamadas generales son aquellas que están basadas en función de la cantidad de materia a considerar, es decir, estas dependen de la cantidad de materia a medir, mientras que las intensivas son independientes de la cantidad a medir, pues estas propiedades siempre permanecen constantes o igual sin importar la cantidad de:

- A. Masa
- B. Conductividad térmica
- C. Volumen
- D. Conductividad eléctrica
- E. Densidad
- F. Temperatura
- G. Punto de ebullición
- H. Punto de fusión.
- I. Peso
- J. Longitud

Pregunta # 3

Teniendo en cuenta que la densidad del agua es (0,958 kg/l) a los 100 °C y tengo una probeta con agua, se arroja un cuerpo y éste desplaza 5 cm³ de agua, entonces podemos afirmar que el cuerpo.

- A. posee una masa de 5 cm³
- B. posee una densidad de 5 cm³
- C. posee un volumen de 5 cm³
- D. posee un volumen y una masa de 5 cm³

Pregunta # 4

La masa de un cuerpo se puede determinar por:

- A. volumen y longitud.
- B. Densidad y temperatura
- C. Peso y masa
- D. Volumen y densidad

Pregunta # 5

El oro es un metal precioso químicamente inerte. Se utiliza principalmente en joyería, piezas dentales y aparatos eléctricos. Un lingote de oro con una masa de 301g tiene un volumen de 15.6 cm³. ¿Cuál es la densidad de este?

- A. 25.3 g/cm³
- B. 23.2 g/cm³
- C. 19.3 g/cm³
- D. 10.5 g/cm³

Pregunta # 6

Se denomina cambio químico a:

- A. Proceso el cual no cambia la naturaleza de las sustancias ni forman otras nuevas.
- B. aquel cambio que el reversible.
- C. aquel cambio que no se puede ver físicamente.
- D. proceso en cual cambia la naturaleza de las sustancias, además de formar otras nuevas.

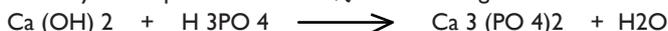
Pregunta # 7

En cuál de las siguientes situaciones ocurre un cambio químico o físico

- A. Una piedra golpeada por un martillo hasta volverse polvo.
- B. Un clavo de hierro se oxida a dejarlo expuesto al aire.
- C. Un trozo de hierro aumenta su volumen al calentarlo.
- D. La ceniza producida por la quema de madera.

Pregunta # 8

Según la ley de la conservación de la materia propuesta en su momento por Lomonósov y Lavoisier, la cual, dice que la masa no se crea ni se destruye sino que se transforma, ¿balancea la siguiente ecuación?



Pregunta # 9

- A. En los reactivos de la ecuación no balanceada hay 5 átomos de Hidrógenos y 5 de Oxígeno.
 B. En los reactivos de la ecuación no balanceada hay 5 átomos de Hidrogeno y 6 de Oxígeno.
 C. En los productos de la ecuación no balanceada hay 3 átomos de calcio y 2 de oxígeno.
 D. en la ecuación no balanceada hay 1 mol de Hidróxido de calcio (Ca(OH)₂), 2 moles de ácido fosfórico (H₃PO₄), 1 mol de fosfato de calcio (Ca₃(PO₄)₂) y 1 mol de agua (H₂O).

Pregunta # 10

¿Cuál es la diferencia entre los siguientes símbolos en una ecuación química?

**Pregunta # 11**

Un oxidante es:

- A. Aquel elemento que gana electrones al formarse. B. Aquella sustancia que nunca puede perder electrones.
 C. La sustancia que gana electrones en un determinado proceso. D. El elemento que pierde electrones en un determinado proceso.

Pregunta # 12

Un reductor es:

- A. El elemento que pierde electrones en un proceso químico. B. Aquella sustancia que siempre pierde electrones.
 C. Toda sustancia que pierde electrones en un determinado proceso. D. Toda sustancia que gana electrones en una reacción química.

Pregunta # 13.

Según la reacción $\text{Cl}_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ podemos afirmar:

- A. El Cl₂ es el oxidante y el OH⁻ es el reductor. B. El Cl₂ es el reductor y el OH⁻ es el oxidante
 C. El Cl₂ es a la vez el oxidante y el reductor D. No es una reacción de oxidación - reducción.

Anexo B

Modelo de práctica # 3

Categoría # 5

Tema: Reacciones química, endotérmica y exotérmica

Planteamiento del problema

El estudiante no desarrolla la capacidad de reconocer las diferentes reacciones que se generan en su entorno. Esto se debe a la poca relación que el estudiante encuentra entre el mundo abstracto en el cual se desarrolla la enseñanza de la temática reacciones químicas.

Hipótesis

- Todas las reacciones no tienen las mismas características
- Las reacciones que se calientan se debe a que liberan calor o lo necesitan.

Materiales

Cloro, alcohol, nitrato de amonio, termómetro de mercurio, agua destilada, vaso precipitado, tarro plástico

Procedimiento

Esta práctica está propuesta con una categoría de experimento # 5, la cual, está desarrollada medianamente por el docente. Hay que tener en cuenta que el estudiante en esta categoría, desarrolla la práctica / apunta datos / observaciones y plantea sus propias conclusiones.

1. Reacción endotérmica

- El estudiante debe realizar un montaje, en el cual en un vaso precipitado se deposita agua destilada y se toma la temperatura.
- Al mismo vaso precipitado se agrega nitrato de amonio se agita constantemente y se vuelve a tomar la temperatura.

2. Reacción exotérmica

- El estudiante debe realizar un montaje, en el cual en un tarro plástico vacío se deposita 50 ml de cloro, luego se agrega 50 ml de alcohol, se tapa el tarro y se ubica a una distancia prudente esperando la reacción.
- El estudiante toma los datos