

2017-01-01

## Prácticas de laboratorio en educación superior: ¿cómo transformarlas?

Mónica Galvis Alba

*Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Bogotá,,* mgalvis@fucsalud.edu.co

Paula Daniela Laitòn Cubides

*Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Bogotá,,* pdlaiton@fucsalud.edu.co

Angélica Ávalo Azcárate

*Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Bogotá,,* aavalo@fucsalud.edu.co

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/ap>

---

### Citación recomendada

Galvis Alba, M., P.D. Laitòn Cubides, y A.Ávalo Azcárate. (2017). Prácticas de laboratorio en educación superior: ¿cómo transformarlas?. *Actualidades Pedagógicas*, (69), 81-103. doi:<https://doi.org/10.19052/ap.4085>

This Artículo de Investigación is brought to you for free and open access by the Revistas científicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Actualidades Pedagógicas by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

# Prácticas de laboratorio en educación superior: ¿cómo transformarlas?

*Mónica Galvis Alba*

Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Bogotá, Colombia

[mgalvis@fucsalud.edu.co](mailto:mgalvis@fucsalud.edu.co)

*Paula Daniela Laitón Cubides*

Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Bogotá, Colombia

[pdlaiton@fucsalud.edu.co](mailto:pdlaiton@fucsalud.edu.co)

*Angélica Ávalo Azcárate*

Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Bogotá, Colombia

[aavalos@fucsalud.edu.co](mailto:aavalos@fucsalud.edu.co)



*Resumen:* Este artículo revisa la literatura acerca de algunas experiencias que describen cómo son las prácticas de laboratorio en la educación superior en la actualidad, con el fin de identificar, desde la taxonomía de Bloom, las dimensiones cognitivas y de conocimiento que estas prácticas demandan. De esta manera, se determinan factores de éxito como la motivación, la autoeficacia, el trabajo en equipo, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), elementos que integrados con el desarrollo de competencias investigativas permiten transformar el enfoque tradicional y potencializar un enfoque alternativo. Este artículo se constituye en una base conceptual que permitirá formular un modelo en el cual se especifiquen las estrategias y las actividades para el diseño de prácticas de laboratorio.

*Palabras clave:* laboratorio universitario, investigación empírica, autonomía educativa.

Recibido: 17 de septiembre de 2016

Aceptado: 19 de octubre de 2016

---

Cómo citar este artículo: Galvis Alba, A., Laitón Cubides, P. D. y Ávalo Azcárate, A. (2017). Prácticas de laboratorio en educación superior: ¿cómo transformarlas? *Actualidades Pedagógicas*, (69), 81-103. doi: <http://dx.doi.org/10.19052/ap.4085>





*Laboratory practices in higher education: How to transform them?*

**Abstract:** This article presents a literature review on experiences that describe how laboratory practices in higher education look like today, in order to identify, using Bloom's taxonomy, the cognitive and knowledge dimensions demanded by these practices. Subsequently, success factors are identified, such as motivation, self-efficacy, teamwork, and information and communication technologies (ICTs); these elements, when integrated in the development of research competencies, allow to transform the traditional approach and strengthen alternative approaches. This article constitutes a conceptual basis that will allow the formulation of a model that specifies strategies and activities for the design of laboratory practices.

**Keywords:** university laboratory, empirical research, educational autonomy.



*Práticas de laboratório em educação superior: como transformá-las?*

**Resumo:** Este artigo revisa a literatura acerca de algumas experiências que descrevem como são as práticas de laboratório na educação superior na atualidade, com o objetivo de identificar, desde a taxonomia de Bloom, as dimensões cognitivas e de conhecimento que estas práticas demandam. Deste modo, se determinam fatores de êxito como a motivação, a auto eficácia, o trabalho de equipe, as tecnologias da informação e a comunicação (TIC), elementos que, integrados com o desenvolvimento de habilidades de pesquisas permite transformar o enfoque tradicional e potencializar um enfoque alternativo. Este artigo se constitui em uma base conceitual que permitirá formular um modelo onde sejam especificadas as estratégias e as atividades para o desenho de práticas de laboratório

**Palavras chave:** laboratório universitário, pesquisa empírica, autonomia educativa.



## Introducción

La implementación de laboratorios en educación superior cada vez tiende a ser más frecuente; así mismo, se evidencia una amplia producción bibliográfica sobre investigaciones y experiencias que dan cuenta de esto. Las prácticas de laboratorio han sido concebidas como ambientes académicos en los que se consolidan diversos aprendizajes; sin embargo, no se cuenta con un proceso de revisión que logre sistematizar y analizar los factores o elementos constitutivos de estas prácticas.

Por otro lado, actualmente la mayoría de las prácticas de laboratorio se orientan al desarrollo de actividades que, en palabras de Cardona (2013), tienden a ser una “receta” que el estudiante debe seguir; aunque en una menor producción bibliográfica se evidencia una propuesta alternativa a esto, las prácticas no necesariamente demandan al estudiante un análisis metacognitivo de lo que aprende, ni implican crear nuevos conocimientos correspondientes al nivel de logro superior, desde las dimensiones cognitivas y de conocimiento propuestas por Anderson *et al.* (2001).

En el presente artículo se examinarán en detalle los elementos constitutivos tanto de prácticas de laboratorio tradicionales como de aquellas alternativas que han sido exitosas; sin embargo, se centrará en los factores que en el análisis muestran ser prácticas que demandan procesos cognitivos y conocimientos de orden superior (Anderson *et al.*, 2001).

Otro de los objetivos del artículo es proponer qué factores deben articularse para propiciar los laboratorios como ambientes de aprendizaje contextualizados y significativos para los estudiantes (Ausubel, 2002; Lave y Packer, 2011, entre otros); se tendrá como eje transversal el desarrollo de las competencias investigativas que propone Ramírez (2008).

## Materiales y métodos

Se efectuó una búsqueda de material bibliográfico acerca del desarrollo de prácticas de laboratorio en Colombia y el mundo. Los trabajos se seleccionaron según los siguientes criterios: a) trabajos cuya metodología fuese de corte cuantitativo o cualitativo; b) artículos científicos o trabajos teóricos y tesis; c) textos publicados entre los años 2005 al 2015 —no obstante, se tuvieron en cuenta ocho artículos que no cumplen con este criterio, ya que, por su contenido teórico, permiten sustentar de manera clara y argumentativa la importancia de la implementación de los laboratorios— y d) artículos en los que la temática abordada se relacione con aprendizaje, enseñanza y uso de laboratorios.

La localización de los documentos se llevó a cabo a través de medios electrónicos (buscadores, bases de datos y revisión de referencias), específicamente en las bases de datos Redalyc, Scencedirect, Dialnet, Proquest, MLA Directory of Periodicals, *Journal of the Learning Sciences*, SciELO, Medline, Clinikal Key, Ebsco y Springer.

84 ■ Se utilizó la combinación de descriptores de búsqueda en español, inglés y portugués, como *laboratorios*, *aprendizaje*, *enseñanza*, *metodología*, *prácticas de laboratorio*, *investigación cualitativa* o *investigación cuantitativa*.

A partir de esta búsqueda, se encontraron en total 158 referentes bibliográficos, los cuales se organizaron para clasificarlos en una matriz constituida por diez fuentes de información: descriptores de búsqueda y base de datos donde se ubicó, ecuación de los descriptores para hacer la búsqueda, título del artículo, autor, año de publicación, referencia bibliográfica, tipo de texto, disciplina, área, palabras clave y resumen del documento.

Los referentes bibliográficos seleccionados se revisaron a partir de dos instrumentos: Critical Appraisal Skills Programme España (CASPe) y Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE). El CASPe permite examinar material de corte cualitativo desde los siguientes criterios: objetivos de la investigación, metodología cualitativa, método de investigación, selección de participantes, técnica de recogida de datos congruentes, reflexividad sobre la relación entre el investigador y el objeto de investigación, aspectos éticos, análisis de datos riguroso, exposición de los resultados y aplicabilidad de los resultados de la investigación. El STROBE posibilita el análisis de material de corte cuantitativo a partir de los siguientes criterios: título y resumen, introducción, diseño del

estudio, contexto, participantes, variables, fuentes de datos, sesgos, tamaño muestral, variables cuantitativas, métodos estadísticos, participantes según tipo de estudio, datos descriptivos, datos de las variables de resultados, resultados principales, otros análisis, resultados clave, limitaciones, interpretación, generabilidad y financiación. A partir de esta revisión, se pudo establecer que 82 de los 158 referentes bibliográficos hallados inicialmente cumplían con los criterios de inclusión mencionados.

## **Análisis de los resultados**

### *Producción bibliográfica sobre las prácticas de laboratorio*

De acuerdo con los criterios de selección de las publicaciones analizadas sobre el uso de laboratorios como espacios de aprendizaje, desde el 2009 se evidenció que, en promedio, anualmente se publican nueve trabajos relacionados con este tema.

Estos trabajos se publicaron en revistas y libros de diferentes disciplinas y áreas del conocimiento, de modo que el 35 % de la bibliografía revisada pertenece al campo de las ciencias naturales, específicamente en áreas temáticas propias de la biología, la química y la física; el 16 %, a las ciencias de la salud, en particular desde enfoques de la medicina y la enfermería; el 12 %, a ingeniería; el 10 %, a experiencias de laboratorio relacionadas con el uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC); el 3 %, a la formación de profesores en la implementación de laboratorios, y el 23 %, a experiencias e investigaciones de laboratorios en psicología.

La bibliografía analizada se publicó en 15 países de todo el mundo, aunque el continente europeo es el que tiene mayor abordaje en el tema; sin embargo, países de Latinoamérica muestran, de manera global, un crecimiento progresivo sobre este tipo de abordajes, principalmente en Colombia, México y Brasil.

Además, el 76 % corresponde a artículos producto de investigaciones, por un lado, sobre las condiciones necesarias para implementar laboratorios como contextos que permiten construir o consolidar diferentes aprendizajes; y, por otro, sobre la medición del impacto tanto en el logro de aprendizaje de un dominio de conocimiento en particular como en diferentes habilidades transversales. Así mismo, el 24 % son artículos empíricos que

describen teórica, conceptual y metodológicamente algunas estrategias, elementos constitutivos y experiencias innovadoras sobre este tema.

### *Enfoques de las prácticas de laboratorio*

Las prácticas de laboratorio han sido consideradas una estrategia didáctica que logra un proceso de enseñanza y aprendizaje. Cardona (2013), por ejemplo, plantea que estas prácticas se han desarrollado desde estrategias de enseñanza que tienen un enfoque tradicional o un enfoque alternativo.

#### *Enfoque tradicional*

Diferentes autores (Cardona, 2013; Hofstein y Lunetta, 2004) han mostrado que las prácticas de laboratorio consideradas tradicionales son aquellas que plantean como objetivo complementar o verificar conocimientos teóricos o conceptuales. Ello se puede interpretar, desde los planteamientos de Anderson *et al.* (2001), como una práctica que implica procesos de análisis desde la dimensión cognitiva, en los cuales los estudiantes construyen significado teórico, llevan a cabo procedimientos y establecen análisis de los elementos constitutivos de una situación, a partir de instrucciones dadas por el profesor. Ahora bien, desde la dimensión del conocimiento implica generar aprendizajes simplemente procedimentales, por ejemplo, de cómo hacer algo o cómo aplicar algoritmos, técnicas o métodos. En este sentido, las prácticas de laboratorio enmarcadas en un enfoque tradicional se limitan a transmitir el conocimiento que ofrece el docente, es decir, sin necesariamente planearse desde las necesidades propias de los estudiantes. De hecho, en la mayoría de ocasiones se evidencia que estas prácticas se limitan a responder a contenidos curriculares de un programa o una asignatura.

En este enfoque, el rol del estudiante se limita a reproducir un sujeto pasivo receptor de conocimientos, por lo que las interacciones en el aula tienden a ser unidireccionales y homogéneas (Cardona, 2013); por lo tanto, se puede decir que la implementación de este tipo de prácticas, además de no situar al estudiante en un rol activo como generador de su propio conocimiento, desconoce variables determinantes para la generación de aprendizajes significativos, como el estilo cognitivo (Hederich, 2007; Hederich y Camargo, 2000; Hederich y Camargo, 2015), los estilos de aprendizaje (Bolívar y Rojas 2008; Lozano, 2005), los ritmos cognitivos (Hederich, Camargo y Reyes, 2004) y las habilidades autorreguladoras (Goodpasture,

Lindner y Thomas, 2007; Harris, Lindner y Piña, 2011; King, 2011). La revisión de las diferentes producciones bibliográficas sobre las estrategias utilizadas para la implementación de laboratorios muestra que aproximadamente el 73% de las investigaciones y experiencias analizadas se enmarca en un enfoque tradicional.

Desde este enfoque, el rol del profesor tiende a enmarcarse en un modelo de transmisión de conocimientos que los estudiantes simulan o corroboran en un espacio de práctica, como los laboratorios.

Además, se efectuó una revisión de diferentes propuestas que estructuran las prácticas de laboratorio y se encontró que la mayoría de estas coinciden con el modelo de prácticas tradicionales propuesto por Cardona (2013); este modelo se complementó y se modificó con base en otras variables encontradas en el análisis bibliográfico (figura 1).

**Figura 1.** Proceso general de las prácticas de laboratorio de tipo tradicional



Fuente: elaboración propia a partir de Cardona (2013).

Los objetivos de la práctica de laboratorio son los planteamientos de las metas de aprendizaje; generalmente, se enuncian en términos de los contenidos y no de las capacidades o habilidades que se pretenden construir con la práctica.

La fundamentación teórica tiende a ser un listado de contenidos que, en la mayoría de los casos, han sido abordados antes de iniciar la práctica en laboratorio. Esto responde a los objetivos de contenido planteados. El desarrollo de la práctica se orienta a partir de una guía escrita que contiene los instrumentos, los materiales y los procedimientos que deben implementar los estudiantes.

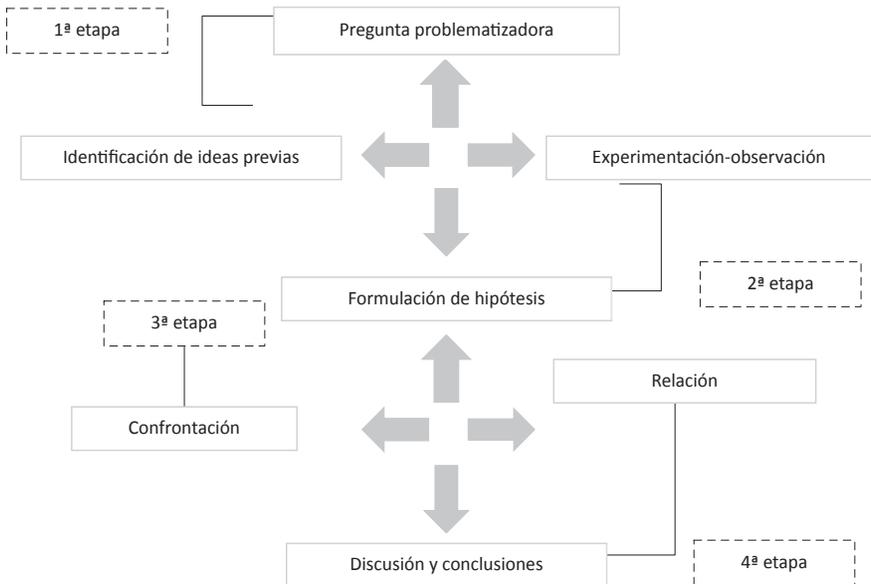
La mayoría de la bibliografía analizada que se enmarca en un enfoque tradicional plantea el análisis de los resultados y la elaboración de conclusiones, en los que generalmente se busca que los estudiantes realicen un análisis descriptivo, en el que comparan los resultados obtenidos en la práctica y los resultados revisados en la fundamentación teórica.

### Enfoque alternativo

Un enfoque alternativo a los planteamientos tradicionales de prácticas de laboratorio se evidencia en la bibliografía analizada (Akani, 2015; Beck, Butler y Burke da Silva, 2014; Dantas y Kemm, 2008; González, 2015; Guerrero, Morado y Albarrán, 2014; Klappenbach, 2015; Ramírez, 2008; Santos y Sasaki, 2015), ya que, al utilizar la taxonomía planteada por Anderson *et al.* (2001), aproximadamente el 27% de estos plantean estrategias que conciben los laboratorios como ambientes de aprendizaje orientados a promover en los estudiantes la realización de juicios basados en criterios o estándares —dimensión del proceso cognitivo— desde la generación de conocimientos procedimentales —dimensión del conocimiento—.

Las propuestas analizadas que se enmarcaron en este enfoque se alinean con el diagrama de flujo propuesto por Cardona (2013), en el cual se evidencian los elementos constitutivos de esta propuesta metodológica (figura 2).

88 **Figura 2.** Diagrama de flujo propuesta alternativa



Fuente: elaboración propia a partir de Cardona (2013).

Principalmente, esta propuesta se orienta hacia la elaboración de preguntas problematizadoras que, más que dar respuestas o conceptos teóricos,

buscan generar interrogantes en los estudiantes. Estas preguntas permiten al profesor identificar en los estudiantes ideas previas que se ponen en juego en un proceso de experimentación y observación, durante el cual se plantean situaciones que confrontan las concepciones previas de los estudiantes y lo que observan cuando experimentan con un fenómeno, bien sea social o natural. En este mismo proceso de experimentación, los estudiantes plantean hipótesis sobre los posibles resultados que aceptarán o rechazarán cuando tengan que confrontarlas y relacionarlas con los resultados obtenidos. La discusión y las conclusiones deben evidenciar una evaluación crítica de los resultados en la que se muestre la integración entre los conocimientos previos, los nuevos conocimientos construidos a partir de la experimentación y los argumentos teóricos que sustentan los resultados.

### *Investigar los efectos de las prácticas en laboratorios: variables*

Independientemente del campo de conocimiento, el análisis de los referentes bibliográficos que se enmarcan en un enfoque alternativo nos permitió identificar la necesidad de construir un marco que compile las variables transversales al aprendizaje significativo y contextualizado que, de manera independiente y aislada, se probaron en las diferentes investigaciones y experiencias revisadas.

Diferentes estudios en cognición han centrado su atención en las variables sobre la autonomía en educación; de esta manera, se halló la variable motivación, como un proceso compuesto por factores cognitivos y afectivos que determinan las acciones de un sujeto para alcanzar un propósito (Huer-tas, 1997). Zulma (2006), por ejemplo, plantea dos componentes cognitivos de la motivación: el control cognitivo de la acción y la regulación cognitiva de la motivación, los cuales se consolidan en diversos criterios de la conducta, como planificación, generación de expectativas, planteamiento de metas, autoeficacia, motivación intrínseca y extrínseca. Actualmente, se ha demostrado que la motivación es un elemento constitutivo en las mecánicas y dinámicas de aula, ya que ha permitido incrementar el logro académico de los estudiantes en diferentes ambientes de aprendizaje (Stott y Neustaedter, 2013). Quantic Foundry (2016) plantean un modelo de seis motivadores que, aunque se describen desde una perspectiva de ambientes de aprendizaje diseñados a partir de la teoría del juego, consideramos que pueden extrapolarse a cualquier ambiente de aprendizaje y cumplen con los componentes

cognitivos de la motivación planteados por Zulma (2006): la acción, lo social, el dominio, el logro, la inmersión y la creatividad.

Así mismo, en el análisis de los referentes bibliográficos encontramos que diferentes autores muestran el impacto de la variable motivación en el logro de aprendizaje de los estudiantes y su percepción positiva cuando esta se incluye en el diseño de prácticas de laboratorio (Barrie *et al.*, 2015; Castro, 2013; Montes, 2004; Shumow, Schmid y Zaleski, 2013; Vega, Portillo, Cano y Navarrete, 2014). En esta misma línea, Ola (2009) y Wen, Chih, Tsen y Lirk (2012) presentan en sus resultados que la variable autoeficacia debe considerarse en los procesos de diseño de laboratorio, ya que la percepción que tiene el estudiante de sí mismo en cuanto a su capacidad de lograr propósitos o metas es contundente en su proceso de construcción de conocimiento; además, estos autores plantean que esto se logra a través de estrategias que motiven al estudiante a iniciar, continuar y terminar una práctica.

Otra variable que encontramos es el trabajo en equipo como principio pedagógico que orienta el diseño de actividades de laboratorio para la construcción de aprendizajes (Dávila, Agudelo y Gil, 2012; Peterson *et al.*, 2013; Tapia, 2011; Thieman, Gil, Olson y Ring, 2009; Urrea *et al.*, 2013). Los referentes bibliográficos enfocados en esta estrategia evidencian que cuando esta se introduce en el diseño de prácticas de laboratorio, ya sea desde el planteamiento de los diferentes roles que deben cumplir los estudiantes en un grupo o desde la colaboración entre estudiantes con diferentes niveles de aprendizaje, los resultados tienden a ser mejores que cuando no se planea o no se tiene en cuenta.

Además, en los referentes bibliográficos se identifica otra variable: la tecnológica; en efecto, Gómez y Gamboa (2009) mencionan que el desarrollo de prácticas de laboratorio a través de aulas multimedia fomenta el aprendizaje colaborativo y la cognición distribuida, ya que se recrea un espacio socioeducativo basado en la participación activa de todos los integrantes, por medio de todos los formatos posibles. Así mismo, este escenario favorece el proceso de aprendizaje de contenidos y el desarrollo de diferentes habilidades, como búsqueda, selección, organización e interpretación de la información, herramientas promotoras de la investigación.

## ***Crterios para una práctica de laboratorio orientada a la investigación***

Como lo formula Ausubel (1973, 2002), el aprendizaje significativo es el producto de un proceso integrador entre un nuevo conocimiento y la estructura cognitiva del aprendiz; esta propuesta ha sido la base para plantear una metodología enfocada en el aprendizaje situado, en el que, básicamente, se busca generar espacios educativos contextualizados que respondan a necesidades reales de aprendizaje, de tal manera que el estudiante logre enfrentar y resolver los problemas que surgen en su cotidianidad como profesional (Díaz, 2003; Lave y Packer, 2011; Mejía, Rogoff y Paradise, 2005; Wenger, 2000).

En este marco de aprendizaje encaja la propuesta de Ramírez (2008) sobre la competencia de investigar, que se define como la capacidad de un sujeto para explicar fenómenos y plantear conclusiones basadas en experimentos, la cual se consolida con el propósito de construir conocimiento alrededor de lo que se investiga. Desde la revisión teórica que hace la autora, investigar implica generar evidencias empíricas fundamentadas en criterios filosóficos, metodológicos y técnicas para la resolución de problemas de investigación. Colas (2010) desglosa las implicaciones de esta competencia y propone que existen dos tipos de estrategias investigativas: técnico-instrumentales, orientadas al uso de técnicas y metodologías para el análisis de datos y la elaboración de informes, y científico-intelectuales, dirigidas a formular preguntas de investigación, sistematización de la información y análisis crítico. Ramírez (2008) propone siete características que deben promoverse y lograrse al diseñar un ambiente de aprendizaje orientado al desarrollo de la competencia investigativa. Tomamos seis de ellas que, consideramos, permiten desarrollar un marco comprensivo sobre las prácticas en el laboratorio:

1. *Ser reflexivo.* Implica el desarrollo de tres capacidades: analítica, sintética y creativa. Además, involucra una capacidad más: identificar situaciones, promover interrogantes y desarrollar hipótesis.
2. *Ser conocedor del área que se investiga.* Se debe contar con conocimientos competitivos de la disciplina que estudia el fenómeno, así como con la capacidad intelectual de integrar habilidades, actitudes y conocimientos.

3. *Ser conocedor de formas para abordar las situaciones problemáticas.* Tener conocimiento de las diferentes metodologías de investigación para aproximarse a diferentes tipos de estudios.
4. *Ser ético.* Una persona debe caracterizarse por ser ética en todos los procesos que implican el desarrollo de la investigación, la información suministrada, la comunicación de los objetivos de la investigación a los participantes, el anonimato de los participantes, el manejo adecuado de datos y la comunicación de los resultados obtenidos.
5. *Ser buen comunicador.* El investigador debe contar con habilidad para la comunicación oral y escrita, medios a través de los cuales transmite el estudio desarrollado.
6. *Ser generador de nuevo conocimiento.* Ser investigador no es tarea fácil, pues se debe contar con ciertos conocimientos explicativos, procedurales y condicionales; sin embargo, esto no basta para generar conocimiento cuando la persona no está motivada. Así, un investigador requiere una motivación exclusiva que lo lleve a tener una mirada de interés en la búsqueda de afrontar y resolver problemáticas para, de esta manera, aportar conocimiento a la sociedad.

92

Desde la taxonomía planteada por Anderson *et al.* (2001), proponer un modelo de prácticas de laboratorio como un espacio contextualizado y significativo en el que se tenga como propósito que los estudiantes desarrollen, más allá de un contenido, competencias investigativas y, además, integren en este espacio las variables que describimos, impactan las prácticas de laboratorio. Ello se lograría, desde la dimensión cognitiva, al generar en los estudiantes procesos de creación y, desde la dimensión del conocimiento, mediante procesos de metacognición.

## Discusión y conclusiones

Esta revisión se centró en la producción actual que se ha generado en la comunidad académica sobre las prácticas de laboratorio en educación superior. A partir de lo planteado en la metodología y debido a una serie de estándares de calidad, metodológicos, accesibilidad y pertinencia, con los que se revisaron los hallazgos, no se incluyó toda la producción bibliográfica encontrada sobre este tema, pero la seleccionada permite obtener

resultados de calidad. Por ejemplo, las investigaciones se encontraron en revistas reconocidas por el medio académico, las teorías son planteadas por autores de trayectoria investigativa en el campo y las experiencias surgen de investigaciones básicas que dan continuidad al proceso, al igual que se proponen como innovación pedagógica en el aula.

Independientemente del área disciplinar, los resultados muestran el interés de la comunidad académica por evidenciar la importancia de estas temáticas (Aliane, 2010; Castro, 2013; Espín y López, 2009; Hofstein y Lunetta, 2004; Tenreiro y Marques 2006; Osawaru, 2013), en particular en el continente europeo, pues se encontró una gran producción en esta región. A partir de lo anterior, podría proponerse que los planteamientos de los diferentes países de Europa, además de Estados Unidos, se han constituido en una base que promueve las intenciones investigativas de este tema en Latinoamérica, ya que, cronológicamente, encontramos aquí más producción.

Los avances que han permitido el estudio del impacto de los laboratorios en los procesos de aprendizaje de los estudiantes no es mínimo, ya que ha impulsado la necesidad de investigar no solo el efecto de las diferentes metodologías en el logro de aprendizaje de un dominio de conocimiento en particular, sino también en aspectos de autoeficacia y motivación (Barrie *et al.*, 2015; Brownell, Kloser, Fukami y Shavelson, 2012; Fernández, Llosa y Sánchez, 2008; Quiroga, 2010; Shumow, Schmid y Zaleski, 2013; Wu, 2013), los cuales forman parte de los indicadores de autorregulación del aprendizaje, habilidad que tiene un alto impacto en el contexto educativo. Así mismo, estos avances han permitido la implementación de los laboratorios como espacios formales, al punto de que varias disciplinas la han incluido en la malla curricular o en los programas de curso (Dantas y Kemm, 2008).

La mayoría de las revisiones bibliográficas se orientan hacia propuestas metodológicas con un enfoque tradicional (Durango, 2015; Petrucci, Ure y Salomone, 2006; Serge, Barnes y Murray, 2015; Torres y Martínez, 2015; Villafañe, Vega y Vega, 2015). El análisis permitió identificar que las distintas investigaciones comparten procesos de implementación similares, en los que se involucra un proceso que inicia con un abordaje conceptual por parte del profesor y el planteamiento de un problema que los estudiantes deben simular en un espacio de laboratorio controlado. Posteriormente, los estudiantes reciben una guía que orienta paso a paso lo que deben hacer en el laboratorio y, allí, la desarrollan. Al finalizar su experiencia, los estudiantes deben elaborar un informe que evidencie un análisis crítico del proceso y

los resultados (Muñoz, 2013; Tapia, 2011; Thieman *et al.*, 2009; Tenreiro y Marques, 2006).

En la línea de la implementación de los laboratorios con un enfoque alternativo, se identificó en cambio: su principal objetivo se orienta a desarrollar capacidades que posibiliten a los estudiantes formular preguntas relevantes, sistematizar información y analizar. Consideramos que estas prácticas de laboratorio pueden transformarse para mejorar la experiencia de aprendizaje del estudiante; así mismo, es posible proponer los laboratorios como espacios de generación de aprendizajes significativos, si se tienen en cuenta factores como trabajo en equipo, motivación, autoeficacia y uso de las TIC. Además, es transversal al desarrollo de competencias investigativas para la producción de nuevos conocimientos, tanto para el estudiante como para la comunidad académica.

Los resultados de esta revisión crítica permiten establecer una base teórica para proponer en un futuro iniciativas y estrategias metodológicas de diseño e implementación de prácticas de laboratorio, de manera que vayan mucho más allá de generar réplicas o simulaciones. Estos espacios deben transformarse en términos de sus objetivos y orientarse al desarrollo de competencias investigativas. Entre otros temas, es necesario explorar acerca del impacto de las TIC en el aprendizaje de los estudiantes cuando se usan en los laboratorios, pues, como lo muestran Torres y Martínez (2015), estas afectan el aprendizaje de los estudiantes, ya que mejoran su nivel de autoeficacia y comprensión del dominio de conocimiento.

94

## Referencias

- Agudelo, J., Arango, P. y Vega, O. (2009). Laboratorio de física: una experiencia significativa. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 3(5), 42-52.
- Aguiar, A. E. (2011). El aprendizaje práctico de la química y el uso de los signos de Tolman y Vygotsky. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(3), 282-290.
- Airasian, P. y Miranda, H. (2002). The role of assessment in the revised taxonomy. *Theory into Practice*, 41(4), 249-254.
- Akani, O. (2015). Laboratory teaching: Implication on students' achievement in chemistry in secondary schools in Ebonyi state of Nigeria. *Journal of Education and Practice*, 6(30), 206-213.

- Aliane, N. (2010). Experiencia de uso de un laboratorio remoto de control. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RLAI*, 7(1), 85-90.
- Anderson, L. (2002). Curricular alignment: A re-examination. *Theory into Practice*, 41(4), 255-260.
- Anderson, L., Krathwohl, D., Airasian, P., Cruikshank, K., Mayer, R., Pintrich, P., Raths, J. y Wittrock, M. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives (complete edition)*. Nueva York: Longman.
- Ausubel, D. P. (1973). Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento. En S. Elam (comp.), *La educación y la estructura del conocimiento: Investigaciones sobre el proceso de aprendizaje y la naturaleza de las disciplinas que integran el currículum* (pp. 211-239). Buenos Aires: Ateneo.
- Ausubel, D. P. (2002). Adquisición y retención del conocimiento. *Una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Paidós.
- Ayala, R. y Torres, M. (2007). Didáctica de la enseñanza: prácticas ejemplares en el sector salud. *Educación Médica Superior*, 21(2), 1-9.
- Barrie, S., Bucat, R., Buntine, M., Burke, K., Crisp, G., George, A. et al. (2015). Development, evaluation and use of a student experience survey in undergraduate science laboratories: the advancing science by enhancing learning in the laboratory student laboratory learning experience survey. *International Journal of Science Education*, 37(11), 1795-1814.
- Becerra, C. (2003). Laboratorio de psicología. *Acta Colombiana de Psicología*, (10), 97-102.
- Beck, C., Butler, A. y Burke da Silva, K. (2014). Promoting inquiry-based teaching in laboratory courses: Are we meeting the grade? *CBE-Life Sciences Education*, (13), 444-452.
- Benjamin, L. (2000). The psychology laboratory at the turn of the 20th century. *American Psychologist*, 55(3), 318-321.
- Bermúdez, D. D. (2012). *Las prácticas de laboratorio en didáctica de las ciencias experimentales: un lugar idóneo para la convivencia de los diferentes estilos de aprendizaje*. Estilos de Aprendizaje: Investigaciones y Experiencias: V Congreso Mundial de Estilos de Aprendizaje, Santander, España.
- Biggs, J. (2003). *Aligning teaching and assessing to course objectives*. Recuperado de <http://www.ut.ee/htay/Biggs.pdf>
- Bolívar, J. y Rojas, F. (2008). Los estilos de aprendizaje y el locus de control en estudiantes que inician estudios superiores y su vinculación con el rendimiento académico. *Investigación y Postgrado*, (23), 199-215.

- Brownell, S. E., Kloser, M. J., Fukami, T. y Shavelson, R. (2012). Undergraduate biology lab courses: Comparing the impact of traditionally-based “cookbook” and authentic research-based courses on student lab experiences. *Journal of College Science Teaching*, (41), 36-45.
- Bruck, L. B., Bretz, S. L. y Towns, M. H. (2009). A rubric to guide curriculum development of undergraduate chemistry laboratory: Focus on inquiry. En M. Gupta-Bhowon, S. Jhaumeer-Laullo, H. L. Kam Wah y P. Ramasami (eds.), *Chemistry Education in the ICT age* (75-83). Dordrecht: Springer.
- Byrd, P. (2002). The revised taxonomy and prospective teachers. *Theory into Practice*, 41(4), 244-248.
- Cabaniss, D. L. y Arbuckle, M. R. (2011). Course and lab: A new model for supervision. *Academic Psychiatry*, 35(4), 220-225.
- Cano Arana, A., González Gil, T. y Cabello López, J. B. (2010). Plantilla para ayudarte a entender un estudio cualitativo. En CASPe, *Guías CASPe de lectura crítica de la literatura médica* (pp. 3-8). Alicante: CASPe.
- Cardona, F. (2013). *Las prácticas de laboratorio como estrategia didáctica* (tesis inédita de maestría). Universidad del Valle, Cali, Colombia.
- 96 ■ Castañeda, J., Arango, S. y Olaya, Y. (2009). Economía experimental en la toma de decisiones en ambientes dinámicos y complejos: una revisión de diseños y resultados. *Cuadernos de Administración*, 22(39), 31-57.
- Castro, L. (2013). *Formación médica de pregrado basada en la motivación: la realización de la docencia* (tesis de grado). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.
- Costa, J., Larrea, C., Trincado, C., González, G. y Borbore, A. (2010). Estudio comparativo entre los 4 modelos didácticos utilizados frecuentemente para desarrollar prácticas de laboratorio en la enseñanza de Inmunología en Medicina. *Revista Argentina de Educación Médica*, 4(1), 34-41.
- Dantas, A. y Kemm, R. (2008). A blended approach to active learning in a physiology laboratory-based subject facilitated by an e-learning component. *Advances in Physiology Education*, (32), 65-75.
- Dávila, R., Agudelo, J. y Gil, C. (2012). Estrategias de aprendizaje académico para la comprensión y diseño de laboratorios de docencia en Colombia. *Sophia*, 8, 1-12.
- Del Carlo, D., Mazzaro, D. y Page, S. (2006). High school students' perceptions of their laboratory classroom and the copying of laboratory work. *Journal of Chemical Education*, (83), 1362-1367.

- Díaz, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5(2). Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15550207>
- Durango, P. (2015). *Las prácticas de laboratorio como una estrategia didáctica alternativa para desarrollar las competencias básicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química* (tesis inédita de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Elma, E., Altmanb, D., Eggera, M., Pockockd, S., Go, P., Tzschee, y Vandenbrouckef, P. (2008). *Declaración de la iniciativa STROBE (Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology): directrices para la comunicación de estudios observacionales*. Recuperado de [http://www.strobe-statement.org/fileadmin/Strobe/uploads/translations/STROBE\\_short\\_Spanish.pdf](http://www.strobe-statement.org/fileadmin/Strobe/uploads/translations/STROBE_short_Spanish.pdf)
- Estebané, O., Martínez, G., Flores, S. y González, M. (2011). Propuesta didáctica para el laboratorio de química; análisis de mezclas simples. *Cultura Científica y Tecnológica*, 8(45), 33-47.
- Espín, M. y López, A. (2009). Una propuesta de investigación-acción para la mejora del aprendizaje de los alumnos en el laboratorio de la asignatura Fundamentos Físicos de la Arquitectura Técnica. *Revista de Enseñanza Académica*, (33), 10-22.
- Espino, M., Abín, L., Silva, M., Álvarez, M., Suárez, A. y Alemán, L. (2011). Evaluación de una estrategia docente para las prácticas de laboratorio de microbiología y parasitología médica en medicina. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 25(4), 438-450.
- Etkina, E., Karelina, A., Villasenora, M., Rosengrant, D., Jordanc, R. y Hmelo, C. (2010). Design and reflection help students develop scientific abilities: Learning in introductory physics laboratories. *Journal of the Learning Sciences*, (19), 54-98.
- Eugenio, L. R. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8(1), 145-166.
- Ferguson, C. (2002). Using the revised taxonomy to plan and deliver Team-Taught, integrated, thematic units. *Theory into Practice*, 41(4), 238-243.
- Fernández, A., Llosa, J. y Sánchez, F. (2008). Estrategias para el diseño de laboratorios orientados al aprendizaje continuo. *JENUI*, 8, 189.
- Fernández, N. (2013). Los trabajos prácticos de laboratorio por investigación en la enseñanza de la biología. *Revista de Educación en Biología*, 16(2), 15-30.
- Fernández, P., Salaverría, A., González, J. y Mandado, E. (2009). El aprendizaje activo mediante la autoevaluación utilizando un laboratorio virtual. *IEEE-RITA*, 4(1), 53-62.

- Flores, J., Concesa, M. y Moreira, M. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*, 68(33), 75-112.
- Garriazo, J. (2011). Laboratory projects using inquiry-based learning: An application to a practical inorganic course. *Química Nova*, 34(6), 1085-1088.
- Goodpasture, J., Lindner, R. y Thomas, M. (2007). A study of the self-regulated learning inventory on a HBCU student population in allied health. *The Internet Journal of Allied Health Sciences and Practice*, 5(4). Recuperado de <http://nsuworks.nova.edu/ijahsp/vol5/iss4/8/>
- Gómez, A. y Gamboa, A. (2009). Aplicación de los nuevos medios en la educación superior: del aula multimedia al laboratorio de aprendizaje. *Reencuentro*, (55), 34-43.
- González, N. (2015). Las publicaciones periódicas en el marco de la enseñanza de la psicología en la Universidad Nacional de La Plata (Argentina): 1976-2000. *Universitas Psychological*, 14(2), 579-588.
- Guerrero, O., Morado, E. y Albarrán, J. (2014). Fomento de habilidades investigativas en estudiantes de pregrado mediante prácticas en un laboratorio de experimentación animal. *Perspectivas Docentes*, 26(59), 31-39.
- Guitart, M. E. (2011). Del aprendizaje basado en problemas (ABP) al aprendizaje basado en la acción (ABA): claves para su complementariedad e implementación. *Revista de Docencia Universitaria*, 9(1), 91-107.
- Gutiérrez, G. (2006). 30 años del laboratorio de aprendizaje y comportamiento animal de la universidad nacional de Colombia. *Revista Colombiana de Psicología*, (15), 1-6.
- Harris, B. R., Lindner, R. W. y Piña, A. (2011). Strategies to promote self-regulated learning strategies in online learning environments. En G. Dettori y D. Persico (eds.), *Fostering self-regulated learning through ICT* (pp. 122-144). Hershey, Estados Unidos: IGI Global Press.
- Hederich, C. (2007). *Estilo cognitivo en la dimensión de dependencia-independencia de campo: influencias culturales e implicaciones para la educación*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Hederich, C. y Camargo, A. (2000) Estilo cognitivo en la educación. *Itinerario Educativo*, (36), 43-74.
- Hederich, C. y Camargo, A. (2015). Cognitive style and educational performance: The case of public schools in Bogotá. *Educational Psychology*, 1, 1-19.
- Hederich, C., Camargo, A. y Reyes, M. (2004). *Ritmos cognitivos en la escuela*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

- Hofstein, A. y Mamlok-Naaman, R. (2007). The laboratory in science education: The state of the art. *Chemistry Education Research and Practice*, 8, 105-107.
- Hofstein, A. y Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, (88), 28-54.
- Huertas, J. (1997). *Motivación: querer aprender*. Buenos Aires: Aique.
- Huitt, W. (2011). *Bloom et al.'s taxonomy of the cognitive domain: educational psychology interactive*. Valdosta, Georgia: Valdosta State University.
- King, C. (2011). Fostering self-directed learning through guided tasks and learner reflection. *Studies in Self-Access Learning Journal*, 2(4), 257-267.
- Kirschner, P., Sweller, J. y Clark, R. (2010). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.
- Klappenbach, H. (2015). La formación universitaria en psicología en Argentina: perspectivas actuales y desafíos a la luz de la historia. *Universitas Psychologica*, 14(3). Recuperado de <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revPsycho/article/view/13050>
- Koschmann, N. y Wesp, R. (2001). Using a dining facility as an introductory psychology research laboratory. *Teaching of Psychology*, 28(2), 105-108.
- Krathwohl, D. (2002a). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into Practice*, 41(4), 212-218.
- Krathwohl, D. (2002b). Additional resources for classroom use. *Theory into Practice*, 41(4), 261-264.
- Lanz, Z. (2006). Aprendizaje autorregulado: el lugar de la cognición, la metacognición y la motivación. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 32(2), 121-132.
- Lave, J. y Packer, M. (2011). Hacia una ontología social del aprendizaje. *Revista de Estudios Sociales*, (40), 12-22.
- Lozano Rodríguez, A. (2005). *Estilos de aprendizaje y enseñanza: un panorama de la estilística educativa*. México: Trillas.
- Madiedo, M., Escobar, E., Puga, A., Puga, G., Díaz, O. y Cabrera, O. (2010). Guías prácticas de bioquímica como solución pedagógica en el escenario del laboratorio clínico del proyecto policlínico universitario. *Educación Médica Superior*, 24(3), 275-289.
- Más, C., Gil, D. y Castro, V. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 311-321.

- Marsh, E., Butler, A. y Umanath, S. (2012). Using fictional sources in the classroom: Applications from cognitive psychology. *Educational Psychology*, 24(3), 449-469.
- Mayer, R. (2002). Rote versus meaningful learning. *Theory into Practice*, 41(4), 226-232.
- Mejía, R., Rogoff, B. y Paradise, R. (2005). Cultural variation in children's observation during a demonstration. *International Journal of Behavioral Development*, 29(4), 282-291.
- Méndez, G., Martínez, J. y Pérez, M. (2009). *Laboratorios de aprendizaje* (tesis inédita de maestría). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.
- Merino, M. (2000). Una propuesta para el aprendizaje de contenidos procedimentales en el laboratorio de física y química. *Investigações em Ensino de Ciências*, 5(2), 93-119.
- Miranda, C. (2009). *Propuesta didáctica para el aprendizaje en el laboratorio basado en resolución de problemas reales*. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/293482/382007>
- 100 Montes, W. (2004). Prácticas de laboratorio en ingeniería: una estrategia efectiva en aprendizaje. *Revista Notas Universitarias*, 4(11). Recuperado de <http://www.revistaciencias.com/publicaciones/EEpkEApkFafUCDvoy.php>
- Muñoz, D. (2013). *Percepción de la práctica del laboratorio clínico por parte de los estudiantes de medicina* (tesis de especialización). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.
- Ola, G. J. (2009). Guías de aprendizaje como metodología de enseñanza en laboratorios técnicos del Tec Landívar. *Revista a Electrónica Facultad de Ingeniería: Universidad Rafael Landívar*, (14), 22-41.
- Oliveira, C. y Medeiros, R. (2007). Processo ensino/aprendizagem no laboratório de enfermagem: visão de estudantes. *Revista Gaúcha de Enfermagem*, 28(3), 401-408.
- Osawaru, P. (2013). Coding and analysing behaviour strategies of instructors in university science laboratories to improve science teachers training. *International Education Studies*, 6(1), 63-73.
- Paz, C., Mancussi, A. y Ferreira, C. R. (2011) Percepção de estudantes de enfermagem sobre o Laboratório de Enfermagem como estratégia de ensino. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, (45), 243-249.
- Pelánek, R. (2015). *Modeling students' memory for application in adaptive educational systems*. Ponencia presentada en el VIII International Conference on Educational Data Mining, Madrid, España.

- Pérez, D., Furió, C., Valdés, P., Salinas, J., Martínez, J., Guisasola, J. *et al.* (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 311-320.
- Peterson, J., Deangelo, S., Mack, N., Thompson, C., Cooper, J. y Sesma, A. (2013). Communication, communication, communication! Growth through laboratory instructing. *Innovative High Education*, 39(4), 321-332.
- Petrucci, D., Ure, J. y Salomone, H. (2006). Cómo ven a los trabajos prácticos de laboratorio de física los estudiantes universitarios. *Revista de Enseñanza de la Física*, 19(1), 7-19.
- Pinheiro, V., Márcia, C. M., Gessinger, R., Jocelyne, B., Marilene, J., Neda da Silva, G. y Valderez, M. do R. (2011). *Laboratório de aprendizagem da PUCRS: uma prática a ser compartilhada*. Recuperado de [http://www.alfaguia.org/www-alfa/images/ponencias/clabesI/ST\\_2\\_Acesso\\_Integracion/11\\_Gessinger\\_LaboratorioPUCRS.pdf](http://www.alfaguia.org/www-alfa/images/ponencias/clabesI/ST_2_Acesso_Integracion/11_Gessinger_LaboratorioPUCRS.pdf)
- Pintrich, P. (2002). The role of metacognitive knowledge in learning, teaching, and assessing. *Theory into Practice*, 41(4), 219-225.
- Ramírez, U. B. (2008). Laboratorios basados en investigación: una metodología que incentiva la participación intelectual del estudiante en el proceso de su aprendizaje. *CPU-e, Revista de Investigación Educativa*, (7). Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=283121713005>
- Raths, J. (2002). Improving instruction. *Theory into Practice*, 41(4), 233-237.
- Robertson, M. (2010). *Can't play, won't play. Hide & seek: Inventing new kind of play*. Recuperado de <http://hideandseek.net/2010/10/06/cant-play-wont-play/>
- Santana, I., Ferre, M., Hernández, L., Aracil, R., Rodríguez, E. y Pinto. (2010). Aplicación del sistema de laboratorios a distancia en asignaturas de regulación automática. *Revista Elsevier*, 7(1), 46-53.
- Santos, R. y Sasaki, D. (2015). Uma metodologia de aprendizagem ativa para o ensino de mecânica em educação de jovens e adultos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 37(3), 3506-02-3506-09.
- Scoles, G. y Pattacini, S. (2012). *Innovación de una práctica de laboratorio docente en la asignatura química orgánica*. Ponencia presentada en las III Jornadas de Educación Mediada por Tecnología. Sistemas de Educación Abierta y a Distancia, Universidad Nacional de la Pampa, Santa Rosa, Argentina.
- Serge, N., Barnes, M. y Murray, D. (2015). A french description of german psychology laboratories in 1893 by victor henri, a collaborator of binet. *Psychological Research*, (79), 361-370.

- Severiche, C. y Acevedo, R. (2013). Las prácticas de laboratorio en las ciencias ambientales. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (40), 191-203.
- Shumow, L., Schmid, J. y Zaleski D. J. (2013). Multiple perspectives on student learning, engagement, and motivation in High School Biology Labs. *High School Journal*, 96(3), 232-252.
- Stott, A. y Neustaedter, C. (2013). *Analysis of gamification in education*. Surrey, Canada: s. e.
- Tapia, J. (2011). El laboratorio de cirugía en el pregrado de medicina. *Circuito Interior*, 79, 83-91.
- Tenreiro, C. y Marques, R. (2006). Diseño y validación de actividades de laboratorio para promover el pensamiento crítico de los alumnos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(3), 452-466.
- Thieman, T., Gil, C., Olson, R. y Ring, E. (2009). Introducing students to psychological research: General psychology as a laboratory course. *Teaching of Psychology*, 36(3), 160-168.
- Torres, S. y Martínez, E. (2015). Laboratorio virtual de matemáticas como estrategia didáctica para fomentar el pensamiento lógico. *Revista Academia y Virtualidad*, 8(2), 73-84.
- Urrea, G., Niño, J., García, J., Alvarado, J., Barragán, G. y Hazbón, O. (2013, septiembre). *Del aula a la realidad: la importancia de los laboratorios en la formación del ingeniero. Caso de estudio: Ingeniería Aeronáutica-Universidad Pontificia Bolivariana*. Ponencia presentada en el World Enggineering Education Forum, Cartagena, Colombia.
- Utria, Ó. (2009). Reseña de “Los laboratorios de la psique: una historia de la Psicología experimental en Colombia” de R. Oyuela. *Universitas Psychologica* (8), 550-551.
- Quiroga, L. (2010). Estilos de aprendizaje y motivación: un estudio en el contexto universitario. *Actualidades Pedagógicas*, (55), 203-210.
- Vega, F., Portillo, E., Cano, M. y Navarrete, B. (2014). Experiencias de aprendizaje en ingeniería química: diseño, montaje y puesta en marcha de una unidad de destilación a escala laboratorio mediante el aprendizaje basado en problemas. *Formación Universitaria*, 7(1), 13-22.
- Vergara, C., Santibáñez, D., Ofé, H., Jiménez, J., Camacho, J. y Galaz, A. (2010). La educación científica en Chile: debilidades de la enseñanza y futuros desafíos de la educación de profesores de ciencia. *Estudios Pedagógicos*, 35(2), 279-293.
- Villafañe, C., Vega, R. y Vega, V. (2015). El efecto del laboratorio en el aprovechamiento de los estudiantes del curso Métodos Cuantitativos para Administración de Empresas I. *Forum Empresarial*, (20), 59-77.

- Wen-Yu, L., Chih Lai, Y., Tsen, A. y Lirk, Y. (2012). Impact of biology laboratory courses on students' science performance and views about laboratory courses in general: Innovative measurements and analyses. *Journal of Biological Education*, 46(3), 173-179.
- Wenger, E. (2000). Communities of practice and social learning systems: The career of a concept. En C. Blackmore (ed.), *Social learning systems and communities of practice* (pp. 179-198). Londres: Springer.
- Wu, J. (2013). Mutation-based learning to improve student autonomy and scientific inquiry skills in a large genetics laboratory course. *CBE-Life Sciences Education*, (12), 460-470.
- Yeung, A., Pyke, S., Sharma, M., Barrie, S., Buntine, M., Da Silva, K. et al. (2011). The advancing science by enhancing learning in the laboratory (ASELL) project: The first Australian multidisciplinary workshop. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 19(2), 51-72.

