

LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES

Ana Milena López Rúa*
Óscar Eugenio Tamayo Alzate**

López Rúa, Ana Milena y Tamayo Alzate, Óscar Eugenio. (2012). "Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales". *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, No. 1, Vol. 8, pp. 145-166. Manizales: Universidad de Caldas.

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue caracterizar las prácticas de laboratorio orientadas en un programa de Licenciatura en Biología y Química, a través de un diseño metodológico mixto. Los resultados, de naturaleza descriptiva, sugieren que las actividades de laboratorio, en su gran mayoría, se caracterizan por ser tipo receta, en las que los estudiantes deben seguir ciertos algoritmos o pasos para llegar a una conclusión predeterminada. Además, el estudio revela que se está transmitiendo una imagen distorsionada de ciencia, en la que las prácticas son el único criterio de validez del conocimiento científico y la prueba definitiva de las hipótesis y teorías.

PALABRAS CLAVE: prácticas de laboratorio, enseñanza, ciencia, aprendizaje, conocimiento científico.

* Departamento de Educación, Universidad Autónoma de Manizales. Manizales, Colombia. E-mail: cpe.analopez@gmail.com

** Universidad de Caldas, Facultad de Artes y Humanidades, Departamento de Estudios Educativos. Manizales, Colombia. E-mail: oscar.tamayo@ucaldas.edu.co

Recibido 2 de mayo de 2011, aprobado 7 de noviembre 7 de 2011.

LABORATORY SESSIONS IN NATURAL SCIENCES TEACHING

ABSTRACT

The aim of this research was to characterize laboratory sessions included in a Biology and Chemistry degree through a mixed methodological design. The results, from a descriptive nature, suggest that the laboratory sessions were mostly characterized by recipe-like activities in which the student only had to follow simple algorithms or steps to reach a predetermined conclusion. In addition, the study reveals that a distorted view of science, in which practical sessions are the only requirement for validity of scientific knowledge and the ultimate test of hypotheses and theories, is being transmitted.

KEY WORDS: laboratory sessions, teaching, Science, learning, scientific knowledge.

INTRODUCCIÓN

La actividad experimental es uno de los aspectos clave en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias tanto por la fundamentación teórica que puede aportar a los estudiantes, como por el desarrollo de ciertas habilidades y destrezas para las cuales el trabajo experimental es fundamental, asimismo, en cuanto al desarrollo de ciertas habilidades del pensamiento de los estudiantes y al desarrollo de cierta concepción de ciencia derivada del tipo y finalidad de las actividades prácticas propuestas.

Existen argumentos a favor de las prácticas de laboratorio en cuanto a su valor para potenciar objetivos relacionados con el conocimiento conceptual y procedimental, aspectos relacionados con la metodología científica, la promoción de capacidades de razonamiento, concretamente de pensamiento crítico y creativo, y el desarrollo de actitudes de apertura mental y de objetividad y desconfianza ante aquellos juicios de valor que carecen de las evidencias necesarias (Hodson, 2000; Wellington, 2000). No obstante, su eficacia en los procesos de aprendizaje muchas veces es puesta en duda (N'Tombela, 1998 citado por Séré, 2002), pues no se ha llegado a un acuerdo en cuanto a sus propósitos; mientras para muchos, la educación científica queda incompleta sin haber obtenido alguna experiencia en el laboratorio.

En los últimos años se han escrito diversas críticas a las prácticas de laboratorio en las cuales se proponen innovaciones tanto en lo metodológico como en lo conceptual. Lo que parece más problemático es la idoneidad de las prácticas para el aprendizaje de conceptos teóricos, mientras que no se duda de su utilidad para el aprendizaje de los procedimientos científicos. Además, se reconoce que las prácticas escolares responden a finalidades diversas: familiarizarse con algunos fenómenos, contrastar hipótesis e investigar. También se ha recalcado el valor de planear y desarrollar las prácticas según tres objetivos principales: aprender ciencias, aprender qué es la ciencia y aprender a hacer ciencias. Desde la perspectiva de los maestros se critica el hecho de que enseñen la ciencia de los científicos y no contextualicen la ciencia al aula de clase (Izquierdo, Sanmartí y Espinet, 1999).

Las prácticas de laboratorio brindan a los estudiantes la posibilidad de entender cómo se construye el conocimiento dentro de una comunidad científica, 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, 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 acceder 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).

El trabajo de laboratorio favorece y promueve el aprendizaje de las ciencias, pues le permite al estudiante cuestionar sus saberes y confrontarlos con la realidad. Además, el estudiante pone en juego sus conocimientos previos y los verifica mediante las prácticas. La actividad experimental no solo debe ser vista como una herramienta de conocimiento, sino como un instrumento que promueve los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales que debe incluir cualquier dispositivo pedagógico (Osorio, 2004).

Por todo lo anterior, nuestro propósito fue caracterizar las prácticas de laboratorio que en la actualidad se realizan en el programa de Licenciatura en Biología y Química de la Universidad de Caldas (Manizales, Colombia). Esta caracterización incluye tanto el estudio sobre las guías de laboratorio como el pensamiento de profesores y estudiantes acerca de lo que son y deben ser las prácticas de laboratorio.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La actividad experimental hace mucho más que apoyar las clases teóricas de cualquier área del conocimiento; su papel es importante en cuanto despierta y desarrolla la curiosidad de los estudiantes, ayudándolos a resolver problemas y a explicar y comprender los fenómenos con los cuales interactúan en su cotidianidad. Una clase teórica de ciencias, de la mano de la enseñanza experimental creativa y continua, puede aportar al desarrollo en los estudiantes de algunas de las habilidades que exige la construcción de conocimiento científico.

Actualmente se le da prioridad a la dimensión teórica en la enseñanza, dejando de lado la dimensión práctica. El orden de presentación, el tiempo dedicado, la valoración relativa que se concede en la evaluación a los aspectos procedimentales frente a los conceptuales son algunas pruebas del predominio general de lo teórico sobre lo práctico. Es más, lo práctico es visto muchas veces como mera aplicación, consecuencia o ilustración de lo teórico y, en este sentido, no importa tanto el orden secuencial de la acción escolar (comenzar planteando un problema o comenzar por los conceptos básicos) como el valor que se concede a cada uno de los términos, leyes y principios teóricos enseñados. El orden de importancia entre lo teórico y lo práctico se evidencia ya en el orden en que suelen ser enunciados los distintos tipos de contenidos: conceptos, procedimientos y actitudes (Izquierdo et al., 1999).

Según Gil et al., (1999), tanto los profesores como los estudiantes asocian intuitivamente las prácticas de laboratorio con el trabajo científico. Hallar esta relación puede facilitar el cambio de las prácticas de laboratorio tipo recetas a otras que permitan al estudiante, de una parte, desarrollarse cognitivamente, exigiéndose más a sí mismo para producir conocimientos y mejorar los ya adquiridos, pues las hipótesis con las que él llega al laboratorio deben ser producto de su propia actividad intelectual. De otra parte, permitiéndole tener una visión acerca de la ciencia, del conocimiento científico y de sus interacciones con la sociedad. Es tan clara la situación que un estudiante solo entiende lo que él ha podido reconstruir mediante la reflexión, la discusión con sus compañeros, con el profesor, su vivencia y sus intereses.

Las prácticas de laboratorio deben favorecer el análisis de resultados por parte de los estudiantes; abolir la estructura tipo receta de las guías posibilita la elaboración y puesta en común de un informe final, en el que se especifique claramente el

problema planteado, las hipótesis emitidas, las variables que se tuvieron en cuenta, el diseño experimental realizado, los resultados obtenidos y las conclusiones y, finalmente, producir una evaluación coherente con todo el proceso de resolución de problemas con criterios referidos al trabajo científico y al aprendizaje profundo de las ciencias. Para lograr esto es importante tener en cuenta que en los trabajos experimentales son de mayor importancia los enunciados abiertos, capaces de generar una resolución acorde con las características del trabajo científico (Hodson, 1992, 1996, 2000; González, 1994; Dourado, 2006), que aquellos datos cerrados que invitan de manera específica a validar principios teóricos.

Los maestros tienden a pensar que el trabajo en el laboratorio facilita siempre el aprendizaje de las ciencias y que los estudiantes entienden lo que hacen. Sin embargo, para la mayoría de los docentes estas prácticas son un tipo de receta que refuerza las clases que se han dado en el aula habitual. Lo importante de las prácticas de laboratorio, radica en que los maestros entiendan que estas facilitan la comprensión de conceptos y que deben tener siempre un propósito claro, no solo el de llevarlos a “experimentar”.

Desde el punto de vista del constructivismo, la actividad experimental cumple un papel importante dentro del proceso enseñanza-aprendizaje, si se dirige de manera consciente e intencionada a lograr que las ideas previas de los estudiantes evolucionen a conceptos más elaborados y cercanos a los científicos (Tamayo y Sanmartí, 2007; Tamayo, 2009). Es sabido ya que el constructivismo tiene en cuenta las ideas previas de los estudiantes; por esta razón, es necesario que a la hora de implementar una actividad en el laboratorio se indague por estas cuestiones para que se logre el establecimiento de relaciones entre lo que el estudiante sabe, lo que debe saber y la experiencia, en función del logro de aprendizajes profundos (Chin y Brown, 2000; Ramírez y Tamayo, 2011) de las temáticas estudiadas. Dentro de las dificultades para lograr lo antes descrito podemos mencionar, entre otras, el desconocimiento por parte de los maestros de estrategias de enseñanza adecuadas que relacionen la teoría con la práctica, y a impedimentos de otra naturaleza como la disponibilidad de espacios y recursos adecuados y el mantenimiento apropiado de los laboratorios.

Lo fundamental en las ciencias son las teorías y estas se obtienen a partir de una conexión entre el modelo teórico y el dominio de los fenómenos. Para poder enseñar teorías es imprescindible disponer de un “mundo” apropiado e intervenir en él de

forma consciente y reflexiva. En buena parte a esto se debe la dificultad de enseñar ciencias, se necesitan las prácticas experimentales para no confundir la teoría con modelos teóricos (Izquierdo et al., 1999).

La presencia de las actividades prácticas en el currículo, en los objetivos de enseñanza y en la evaluación es diferente en función del modelo de enseñanza de las ciencias (Perales, 1994; García, Insausti y Merino, 2003). A manera de ilustración, en el modelo de transmisión-recepción, el tiempo dedicado a las prácticas es reducido y su objetivo principal es ejemplificar la teoría. En el modelo de enseñanza por descubrimiento se aumenta la presencia del trabajo práctico y su objetivo es aprender ciencias haciendo ciencia (García, Martínez y Mondelo, 1998). En la Tabla 1 se muestran las concepciones de las prácticas de laboratorio desde los enfoques instruccional y constructivista.

Tabla 1. Concepción de las prácticas experimentales

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

Clasificación de las prácticas experimentales

Nos referimos a las prácticas de laboratorio como a una forma de comprender y organizar la enseñanza de las ciencias de tal manera que aporte a los estudiantes

en cuanto a: la construcción de conocimientos, la adquisición de formas de trabajo científico y al desarrollo de actitudes, habilidades y destrezas propias del trabajo experimental. En la actualidad son de especial interés: el aporte del trabajo experimental al desarrollo de habilidades para el trabajo en equipo, el establecimiento de relaciones significativas entre las actividades prácticas propuestas y la vida cotidiana de los estudiantes, y las relaciones entre el campo específico de la actividad práctica (biología, química, física) con otros campos del conocimiento. No obstante lo anterior, encontramos en la literatura especializada diferentes clasificaciones de las prácticas de laboratorio. A continuación mostraremos algunas de las más relevantes, sin desconocer que existen muchas más.

Caballer y Oñorbe (1999) distinguen diferentes categorías de situaciones que se presentan en la Tabla 2:

Tabla 2. Clasificación de Caballer y Oñorbe (1999)

“Problemas-Cuestiones”	Su finalidad no es más que reforzar y aplicar la teoría.
“Problemas-Ejercicio”	Generalmente útiles para lograr el aprendizaje de técnicas de resolución ya establecidas (usar la balanza o pipetear).
“Problema-Investigación”	Los alumnos resuelven con metodología de investigación.

Respecto a la anterior clasificación es de destacar que las prácticas tradicionales se ubican en las categorías *Problemas-Cuestiones*, *Problemas-Ejercicio*, categorías en las cuales la demanda cognitiva exigida a los estudiantes es poca debido a que solo deben seguir protocolos paso a paso para la resolución de los ejercicios, llegando, en ocasiones, a no comprender lo que hacen (Hodson, 1994).

De acuerdo con un instrumento diseñado por Herron (citado por Tamir y García, 1992), se distinguen cuatro niveles que los estudiantes deben realizar durante una práctica de laboratorio (ver Tabla 3):

Tabla 3. Clasificación de Herron (citado por Tamir y García, 1992)

Nivel cero	Se les da la pregunta, el método y la respuesta.
Nivel uno	Se da la pregunta y el método, y el estudiante tiene que hallar la respuesta.
Nivel dos	Se da la pregunta y el estudiante tiene que encontrar un método y una respuesta.
Nivel tres	Se le indica un fenómeno y tiene que formular una pregunta adecuada y encontrar un método y una respuesta a la pregunta.

En esta categorización las prácticas tradicionales corresponden con los niveles cero y uno, niveles orientados a la adquisición de ciertas destrezas y habilidades por parte de los estudiantes. Lo realizado en el laboratorio tiene como una de sus finalidades centrales la comprobación de la teoría y deja de lado la posibilidad de considerar el laboratorio, y con él el trabajo práctico, como una fuente valiosa para el planteamiento preguntas y de hipótesis en torno a lo estudiado.

Por su parte Caamaño (1992, 2003) y Perales (1994), hacen una clasificación con base en los siguientes criterios: carácter metodológico, objetivos didácticos, estrategia general de trabajo, carácter de realización y carácter organizativo docente. En la Tabla 4 presentamos la clasificación sugerida por los autores citados.

Tabla 4. Clasificación de las prácticas de laboratorio según Caamaño (1992, 2003) y Perales (1994)

Por su carácter metodológico	Abiertos: Se le plantea un problema al estudiante, el cual debe conducirlo a la experimentación, en la que le sirven sus conocimientos hábitos y habilidades, pero no le son suficientes para resolverlo..
	Cerrados ("Tipo Receta"): Se ofrecen a los estudiantes todos los conocimientos bien elaborados y estructurados.
	Semiabiertos o Semicerrados: No se le facilitan a los estudiantes todos los conocimientos elaborados y con el empleo de situaciones problémicas se les motiva a indagar, suponer y hasta emitir alguna hipótesis.
	De verificación: Dirigido a la verificación o comprobación experimental de los contenidos teóricos de la asignatura, de leyes y principios.
	De predicción: Se dirige la atención del estudiante hacia un hecho, manifestación u ocurrencia en un montaje experimental dado.
Por sus objetivos didácticos	Inductivos: A través de tareas bien estructuradas se le orienta al estudiante paso a paso el desarrollo de un experimento hasta la obtención de un resultado que desconoce.
	De Investigación (integraría a los anteriores): A través de tareas bien estructuradas se le orienta al estudiante paso a paso el desarrollo de un experimento hasta la obtención de un resultado que desconoce.
Dentro de una estrategia general de trabajo	Frontales: En las que todos los estudiantes realizan la práctica de laboratorio con el mismo diseño experimental e instrucciones para su desarrollo. Casi siempre se realizan al concluir un ciclo de conferencias de un contenido teórico de determinado tema, y se utiliza como complemento de la teoría o para desarrollar habilidades manipulativas.
	Por Ciclos: El sistema de P.L. se fracciona en subsistemas según la estructura didáctica del curso, siguiendo como criterio las dimensiones del contenido, o sea, unidades conceptuales, procedimentales o actitudinales.

Por su carácter de realización	<p>Personalizadas: Los estudiantes van rotando por diferentes diseños experimentales relacionados con determinados contenidos de la asignatura, que recibirán durante todo el curso y que puede ser que aún no lo hayan recibido en las clases teóricas.</p>
	<p>Temporales: Se planifican en el horario docente y que el profesor ubica, con el tiempo de duración correspondiente, para que sea de estricto cumplimiento por parte de los estudiantes.</p>
	<p>Semitemporales / Semiespaciales: Se establece un límite espacio-temporal, en su planificación docente, para que los alumnos puedan y deban realizar las prácticas de laboratorios correspondientes a determinado ciclo de los contenidos teóricos.</p>
Por su carácter organizativo docente	<p>Espaciales: Se le informa a los estudiantes, al inicio del curso escolar, el sistema de prácticas de laboratorios que deben vencer en la asignatura para darle cumplimiento a los objetivos de su programa de estudio, y se les facilitan las orientaciones para su realización.</p>

Los estudiantes cuando asisten al laboratorio deben resolver situaciones problemas, teniendo un mayor protagonismo, es decir, en las clasificaciones anteriores el verdadero sentido de una práctica de laboratorio es propender el trabajo científico de una manera más apropiada para estudiantes y profesores.

METODOLOGÍA

Los propósitos centrales de la investigación fueron: identificar qué piensan maestros y estudiantes sobre el uso de las prácticas de laboratorio y caracterizar las dificultades y fortalezas que se presentan en su realización. Se llevó a cabo un estudio descriptivo con once (11) docentes y noventa y seis (96) estudiantes del programa de Licenciatura en Biología y Química de la Universidad de Caldas. La recolección de información se realizó a través de encuestas para estudiantes y maestros (ver Anexo 1). Además, se utilizó un formato de observación para las asignaturas que no poseían guías de laboratorio. Se seleccionaron cinco guías al azar de cada una de las materias prácticas de laboratorio estudiadas para analizar su estructura y contenido. Los instrumentos se elaboraron con la intención de recoger información alrededor de tres categorías centrales: propósitos, visión de ciencia y clasificación de las prácticas. Los diferentes instrumentos fueron sometidos a validación por expertos y, además, se realizó una prueba piloto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis y la discusión de la información se realizó a partir de las tres categorías centrales de la investigación: propósitos, visión de ciencia y tipo de práctica.

Propósitos

En esta categoría se analizó lo relacionado con la ciencia y los conceptos científicos estudiados en la práctica experimental. En la Tabla 5 se describen porcentualmente algunos de los aspectos más relevantes.

Tabla 5. Aspectos relacionados con la categoría ‘propósitos’

Aspectos relacionados en la pregunta	Propósitos	Porcentaje de respuesta
Apropiadas para el aprendizaje científico	Claras y fáciles	28%
	Comprobación	11%
Favorecen el aprendizaje de las ciencias	Adquirir conocimiento	18%
	Investigación	16%
Motivación	Comprobar	38%
	Aprender cosas nuevas	36%
Aplicación a la vida cotidiana	No las ha aplicado	38%
	Aplicado a todo	37%
Dificultades	Poco material de trabajo, espacio reducido y tamaño de los grupos	34%
	Ninguna	27%

En el aspecto de la facilidad de las prácticas de laboratorio para favorecer el aprendizaje científico, los porcentajes más significativos corresponden al 28% (claras y fáciles) y al 11% (comprobación); lo que sugiere que la actividad experimental se caracteriza por el interés de confirmar que el conocimiento previamente presentado es verdadero. Se basan en la ejecución de un protocolo tipo “receta”, estructurado para proporcionar un conocimiento previamente conocido por el estudiante (Gené, 1986; Payá, 1991; Hodson, 1992, 2000; Salinas, 1994; Gil y Valdés, 1996; Gil y Payá, 1998; Gil et al., 1999; Tenreiro y Vieira, 2006). De esta manera se transmite una visión deformada y empobrecida de la ciencia. Este resultado se confirma cuando los estudiantes responden que su motivación para asistir al laboratorio es comprobar la teoría vista en clase (34%).

En las aulas o en los laboratorios, se confirma el hecho de que el objetivo que se privilegia en el trabajo práctico es el refuerzo del aprendizaje conceptual. En efecto, se da poca importancia a los pasos, métodos y procedimientos. Esto da como resultado poco interés en los estudiantes en comprender los métodos seguidos en el trabajo experimental. También se nota cierto escepticismo en los estudiantes, quienes están convencidos de que ellos mismos no pueden encontrar nada valioso (Séré, 2002). Es de resaltar que el 16% de los estudiantes piensan que a las prácticas de laboratorio se debe asistir a investigar, lo que se convierte en uno de los objetivos principales de este tipo de actividades escolares.

Para Tenreiro y Vieira (2006) las prácticas de laboratorio como investigación conducen a la construcción de nuevos conocimientos conceptuales en el contexto de la resolución de un problema. Los estudiantes son expuestos a establecer una estrategia de resolución de problemas, a implementar la misma para su evaluación y, en caso de que sea necesario, a su reformulación. Dado que este tipo de actividades de laboratorio no vienen acompañadas de un protocolo de resolución, permiten además desarrollar capacidades de resolución de problemas, a través del aprendizaje de la metodología científica y, junto a ello, comprender los procesos y la naturaleza de la ciencia.

El 38% de las personas encuestadas manifiestan que no han aplicado los conocimientos adquiridos durante las experiencias prácticas, lo cual se vuelve preocupante porque los procedimientos y conceptos deben ser reutilizables por los estudiantes en otros contextos. Séré (2002) plantea la cuestión de saber si los procedimientos dan lugar a conocimientos generalizables o si son específicos de un contexto y de una situación. Además, es necesario preguntarse si es suficiente utilizar un procedimiento en un contexto dado para conocerlo y reutilizarlo o, incluso, si es posible enseñarlo formalmente. Sin embargo, hay otra manera de empezar a trabajar, se trata de encontrar una situación de la vida cotidiana que pueda ser utilizada como analogía para el fenómeno que se está estudiando, que incluya también la posibilidad de actuar en él. Este hecho se convertirá para el estudiante en un “hecho paradigmático” y funcionará como un modelo para la operación que se le está proponiendo (Izquierdo et al., 1999).

El 34% de las personas encuestadas manifiestan que las limitaciones referidas al material de trabajo, el espacio reducido y el tamaño de los grupos son los obstáculos más frecuentes en las prácticas de laboratorio. Según Gil et al. (1999),

estos obstáculos se presentan frecuentemente en la enseñanza tradicional, creando una barrera hacia el desarrollo de un trabajo experimental apropiado. Este tipo de dificultades puede llevar a generar desmotivación en los estudiantes frente al trabajo experimental.

Visión de ciencia

De acuerdo con los resultados obtenidos, encontramos que la visión de ciencia más sobresaliente que tienen los estudiantes es cientifista, en la cual solo se asiste al laboratorio a comprobar teorías. Para Diéguez (1993) el cientifismo es la aceptación del éxito de la ciencia, dejándole a esta la última palabra sobre todo tipo de cuestiones teóricas y prácticas. Con ello, conocimiento fiable es sinónimo de conocimiento científico. En ese sentido Habermas (1989) afirmaba que el cientifismo era la fe de la ciencia en sí misma, o dicho de otra manera el convencimiento de que ya no se puede entender la ciencia como una forma de conocimiento posible, sino que debemos identificar el conocimiento con la ciencia. En la Tabla 6 se muestran aspectos relacionados con las preguntas realizadas y los puntos más significativos que encontramos en cada una de las respuestas.

Tabla 6. Aspectos relacionados con la categoría 'visión de ciencia'

Aspectos relacionados en la pregunta	Respuestas significativas	Porcentaje de respuesta
A más prácticas mayor conocimiento	Se aplica lo aprendido	25%
	El aprendizaje es más fácil	19%
	Lo importante no es la cantidad sino la calidad	19%
Las prácticas de laboratorio son importantes en la enseñanza de las ciencias	Comprobar	36%
	En la práctica se aprende	16%
Relaciones entre práctica y teoría	Complemento	47%
	Demostración	30%

El 25% de los estudiantes manifiestan que entre más prácticas de laboratorio realicen aplican más lo aprendido, y el 19% manifiestan que esto conlleva a un aprendizaje más fácil; esta clase de argumentaciones develan una visión cientifista de las ciencias, en donde a través de la rutina serán mejores las habilidades

adquiridas y el aprendizaje se hace más fácil, ya que siempre se llevan a cabo los mismos procedimientos. Sin embargo, un 19% opinan que lo importante no es la cantidad sino la calidad, los estudiantes no se ganan nada repitiendo siempre los mismos métodos, sin aprender algo nuevo y, sin ser conscientes de lo que hacen, sin hacer suyas propuestas que los lleven a generar nuevas alternativas en busca de solucionar inquietudes que ellos tienen. Aquí se realiza una crítica constructiva donde el trabajo no debe ser rutinario y facilista, sino que lo poco que se hace debe ser analizado, para luego ser generalizado cuando sea necesario y adquirir un mayor desarrollo intelectual.

En cuanto a la importancia de las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias, el porcentaje más significativo corresponde al 36% en el cual las prácticas de laboratorio solo sirven para comprobar la teoría sin dar lugar a otro tipo de experiencias prácticas; esta es una de las críticas más fuertes que se le realiza a los trabajos prácticos en la enseñanza tradicional, lo que además afirma la visión cientifista de la ciencia. Así pues, se ofrece una visión deformada de lo que en realidad es el trabajo científico, en la que se privilegia un proceso lineal en la construcción del conocimiento. Este es uno de los obstáculos que se debe superar en la enseñanza actual de las ciencias. El 17% y el 11% de los estudiantes afirman que la importancia de las prácticas radica en aprender y complementar la teoría, lo cual genera una visión de ciencia teórica, donde la práctica está al servicio de la teoría y no es posible concebirla de otra manera más apropiada, aspecto ya discutido anteriormente. En cuanto a las relaciones entre práctica y teoría, el 47% de los encuestados la consideran una relación complementaria y para el 30% la relación es demostrativa.

Clasificación de las prácticas de laboratorio

Las prácticas escolares no pueden cumplir la misma función que los experimentos científicos, puesto que las metas de ambas actividades son diferentes. Este propósito ha sido fuertemente criticado (Hodson, 1994, 1996; Barberá y Valdés, 1996; Wellington, 1998; Galiuzzi et al., 2001), pues no se trata de formar científicos sino ciudadanos. La finalidad de las prácticas, desde el punto de vista del profesor, es la de la ciencia escolar en su conjunto: contribuir a que los estudiantes consigan elaborar explicaciones teóricas de los hechos del mundo y sean capaces de actuar responsablemente con criterios científicos (Izquierdo et al., 1999).

En cuanto a la clasificación de las prácticas de laboratorio los resultados más importantes revelan lo siguiente: el 88%, 96% y 80% de las prácticas no presentan objetivos, introducción y situación problema, respectivamente. El 96% de las prácticas muestran en detalle el marco teórico y el procedimiento.

Aquí se evidencia una situación preocupante y es que las guías no presentan objetivos claros y, más aún, el hecho de que los estudiantes no elaboren ningún objetivo para la práctica que van a realizar; esto quiere decir que los estudiantes no tienen claro lo que deben lograr en una práctica de laboratorio y cuál es su meta a alcanzar. Todo esto hace que los estudiantes se desubiquen y no le encuentren un sentido apropiado a los trabajos prácticos. El 56% de ellas exigen informe de laboratorio. El 96% no hacen referencia explícita a aspectos motivacionales.

Podemos suponer razonablemente que los objetivos de los estudiantes, al empezar las clases, no serán los del profesor. El estudiante sabe que está aprendiendo algo y que quiere aprobar el curso, pero probablemente no sabe qué se pretende que aprenda con el experimento. Para ellos estos objetivos se encuentran en una “dimensión desconocida” y es fundamental orientar esfuerzos para lograr que los conozcan, lo cual se consigue poco a poco, y debe controlarse a lo largo de toda la intervención didáctica. Y, para mantener viva la actividad de los estudiantes, deberemos conectar nuestros objetivos con lo que es su verdadera finalidad: aprobar los cursos y tener buenas notas (Jorba y Sanmartí, 1996).

Los procedimientos presentados en estas guías son tipo cerrado, donde a los estudiantes se les explica de una manera sumamente detallada lo que deben hacer y la respuesta que deben obtener, la actividad final es importante para indagar qué entendió el estudiante y cuáles son sus aportes a la práctica de laboratorio realizada. Sin embargo, la evaluación no debería limitarse solamente a este aspecto, sino que debería realizarse durante toda la práctica. Al estudiante tampoco se le debe dejar solo, por esto se hace necesaria una buena bibliografía donde él pueda apoyarse. Se puede concluir hasta aquí, que la estructura de las guías es tradicional y no lleva a que el estudiante genere un interés apropiado hacia el trabajo científico, además, son prácticas que dan una imagen deformada de la ciencia.

En cuanto a la relación que existe entre el marco teórico y los objetivos el 68% de las guías relacionan el marco teórico con los objetivos, mostrando que el desarrollo metodológico que se presenta en la guía se deriva del fundamento teórico. El 66% de

las guías relacionan paso a paso el procedimiento con los objetivos. Para Caamaño (1992, 2003) y Perales (1994) esta relación es de carácter inductivo. Los objetivos deben estar relacionados durante todo el desarrollo del trabajo experimental, porque son estos lo que regulan el buen desarrollo de la práctica y nos indican cómo debemos realizar los procedimientos para poder alcanzarlos, si estamos haciendo las cosas bien o por el contrario debemos tomar otras alternativas, sin obstaculizar el buen desempeño en las diferentes actividades prácticas.

El 96% de las guías analizadas presentan finalidades acerca de habilidades y destrezas, las cuales son importantes; no obstante, estas no llevan al estudiante a realizar un trabajo científico; esta finalidad entra en la categoría “Problemas-Ejercicios” de Caballer y Oñorbe (1999), en la que el propósito de las prácticas es aprender técnicas y habilidades que sean utilizables cuando se requieran y no van más allá, así que los estudiantes no pueden ser autónomos.

En el 52% de las guías se encontró que se adquieren conocimientos de naturaleza conceptual, lo cual hace alusión a una finalidad científica que busca que el estudiante llegue a un resultado preestablecido, sin generar una actitud hacia el trabajo científico. Por lo general, los maestros priorizan con el trabajo de laboratorio el aprendizaje de conceptos; a un segundo plano han pasado los procedimientos y las actitudes tan importantes como el aprendizaje de conceptos. No se puede evaluar a un estudiante solo en términos del aprendizaje conceptual, existen otros tipos de habilidades que también pueden y deben ser evaluadas, y esto a su vez, motiva a los estudiantes a aprender ciencias. Después de analizar las guías, podemos establecer que el 96% son tipo receta lo que sugiere una enseñanza tradicional.

CONCLUSIONES

Uno de los propósitos fundamentales de este estudio consistió en identificar lo que piensan maestros y estudiantes acerca del uso de las prácticas experimentales, con el propósito de identificar obstáculos y fortalezas durante el desarrollo de las experiencias. Los resultados obtenidos revelan que las actividades de laboratorio en su gran mayoría se caracterizan por ser tipo receta, en la que el estudiante debe seguir simples algoritmos o pasos para llegar a una conclusión predeterminada. Sobre los obstáculos que interfieren en los trabajos prácticos, los más sobresalientes son la falta de materiales, de espacios adecuados, las limitaciones de tiempo,

grupos muy numerosos y la falta de motivación y disposición de los educandos y algunos profesores.

La intencionalidad de las experiencias prácticas según la población encuestada consiste en verificar y comprobar la teoría, además de desarrollar habilidades y destrezas, esto es importante en las ciencias, pero no es la verdadera intencionalidad de un trabajo práctico, donde el estudiante debe solucionar los interrogantes que se le presentan.

Esta investigación confirma que en las prácticas actuales se le da más importancia al aprendizaje de conceptos y menos a los procedimientos y las actitudes, que son igualmente importantes en la construcción del conocimiento científico. En ese sentido, debemos ser conscientes de que la actividad experimental no solo debe ser vista como una herramienta de conocimiento, sino como un instrumento que promueve los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales.

El uso del laboratorio no tiene un objetivo general y definido, y es precisamente eso lo que le falta a las prácticas experimentales para que adquieran sentido y significado en función de promover el aprendizaje en los estudiantes. No obstante, cada docente es quien define el fin de las prácticas y el momento en el proceso de enseñanza en el cual se implementa. Este tipo de resultados pretende que se reoriente el trabajo experimental con el propósito de lograr, además de los objetivos conceptuales inherentes al trabajo experimental, otros objetivos de naturaleza procedimental y actitudinal en los estudiantes. En términos de Séré (2002), los trabajos prácticos pueden dar a los estudiantes más cosas que sólo aquellas referidas a la dimensión conceptual.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo de Niyereth Jurado, Diana Carolina Muñoz, Diana Milena Valencia y Yeny Lorena Vargas, estudiantes del programa de Licenciatura en Biología y Química de la Universidad de Caldas, quienes participaron como asistentes de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Barberá, O. y Valdés, P. (1996). "El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión". *Enseñanza de las Ciencias*, No. 3, Vol. 14, pp. 365-379.

Caamaño, A. (1992). "Los trabajos prácticos en ciencias experimentales. Una reflexión sobre sus objetivos y una propuesta para su diversificación". *Aula de innovación educativa*, No. 9, pp. 61-68.

_____. (2003). "Los trabajos prácticos en ciencias". En: Jiménez-Aleixandre, M.P. (coord.). *Enseñar ciencias* (pp. 95-118). Barcelona: Editorial Graó.

Caballer, M.J. y Oñorbe, A. (1999). *Resolución de problemas y actividades de laboratorio. La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: I.C.E. Universitat de Barcelona.

Chin, C. y Brown, D.E. (2000). "Learning in science: A comparison of deep and surface approaches". *Journal of Research in Science Teaching*, No. 2, Vol. 37, pp. 109-38.

Diéguez, A. (1993). "Cientifismo y modernidad: Una discusión sobre el lugar de la ciencia". *Philosophica Malacitana*, No. 1, pp. 81-102.

Dourado, L. (2006). "Concepções e práticas dos professores de Ciências Naturais relativas à implementação integrada do trabalho laboratorial e do trabalho de campo". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, No. 1, Vol. 5, pp. 192-212. En: <http://www.saum.uvigo.es/reec>

Galiazzi, M., De Barros, J.M., Schmitz, L.C., De Souza, L.M., Giesta, S. y Peres, F. (2001). "Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências". *Ciência y Educação*, No. 2, Vol. 7, pp. 249-263.

García, P., Insausti, M.J. y Merino, M. (2003). "Evaluación de los trabajos prácticos mediante diagramas V". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, No. 1, Vol. 2, pp. 45-57. En: <http://www.saum.uvigo.es/reec>

García, S., Martínez, C. y Mondelo, M. (1998). "Hacia la innovación de las actividades prácticas desde la formación del profesorado". *Enseñanza de las Ciencias*, No. 2, Vol. 16, pp. 353-366.

Gené, A. (1986). *Transformació dels treballs pràctics de Biologia: una proposta teòricament fonamentada*. Tesis doctoral. Barcelona: Biblioteca de la Facultat de Biologia de la Universitat de Barcelona.

Gil, D., Furió, C., Valdés, P., Salinas, J., Martínez-Torregrosa, J., Guisasola, J. et al. (1999). “¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de resolución de problemas de papel y lápiz y realización de prácticas de laboratorio?”. *Enseñanza de las Ciencias*, No. 2, Vol. 17, pp. 311-390.

Gil, D. y Payá, J. (1998). “Los trabajos prácticos de Física y Química y la metodología científica”. *Revista de Enseñanza de la Física*, No. 2, Vol. 2, pp. 73-77.

Gil, D. y Valdés, P. (1996). “La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo”. *Enseñanza de las Ciencias*, No. 2, Vol. 14, pp. 155-163.

González, E. (1994). *Las prácticas de laboratorio en la formación del profesorado de Física*. Tesis doctoral. Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals. Universitat de València, España.

Habermas, J. (1989). *Conocimiento e interés*. Madrid, España: Taurus.

Hodson, D. (1992). “Assessment of practical work. Some considerations in philosophy of science”. *Science and Education*, No. 2, Vol. 1, pp. 115-144.

_____. (1994). “Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio”. *Enseñanza de las Ciencias*, No. 3, Vol. 12, pp. 299-313.

_____. (1996). “Practical work in school science: exploring some directions for change”. *Int. J. Sci. Educ.*, No. 7, Vol. 18, pp. 755-760.

_____. (2000). “The place of practical work in science education”. En: Sequeira, M. et al. (orgs.). *Trabalho prático e experimental na educação em ciências*. Braga: Universidade do Minho.

Izquierdo, M., Sanmartí, N. y Espinet, M. (1999). “Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de Ciencias Experimentales”. *Enseñanza de las Ciencias*, No. 1, Vol. 17, pp. 45-59.

Jorba, J. y Sanmartí, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua. Propuestas didácticas para las áreas de ciencias de la naturaleza y matemáticas*. Madrid: MEC.

Lunetta, V.N. (1998). "The School Science Laboratory: Historical Perspectives and Contexts for Contemporary Teaching". En: Frase, B.J. y Tobin, K.G. (eds.). *International Handbook of Science Education*. London: Kluber.

Osorio, Y.W. (2004). "El experimento como indicador de aprendizaje". *Boletín PPDQ*, No. 43, pp. 7-10.

Payá J. (1991). *Los trabajos prácticos en física y química: un análisis crítico y una propuesta fundamentada*. Tesis doctoral. Universitat de Valencia.

Perales, F.J. (1994). "Los trabajos prácticos y la didáctica de las ciencias". *Enseñanza de las Ciencias*, No. 1, Vol. 12, pp. 122-125.

Ramírez, L.P. y Tamayo A., Ó.E. (2011). "Aprendizaje profundo en semiología neurológica mediante una herramienta informática". *Hacia la Promoción de la Salud*, No. 2, Vol. 16, pp. 109-120.

Salinas J. (1994). *Las prácticas de Física Básica en laboratorios universitarios*. Tesis doctoral. Universitat de València.

Séré, M.G. (2002). "La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia?". *Enseñanza de las Ciencias*, No. 3, Vol. 20, pp. 357-368.

Tamayo A., Ó.E. (2009). *Didáctica de las ciencias: La evolución conceptual en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias*. Manizales: Editorial Universidad de Caldas.

Tamayo A., Ó.E. y Sanmartí, N. (2007). "High-School Students' Conceptual Evolution of the Respiration Concept from the Perspective of Giere's Cognitive Science Model". *International Journal of Science Education*, No. 2, Vol. 29, pp. 215-248.

Tamir, P. y García, M. (1992). "Characteristics of laboratory exercises included in science textbooks in Catalonia (Spain)". *International Journal of Science Education*, No. 4, Vol. 14, pp. 381-392.

Tenreiro, C. y Vieira, R. (2006). "Diseño y validación de actividades de laboratorio para promover el pensamiento crítico de los estudiantes". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, No. 3, Vol. 3, pp. 452-466. En: http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen3/Numero_3_3/Tenreiro_Vieira_2006.pdf

Wellington, J. (1998). "Practical work in science: Time for a reappraisal". En: Wellington, J. (ed.). *Practical work in school science: Which way now?* (pp. 3-15). Londres: Routledge.

_____. (2000). "Re-thinking the role of practical work in science education". En: Sequeira, M. et al. (orgs.). *Trabalho prático e experimental na educação em ciências*. Braga: Universidade do Minho.

ANEXO 1. TIPOLOGÍA DE PREGUNTAS EMPLEADAS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Preguntas a los estudiantes

1. ¿Usted cree que las guías que se implementan en las prácticas de laboratorio son apropiadas para su aprendizaje científico?
Sí___ NO__ ¿Por qué?
2. ¿Usted considera que entre más prácticas de laboratorio realice mayor será el conocimiento adquirido?
Sí___ NO__ ¿Por qué?
3. Considera que las guías de laboratorio favorecen el aprendizaje de las ciencias.
Sí___ NO__ ¿Por qué?
4. Describa tres aspectos que usted considera necesarios para mejorar en las prácticas de laboratorio.
5. Describa tres aspectos que usted considera innecesarios en las guías de laboratorio.
6. Considera que ha logrado un buen aprendizaje en las prácticas de laboratorio que ha realizado hasta el momento.
Sí___ NO__ ¿Por qué?
7. ¿Cuál ha sido la mejor práctica de laboratorio en la que ha participado? ¿Por qué?
8. ¿Cuál ha sido la práctica de laboratorio menos interesante que ha realizado durante sus estudios? ¿Por qué?
9. ¿Qué lo motiva a asistir a las prácticas de laboratorio?
10. ¿Cómo ha aplicado los conocimientos adquiridos en las prácticas de laboratorio en su vida cotidiana?
11. ¿Cuál cree usted que son los propósitos más importantes de las prácticas de laboratorio?
12. ¿Qué dificultades encuentra al realizar las prácticas de laboratorio?
13. ¿Cree que realmente las prácticas de laboratorio dadas en el programa de Lic. en

Biología y Química serán útiles en su futuro profesional?

14. ¿Usted por qué cree que en la enseñanza de las ciencias son importantes las prácticas de laboratorio?
15. ¿Qué relaciones entre la práctica y la teoría considera usted que son importantes?
16. Cuando sea docente de biología y química ¿qué no haría y qué haría en las prácticas de laboratorio?

Preguntas a los profesores

17. ¿Usted qué pretende lograr con sus estudiantes en las prácticas de laboratorio?
18. ¿Qué dificultades encuentra al realizar las prácticas de laboratorio?
19. ¿Usted qué cree que se debe mejorar en las guías de laboratorio?
20. ¿Cuáles son las debilidades que encuentra en las prácticas de laboratorio?
21. ¿Cómo se relaciona la teoría y la práctica en la enseñanza de las ciencias?
22. ¿Cuáles cree que son los propósitos de las prácticas de laboratorio?
23. ¿Hasta qué punto considera usted que las prácticas de laboratorio pueden o no obstaculizar el aprendizaje de las ciencias?
24. ¿Cuáles son las características más importantes que debe tener una buena práctica de laboratorio?
25. ¿Cómo las prácticas de laboratorio aportan al aprendizaje de las ciencias?
26. Describa en forma general cómo realiza sus prácticas de laboratorio.

Preguntas a las guías de laboratorio

1. ¿Al iniciar la práctica se plantea un objetivo claro? Sí__ NO__ ¿Cuál?
2. ¿Este objetivo es acorde con el tema? Sí__ NO__ ¿Por qué?
3. ¿Se plantea un marco teórico al iniciar o en el transcurso de la práctica? Sí__ NO__
4. ¿Cómo es abordado el marco teórico?
5. ¿Cuál es la actitud de los estudiantes en estas prácticas? Buena__ Mala__ Aceptable__ ¿Por qué?
6. ¿La terminología utilizada es la adecuada? Sí__ NO__ ¿Por qué? ¿Cómo se relaciona la teoría con la práctica?
7. ¿Cuáles son las fortalezas que se encuentran en esta clase de prácticas de laboratorio?
8. ¿Cuáles son las debilidades que se presentan en esta clase de prácticas de laboratorio?
9. ¿Se plantea un procedimiento a seguir, o el estudiante tiene la oportunidad de realizar su propio procedimiento?
10. ¿Al finalizar la práctica de laboratorios se realiza una comunicación acerca de los

- resultados obtenidos? SÍ__ NO__ ¿Por qué?
11. ¿Se exige entregar un informe que contenga ciertos parámetros establecidos por el docente, o el informe se realiza de forma libre?
 12. ¿Los estudiantes realizan un trabajo científico? SÍ__ NO__ ¿Cómo lo realizan?
 13. La guía de laboratorio presenta:
 - a. Objetivos.
 - b. Introducción.
 - c. Pregunta o situación problema.
 - d. Marco teórico.
 - e. Procedimiento.
 - f. Preinforme.
 - g. Tabla de datos.
 - h. Actividad final.
 - i. Bibliografía.
 - j. Otros. ¿Cuáles?
 14. ¿Cómo se evalúan las ideas previas de los estudiantes en la guía? ¿Cuáles son las situaciones problémicas que llevan al estudiante a adoptar una posición científica?
 15. ¿Cuáles son las relaciones entre el objetivo y el marco teórico?
 16. ¿Qué relación existe entre el objetivo y el procedimiento planteado en la guía?
 17. ¿Cómo se presenta la parte procedimental y qué características presenta?
 18. ¿Cuál es el procedimiento general utilizado en la guía?
 19. ¿Cuál es la finalidad de la guía en cuanto a?
 - a. Destrezas.
 - b. Conocimientos.
 - c. Reafirmar lo visto en la teoría.
 - d. Comprobación.
 20. ¿De qué manera se lleva a cabo la evaluación y cómo influye esta en el desarrollo de la práctica?
 21. ¿Qué imagen de ciencia transmite la guía?
 22. ¿De qué manera la guía lleva al estudiante a crear un interés hacia el trabajo científico?¿
O PC
 23. ¿Cómo la guía relaciona el ámbito teórico con el práctico?
 24. ¿De qué manera la guía se relaciona con la cotidianidad de los estudiantes?