

Experiencias en la enseñanza de la química con el uso de kits de laboratorio¹

Experiences in teaching of chemistry using laboratory kits

Experiencias no ensino de química com o uso de kits de laboratorio

M. F. Molina, L. A. Palomeque y J. G. Carriazo

Recibido Septiembre 12 de 2015 – Aceptado Mayo 30 de 2016

Resumen— El presente artículo plantea una propuesta metodológica para enfrentar las actitudes negativas hacia la ciencia, por medio del trabajo práctico de aula; este método se basa en kits didácticos elaborados por los estudiantes y profesores, dentro de investigaciones científicas escolares dirigidas. Los kits permiten desarrollar mejores procesos activos de enseñanza-aprendizaje de la ciencia, logran que los estudiantes se motiven y mejoren sus actitudes hacia la ciencia, construyan modelos explicativos y realicen investigaciones sin la necesidad de contar con un laboratorio o materiales especializados. Los docentes que participaron en la implementación de la metodología se apropiaron de esta, desarrollaron una actitud positiva frente a su utilización y la concibieron como una solución para afrontar la falta de sesiones prácticas en la enseñanza de las ciencias.

Palabras clave— enseñanza de las ciencias, kits de ciencia, trabajo práctico, actitudes, aprendizaje activo.

Abstract— This article presents a proposal to address the negative attitudes towards science, through practical classroom

work. This method is based on teaching kits developed by students and teachers within school science research aimed. The kits allow active processes to develop the teaching and learning process of science in a better way, fail to motivate students and improve their attitudes towards science, build explanatory models and conduct research without needing a laboratory or specialized materials. Teachers who participated in the implementation of the methodology appropriated this, they developed a positive attitude towards its use and conceived as a solution to address the lack of practical sessions in teaching science.

Key Words— teaching of science, science kits, lab work, attitudes, active learning.

Resumo – O presente artigo oferece uma proposta metodológica para enfrentar as atitudes negativas em relação à ciência, através do trabalho prático de classe, este método se baseia em kits didáticos elaborados pelos estudantes e professores, dentro das pesquisas científicas escolares dirigidas. Os kits permitem desenvolver melhores processos ativos de ensino-aprendizagem da ciência logram que os estudantes se motivem e melhorem suas atitudes com relação à ciência, construa modelos explicativos e realizem pesquisas sem a necessidade de contar com um laboratório ou materiais especializados. Os docentes que participaram na implementação da metodologia se apropriaram desta, desenvolveram uma atitude positiva frente a sua utilização e a conceberam como uma solução para afrontar a falta de sessões práticas no ensino das ciências.

Palavras chave- ensino das ciências, kits de ciência, trabalho prático, actitudes, aprendizagem ativa.

¹ Resultados del proyecto de investigación “El uso de kits didácticos para la enseñanza de las Ciencias” realizada en el marco de la Maestría Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia.

M. F. Molina, Docente e investigador del Departamento de Química de la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá, Bogotá (Colombia), email: mfmolinac@unal.edu.co

L. A. Palomeque, Docente e investigadora del Departamento de Química de la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá, Bogotá (Colombia), email: lapalomequef@unal.edu.co

J. G. Carriazo, Docente e investigador del Departamento de Química de la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá, Bogotá (Colombia), email: jcarriazog@unal.edu.co

I. INTRODUCCIÓN

El trabajo práctico es una herramienta para aumentar las actitudes positivas hacia las ciencias [1] y es quizás la tarea pendiente para mejorar la calidad de la enseñanza de las ciencias. Sin embargo, cuando se habla de trabajo práctico se piensa en un laboratorio, asunto que supone una complicación o preocupación para los docentes [2]. Atendiendo este punto, en este escrito se propone el trabajo práctico de aula abordado con el uso de *kits* o cajas diseñadas y elaboradas por profesores y estudiantes para acercar a estos últimos a la indagación en ciencias. La propuesta consiste en abordar diversos temas de la química, desde la construcción de kits didácticos con los cuales los estudiantes pueden interactuar y aplicar una metodología que les acerca al proceso de pensamiento científico, despertando curiosidad, mejorando sus actitudes, permitiendo la elaboración de preguntas, hipótesis, conclusiones y predicciones.

II. EL TRABAJO PRÁCTICO EN LA ENSEÑANZA

El trabajo práctico es considerado como un indicador de la calidad de la enseñanza de las ciencias y del grado de innovación que implementa un docente en el aula; posee una función motivadora, valorada como una posibilidad para mejorar las actitudes negativas hacia las ciencias [3]. A pesar de esto, es poco utilizado en el aula de clase por diversas razones como las siguientes:

- No se cuenta con el material necesario para realizar prácticas.
- El colegio no cuenta con espacio de laboratorio.
- Hay demasiados estudiantes en la clase.
- Existe laboratorio, pero no hay alguien encargado de administrarlo.
- Es riesgoso realizar prácticas experimentales.
- Poco tiempo disponible para cubrir todo el contenido.
- El tiempo de clase es muy corto para realizar una práctica.

Los trabajos prácticos permiten aprender una ciencia, sin que esta sea la repetición de definiciones; la experimentación mejora y promueve competencias procedimentales, ayudando a que un estudiante pueda explicar y modelar el mundo que le rodea, gracias a que la actividad práctica cambia la forma de percibir los hechos. Generar esa capacidad de observar y de explicar los fenómenos es algo que solo se logra de forma óptima cuando el estudiante se enfrenta a una actividad práctica [4].

La actividad práctica en el aula da sentido a la enseñanza de las ciencias, debido a su importante componente empírico. De esta forma, lo práctico conecta al estudiante con la posibilidad de hacer ciencia escolar y de construir modelos explicativos a los hechos que observa, lo que lo lleva a poder modelar incluso cosas que no observa, o sea a predecir, lo cual es una potente herramienta de la ciencia. Al utilizar los hechos para modelar, el estudiante aprende a expresar ideas y a discutir y valorar hipótesis, lo que hace de la experimentación una importante base en la construcción de conocimiento.

Cuando se realiza una actividad práctica en el aula se logra que los objetivos de enseñanza se conecten con los objetivos de aprendizaje del estudiante, los cuales van más allá de ilustrar un concepto. La capacidad para construir explicaciones y aprender no se alcanza en una clase magistral llena de contenidos. Pensar como un científico no es algo fácil de lograr, pero es posible orientarlo al acercar al estudiante a experiencias que generen preguntas y colocándolo en contacto con el mundo para que aprenda a establecer conexiones entre la teoría y la práctica y a analizar hechos de forma sistemática para establecer patrones de comportamiento. Se aprende a mirar cada fenómeno o hecho con otros ojos. Por ejemplo, ante el fenómeno de la lluvia, un científico se haría preguntas como: ¿de dónde viene el agua lluvia?, ¿todo el tiempo baja en forma líquida?, ¿qué hace que empiece a llover en un determinado momento?, ¿es sano tomar agua lluvia, o tiene contaminantes?, ¿cuánta agua lluvia cae en un minuto?, ¿con qué fuerza caerá una gota de agua lluvia?, ¿a qué temperatura llega el agua al suelo?, ¿por qué a veces llueve de lado?, ¿qué hace que cambie la velocidad de caída de la lluvia?, etc.

A. Tipos de Trabajo Práctico (TP)

Existen varias formas de referirse al trabajo práctico, sin embargo esta referencia es más amplia y cubre a todas las demás. Trabajo práctico o actividad práctica no es necesariamente actividad de laboratorio, pues el trabajo práctico se entiende como cualquier actividad en la cual el alumno está implicado, y no exige necesariamente estar en el laboratorio o con material o equipo especial [5]. La clasificación de TP mostrada por el autor Caamaño (2004), posee los siguientes tipos [6]:

Experiencias

Dentro del aprendizaje, las experiencias son imágenes reales o representativas que sirven para obtener un acercamiento de tipo perceptivo con los fenómenos. Con éstas se puede:

- Adquirir una experiencia directa de los sentidos sobre los fenómenos científicos, lo que permite plantear una relación entre teoría y realidad.
- Adquirir un conocimiento “tácito” que permanece de forma potencial para ser útil en la resolución de problemas. Por ejemplo, la imagen de una pieza mecánica y con el conocimiento que se tiene sobre ella y su utilización, puede emplearse para solucionar otro problema en un contexto diferente.

Experimentos ilustrativos

En docencia, los experimentos son utilizados para unir evidencia experimental con el aprendizaje de conceptos, o para ilustrar leyes y principios. Permiten interpretar un fenómeno, ilustrar un principio o mostrar una relación entre variables. Con su utilización se despierta la curiosidad de los estudiantes, antes y durante la elaboración del experimento, conduciendo a los estudiantes hacia la interpretación del fenómeno mostrado. El énfasis puede darse más hacia el aspecto interpretativo que hacia el ilustrativo y la

aproximación puede ser cualitativa o cuantitativa. Cuando la actividad es completamente guiada por el profesor se denomina demostración.

Ejercicios prácticos

Son actividades prácticas que sirven para aprender a seguir protocolos tendientes a enseñar una destreza experimental, el uso de un equipo, un procedimiento especial de análisis o simplemente para seguir indicaciones. En ciertas actividades de la vida real basta con seguir correctamente instrucciones para llegar a un objetivo (como armar un mueble de piezas, instalar un electrodoméstico, etc), competencia que a veces obviamos por parecer simple. Los ejercicios prácticos pueden ser de dos tipos: procedimentales y corroborativos. Los procedimentales presuponen un aprendizaje por etapas, desde los procedimientos más sencillos hasta los más complejos siguiendo siempre indicaciones. Los corroborativos pretenden verificar una teoría o una ley por medio de un procedimiento detallado.

Investigaciones

En ellas se busca acercar al estudiante a la forma como se produce el conocimiento científico. Pueden enfocarse a resolver problemas teóricos o prácticos. La investigación trata de acercar al estudiante al proceso de construcción de la ciencia; es decir, seguir los pasos que utilizan los científicos para construir conocimiento. En este tipo de trabajo, el estudiante actúa como un investigador novato y el profesor como director de investigación. Sin embargo, una investigación puede ser guiada siguiendo más o menos las siguientes fases:

- Fase de planteamiento del problema. El profesor está encargado de buscar problemas que sean atractivos para los estudiantes (dentro de los temas enseñados), que los comprendan y que logren ubicarlos dentro del marco histórico y conceptual que ellos manejan.
- Fase de planificación. Los estudiantes, con la dirección y sugerencias del profesor, deciden el método a utilizar, especifican el procedimiento, determinan las cantidades de reactivos a emplear y construyen un esquema guía para la actividad práctica.
- Fase de procedimiento. Se desarrolla en el aula-laboratorio con la solicitud de materiales y reactivos, la construcción de los montajes y la toma de datos. Aquí se realiza el tratamiento de datos y los gráficos o cálculos pertinentes.
- Fase de evaluación. Comprende el análisis de los resultados, posibles modificaciones o repeticiones. Realizan comparaciones contra resultados esperados y contra otros grupos.
- Fase de comunicación. Implica la elaboración de un informe según las características que el profesor exija (preferiblemente en la forma en que los científicos comunican sus hallazgos).
- Fase de retroalimentación. Sobre los informes se realiza una actividad de discusión de los diferentes grupos y se dan sugerencias para mejorar el trabajo. Puede suceder que algunos grupos deban repetir el procedimiento o

mejorar la presentación de sus resultados.

B. Definición de aprendizaje activo

El aprendizaje activo se define generalmente como cualquier método de instrucción que involucra a los estudiantes en el proceso de aprendizaje [7]. El aprendizaje activo a corto plazo requiere que los estudiantes realicen actividades de aprendizaje significativas en una clase guiada y dirigida exclusivamente por el profesor. Mientras que esta definición podría incluir actividades tradicionales, en la práctica el aprendizaje activo se refiere a las actividades que se introducen en el aula en las que los estudiantes son actores activos en su aprendizaje. El núcleo de los elementos de aprendizaje activo es la actividad desarrollada por el estudiante y su participación en el proceso de aprendizaje. El aprendizaje activo es a menudo contrastado con las clases tradicionales conductistas como la conferencia donde los estudiantes reciben pasivamente la información del instructor [8].

El aprendizaje activo puede referirse a cualquier método de enseñanza en que los estudiantes trabajan en pequeños grupos hacia un objetivo común. Como tal, el aprendizaje activo y el aprendizaje colaborativo pueden ser vistos como grupo de trabajo pedagógico que abarca todos los métodos de enseñanza basados en el grupo, incluyendo en el proceso la actitud activa de los estudiantes en la resolución de una situación problema de aprendizaje planteada bajo algunas herramientas didácticas.

Por el contrario, algunos autores distinguen entre el aprendizaje activo y el aprendizaje cooperativo por sus desarrollos históricos distintos y diferentes raíces filosóficas [8]. En cualquier interpretación, el elemento central de la unión entre aprendizaje activo y aprendizaje colaborativo es el énfasis en las interacciones entre estudiantes y de éstos con la situación problema de aprendizaje.

Para el desarrollo del presente trabajo se seleccionó el aprendizaje activo basado en las investigaciones, puesto que se realiza a partir de un trabajo experimental que brinda herramientas para la solución de situaciones problema.

C. Aprendizaje activo como investigaciones

Una investigación activa comprende un aprendizaje centrado en el estudiante y basado en una actitud activa hacia la resolución de un problema de investigación [8]. En este sentido, se siguen las fases básicas planteadas para una investigación, como se mencionaron antes en este texto.

Dentro de las fases de planificación y procedimiento surge el kit didáctico como una herramienta para resolver el problema de investigación. El kit reemplaza los materiales y procedimientos que necesitarían la asistencia a un laboratorio especializado.

D. Kit o cajas didácticas para la enseñanza de la química

Las experiencias vivenciales dentro del laboratorio, están en el centro de los cursos de química básica para estudiantes de educación básica y media. En el desarrollo de prácticas

de laboratorio para este nivel, los docentes se enfrentan siempre a cuestionamientos como la adecuación de los espacios, los peligros que pueden enfrentar los estudiantes o la falta de pertinencia de reproducir paso a paso una guía de laboratorio; por estas razones, los docentes de química sin duda prefirieron entregar sólo el contenido, dejando de lado el trabajo práctico [9].

También aparece la renuencia que los estudiantes de química presentan en cuanto a las experiencias de laboratorio. Considerando lo anterior, autores como Kennepohl, proponen una serie de kits didácticos para la comprensión de conceptos químicos de estudiantes de cursos básicos de química a partir de experiencias sencillas de cocina, en las que se observan de manera directa el fenómeno de estudio, estableciendo un vínculo entre la educación a distancia y la enseñanza de la química, mediante experimentos sencillos [9].

La introducción de kits como parte del currículo del curso de ciencias ha mostrado ser una herramienta efectiva en otros contextos de motivación y promoción de actitudes positivas hacia la ciencia, con mejoras importantes en la adquisición de conocimiento [10].

E. Actitudes hacia la ciencia

Las actitudes del estudiante frente a cada área de estudio marcan un importante punto de partida en el proceso de aprendizaje. En particular, las actitudes hacia las ciencias están

estrechamente ligadas con los logros académicos [11], y el desarrollo de actitudes positivas en los estudiantes hacia las disciplinas científicas constituye una de las grandes responsabilidades de cada profesor de ciencias [12]. Por ello, en este momento de especial atención hacia la calidad de la educación, las actitudes que poseen los estudiantes hacia las diferentes áreas del conocimiento se convierten en parte esencial para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en diversas instituciones del mundo [13]. Así, esas actitudes son parte del reto de los docentes de ciencias; mejorarlas es uno de los propósitos de este trabajo.

III. PROPUESTA DIDÁCTICA

La propuesta de los kits se llevó a cabo con 31 estudiantes de la asignatura Enseñanza de la Química dentro de la Maestría Enseñanza de las Ciencias en la Universidad Nacional de Colombia en el primer semestre de 2015. Estos estudiantes son profesores de básica primaria o secundaria que trabajan en instituciones educativas colombianas, públicas o privadas. A cada equipo de trabajo, de 2 o 3 integrantes, se le solicitó construir una caja didáctica dentro del planteamiento de un problema; cada caja debía ser utilizada con sus estudiantes, realizando pre y pos test de actitudes y de ideas previas.

IV. RESULTADOS

A. Kits didácticos y problemas afrontados

A continuación se muestran los temas abordados en las

cajas didácticas construidas y la correspondiente pregunta directriz.

- 1 Análisis químico de vitamina C: ¿Cambia la cantidad de vitamina C en un jugo de naranja según el tiempo y la temperatura de preparación?
- 2 Leyes de los gases y teoría cinética: ¿Qué sucede si se conectan dos globos llenos de aire de diferente tamaño?
- 3 Solubilidad y estructura de la materia: ¿Qué líquidos de los que conoces se mezclan con el agua y cuáles no?
- 4 Análisis químico de grupos funcionales: ¿Están presentes los carbohidratos en todos los alimentos que consumimos?
- 5 Indicadores y pH: ¿Es posible medir el pH de sustancias de consumo diario utilizando pigmentos naturales?
- 6 Cinética química: ¿Cómo mido la velocidad de descomposición del agua oxigenada?
- 7 Flujo en fluidos: ¿Cómo mido la viscosidad de varios líquidos?
- 8 RH de la sangre: ¿Cómo distingo mi tipo de sangre?
- 9 Separación de mezclas: ¿Cómo purifico una mezcla de sólidos?

B. Encuesta a los docentes orientadores del trabajo con las cajas o kits

Se aplicó una encuesta tipo Likert a los docentes, cuyos resultados se resumen a continuación.

Se considera de importancia el ambiente en el cual trabaja el docente ya que este puede limitar la consecución de materiales, por esto se consultó sobre la posibilidad de construcción del kit propuesto; ante esto se encontró que un 97 % puede contar con todo lo necesario. Esto sin duda tiene que ver con un buen diseño en la etapa de planificación.

Una vez construido el kit, el cual servirá para dar solución a la pregunta problema, se indagó sobre si este podría reemplazar la utilización de un recinto de laboratorio, para lo cual un 47 % manifestó estar completamente de acuerdo, un 50 % de acuerdo y un 3 % indeciso en esta pregunta. Esto es muy importante porque uno de los objetivos de la propuesta didáctica es convertir al aula en un aula-laboratorio considerando los factores mencionados para el no uso del laboratorio; estos obstáculos son de difícil superación, en algunos casos, ya que varios no dependen del profesor a cargo. Lo anterior es relevante al encontrar que el 65 % de las instituciones donde laboran los profesores poseen laboratorio (aunque solo en el 38 % es un espacio exclusivo). La principal razón a la que atribuyen dudas para aplicar los kits como una alternativa, es que solo el 19 % tienen autonomía en utilizar el laboratorio, lo que no ocurre con su aula, pues el 100 % poseen el control de este espacio.

Los kits fueron utilizados con estudiantes (un 71 % los involucró directamente en la construcción de las cajas) y se desarrolló la estrategia didáctica para abordar cada problema. Desde el análisis de la encuesta de actitudes (la misma aplicada por Molina y colaboradores) [14], un 96 % de los docentes encontró que el uso de las cajas mejoró el desempeño estudiantil en los colegios. Las actitudes frente a la clase, en promedio, obtuvieron calificación de 3,6/5,0

antes de aplicar el kit, lo que muestra un nivel de motivación similar a lo encontrado en un trabajo anterior [13]. Al participar en el desarrollo y utilización del kit, las actitudes frente a la clase, pasaron a una calificación promedio de 4,0/5,0, lo cual es un indica cambios de actitudes catalogadas como indiferentes a actitudes más positivas, según la escala Likert utilizada por los investigadores.

Como balance general, los profesores del curso que promovieron el diseño y uso de las cajas expresaron su satisfacción por los resultados en sus aulas. Tienen la inquietud de propiciar un mayor apoyo para capacitación profesional e incluso, quisieran poder influenciar las decisiones acerca de la dotación de los laboratorios y de los recintos.

Los docentes con los que se trabajó en esta propuesta consideran que los posgrados que actualmente se ofrecen en educación no buscan incidir o mejorar la labor y la didáctica en el aula, ya la mayor parte de las materias son teóricas.

Finalmente, consideran que el mayor problema en la mejora de la calidad educativa tiene que ver con la actitud de los docentes (71 %), más que con la falta de material o espacios. Es por ello, que programas o propuestas que busquen ofrecer metodologías motivantes para enseñar ciencias en el aula, serán bien recibidos por los profesores.

C. Ejemplo exitoso de aula – Un kit didáctico para determinar Vitamina C

La preparación del kit requirió los reactivos (acompañados por la concentración en molaridad (M)), que se muestran a continuación:

HCl, ácido clorhídrico: 1 M

KIO₃, yodato de potasio: 0,010 M

KI, Yoduro de potasio: 2%

Disolución de almidón: 1%

Cada reactivo se preparó según las indicaciones pertinentes y una cantidad suficiente para llenar 20 goteros de 20 mL, cada uno. Se dispusieron los reactivos en los cuatro frascos gotero, respectivamente. En una caja plástica se colocaron los 4 goteros y una copa de plástico. El docente a cargo, cuantificó el número de gotas necesarias para dispensar 1 mL según el tipo de gotero usado. Contando con esta información, se titularon unas muestras de jugo de naranja, usando como indicador de fin del proceso, un cambio del color con almidón.

Las fases de investigación con este kit escogido como ejemplo, fueron:

1. Fase de planteamiento del problema. ¿Cambia la cantidad de vitamina C en un jugo de naranja según el tiempo y la temperatura de preparación? El diseño experimental condujo a que los estudiantes utilizaran jugo de naranja recién preparado y jugo de la noche anterior (una muestra reservada en la nevera y otra al ambiente). Se consideró el efecto del tipo de naranja, del estado de maduración y del origen.
2. Fase de planificación. Comprendió la consulta del método experimental, del procedimiento, de la preparación de reactivos (suministrados por el profesor) y de la transposición didáctica entre el trabajo de laboratorio y la preparación de la caja didáctica.

3. Fase de procedimiento. Con los reactivos y los materiales necesarios, se prepararon cajas por pareja de estudiantes. Cada grupo realizó una predicción sobre los resultados esperados y una explicación ante estos valores. Cada experimento se realizó por triplicado hasta obtener datos repetibles. Se realizaron los cálculos pertinentes y se determinó la cantidad de vitamina C en cada muestra.
4. Fase de evaluación. Se socializaron todos los resultados para contrastar y comparar predicciones.
5. Fase de comunicación. Cada grupo preparó un artículo divulgativo con los datos de todos los grupos, siguiendo el formato de una revista dada.
6. Fase de retroalimentación. Comprendió la revisión y ajuste de los artículos hasta lograr un trabajo mejor presentado.

V. CONCLUSIONES

El cambio de las actitudes hacia la ciencia, de negativas a positivas, es posible con la utilización del trabajo práctico de aula. Este TP puede implementarse con la utilización de cajas didácticas construidas por los profesores o por profesores y estudiantes, gracias a un abordaje investigativo de las ciencias. Un kit didáctico es un producto que soluciona un problema experimental, con la implicación de observaciones y medidas en el aula.

Esta metodología permite el trabajo en el aula y evita la dependencia de un espacio exclusivo de laboratorio y de materiales que son de alto costo y de utilización difícil por parte de alumnos inexpertos en procedimientos experimentales.

La metodología propicia que los estudiantes planteen explicaciones científicas a observaciones y medidas, permitiendo el inicio de la construcción de pensamiento científico.

Los docentes involucrados en esta metodología manifestaron entusiasmo y una actitud muy positiva para su uso continuado y lo ven como una posibilidad de que una didáctica innovadora de las ciencias afecte positivamente sus clases tradicionales de ciencias.

REFERENCIAS

- [1] M. F. Molina, J. G. Carriazo, and D. M. Farías, “Aprendiendo estequiometría a través de proyectos de investigación en el laboratorio de química general. De la teoría a la práctica en enseñanza por investigación”, en *II Coloquio Investigación e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias*. Universidad Católica de Colombia, 28 y 30 de mayo del 2008.
- [2] M. F. Molina, D. M. Farías, and J. A. Casas, “El trabajo experimental en los cursos de Química básica”. *Investigación e Innovación en Enseñanza de las Ciencias “Teorías y enfoques didácticos*, 51-59, 2006.
- [3] M. F. Molina y D. M. Farías. “Conocimiento de la importancia del trabajo experimental en la enseñanza de la química en la educación secundaria”. *Tecne, Episteme y Didaxis*, 145, 2005.
- [4] N. Sanmartí, C. Márquez, and P. García. “Los trabajos prácticos, punto de partida para aprender ciencias.” *Aula de innovación educativa* 113, 8-13, 2002.
- [5] D. Hodson, “Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio”, *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 12, 1994.
- [6] A. Caamaño, “Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿una clasificación útil de los trabajos prácticos.” *Alambique* 39, 8, 19, 2004.

- [7] M. Prince, "Does active learning work? A review of the research." *Journal Of Engineering Education -Washington-* 93, 223-232, 2004.
- [8] G. Huber, "Aprendizaje activo y metodologías educativas Active learning and methods of teaching." *Tiempos de cambio universitario en* 59, 2008.
- [9] D. Kennepohl, & A. M. Last. "Teaching chemistry at Canada's open university." *Distance Education* 21.1, 183-197, 2000.
- [10] J. M. Foley, B. C. Bruno, R. T. Tolman, R. S. Kagami, M. H. Hsia, B. Mayer, and J. K. Inazu, "2C-MORE Science Kits as a Classroom Learning Tool", *Journal of Geoscience Education* 61, 256-267, 2013.
- [11] N. I. Kurbanoglu, & A. Akim, "The Relationships between University Students' Chemistry Laboratory Anxiety, Attitudes, and Self-Efficacy Beliefs". *Australian Journal of Teacher Education*, 35, 48-59.2010.
- [12] D. Cheung, "Students' attitudes toward chemistry lessons: the interaction effect between grade level and gender". *Research in Science Education*, 39, 75-91.2009.
- [13] T. L. Wang, & D. Berlin, "Construction and Validation of an Instrument to Measure Taiwanese Elementary Students' Attitudes toward Their Science Class". *International Journal of Science Education*, 32, 18, 2413-2428.2010.
- [14] M. F. Molina, J. G. Carriazo, and J. Casas, "Estudio transversal de las actitudes hacia la ciencia en estudiantes de grados quinto a undécimo. Adaptación y aplicación de un instrumento para valorar actitudes", *Tecne, Episteme y Didaxis*, 103, 2013.



Manuel F. Molina C. Nació en El Colegio (Cundinamarca)-Colombia, Profesor Asociado del Departamento de Química de la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá, donde se graduó de Químico en el 2000 y Magister en Ciencias en el 2003. Estudió una Especialización en Pedagogía en la Universidad Pedagógica Nacional en el 2001. Actualmente enseña Química General para carreras de Ciencias e Ingeniería, y su respectivo laboratorio. Investiga en Enseñanza de la Química y actúa como divulgador de la Ciencia.



Liliam Palomeque. Nació en Bogotá-Colombia. Estudió Química y recibió los títulos de posgrado: Master en Química (Área: Alimentos) y Doctora en Química (Área de trabajo: Catálisis Heterogénea). Ha estado vinculada como docente e investigadora del Departamento de Química de la Universidad Nacional de Colombia desde 1999. Desde el año 2010, se ha interesado por abordar los problemas de enseñanza-aprendizaje de la química, participando como profesora y tutora en el Programa de Maestría en Enseñanza de las Ciencias. Recibió la Distinción *Docencia Meritoria (2011) - Facultad de Ciencias*; honor otorgado por su marcado interés por la enseñanza de su disciplina, por las buenas evaluaciones estudiantiles, por el desarrollo de material didáctico y por las múltiples tesis dirigidas y ponencias en eventos sobre educación. Ha recibido dos premios por el desarrollo de Objetos Virtuales de Aprendizaje para la enseñanza de la química.



José G. Carriazo. Nació en San Marcos (Sucre), Colombia. Se graduó como Licenciado en Química de la Universidad de Córdoba (Colombia), y posteriormente recibió los títulos de Magister en Química y Doctor en Química (de la Universidad Nacional de Colombia), en el área de Química del Estado Sólido y Catálisis Heterogénea. Es profesor del Departamento de Química de la Universidad Nacional de Colombia (sede Bogotá) desde el año 2004. Dentro de sus temas de interés en investigación científica se destacan el diseño de nuevas estructuras inorgánicas en estado sólido, la valorización y modificación de minerales, la caracterización de materiales inorgánicos y algunas áreas de la didáctica de la química.