



Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en
nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la
formación de profesores.

RECURSOS EDUCATIVOS DIGITALES EN LOS TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO EN FÍSICA

Autores. Jhon Daniel Pabón Rúa. Mónica Eliana Cardona Zapata. Sonia López Ríos. Vanessa Arias Gil. Jhonatan Jiménez Gómez. Universidad de Antioquia, jhon.pabon@udea.edu.co. Universidad de Antioquia, meliana.cardona@udea.edu.co. Universidad de Antioquia, sonia.lopez@udea.edu.co. Universidad de Antioquia, vanessa.arias@udea.edu.co. Universidad de Antioquia, jhonatan.jimenez@udea.edu.co.

Tema. Eje temático 1.

Modalidad. 1. Nivel educativo universitario.

Resumen. En el presente trabajo se identificaron en un grupo de profesores, estrategias y percepciones sobre la implementación de Recursos Educativos Digitales para apoyar los Trabajos Prácticos de Laboratorio en la enseñanza de la física. Para ello se recurrió metodológicamente a la estrategia de grupo de discusión y a la técnica de análisis de contenido. Entre los principales resultados se resalta la preferencia por los Trabajos Prácticos de Laboratorio convencionales y ausencia de fundamentos didácticos para la incorporación de los Recursos Educativos Digitales en los procesos de experimentación. Con base en ello se concluye que es necesario acompañar a los profesores en los nuevos retos que presenta la educación científica, de manera que se aproveche el potencial pedagógico de este tipo de tecnologías.

Palabras clave. Trabajos prácticos de laboratorio, recursos educativos digitales, enseñanza de la física, formación tecnológica.

Introducción

Los Trabajos Prácticos de Laboratorio (TPL) desempeñan un papel fundamental en los procesos de conceptualización y en el desarrollo de destrezas propias de la indagación científica. La literatura académica evidencia que, con una pertinente orientación pedagógica, los TPL permiten el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior y favorecen la construcción de conceptos (Alís, Gil, Peña y Valdez, 2006; Caamaño, 2004, 2007; Cortés y De la Gándara, 2007; Hodson, 1994, 2000; López y Tamayo, 2012).

Con base en lo anterior, se destaca la importancia de este componente en la formación de maestros de ciencias. No obstante, en ocasiones las instituciones no cuentan con la infraestructura para atender a la demanda de carreras que requieren del uso de laboratorio o bien, condiciones como la actual emergencia sanitaria por el SARS-CoV-2 ha implicado nuevas formas de desarrollar los TPL y por ende, nuevas habilidades de los profesores a cargo de la enseñanza de áreas asociadas a las ciencias naturales.

Una alternativa viable es el uso de Recursos Educativos Digitales (RED), que se han considerado como herramientas informáticas para la gestión de la educación a distancia y la creación de contenidos (González y Hernández, 2015). El uso de estos con propósitos educativos implica fortalecer los espacios para la apropiación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la formación de profesores. Esta necesidad se ha documentado desde la década de los 90, en la que la Asociación Internacional para la Tecnología en Educación proyectaba que “los docentes deberían saber evaluar, seleccionar e integrar curricularmente estos medios en las diferentes áreas y/o niveles educativos” (Giacosa, Concarri y Giorgi,

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en
nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la
formación de profesores.

2012, p. 54). Asimismo, algunos autores afirman que es necesaria una verdadera apropiación de las TIC para que estas tengan impacto en los aprendizajes; pues la herramienta *per se* no representa un avance en la mejora de la calidad educativa (Raviolo, Álvarez y Aguilar, 2011). Esto podría favorecerse a partir de rutas de formación que permitan el avance hacia una transformación cultural basada en los procesos de enseñanza y aprendizaje con TIC (Gómez y Calderón, 2018).

En particular, para la educación científica, y especialmente para los TPL en la enseñanza de la física, se requiere identificar las estrategias que utilizan los profesores para implementar los RED y sus percepciones sobre el uso de estos recursos. Con base en ello se pretende orientar propuestas de formación que les permita desarrollar habilidades que van desde la selección crítica de los RED, hasta una fundamentación teórica y metodológica pertinente, para aprovechar su potencial pedagógico.

Por consiguiente, se pretende responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son las percepciones de los profesores sobre el uso de Recursos Educativos Digitales para el Trabajo Práctico de Laboratorio en física y qué estrategias utilizan para la implementación de estos recursos?

Referentes teóricos

Los Trabajos Prácticos de Laboratorio en Ciencias

Los Trabajos Prácticos de Laboratorio han sido objeto de múltiples discusiones (Barbera y Valdés, 1996; Caamaño, 2004, 2007; Carrascosa, Gil, Vilches, Valdés, 2006; Cortés y De la Gándara, 2007; Hodson 1994). Los fundamentos ontológicos, epistemológicos y metodológicos de este objeto de discusión han ido cambiando a través de las épocas atendiendo al papel que se le ha atribuido en los procesos de enseñanza y aprendizaje. No obstante, existe consenso frente a que permite la familiarización, observación e interpretación de los fenómenos; procesos de modelización científica; el desarrollo de destrezas tanto intelectuales como prácticas relacionadas con el carácter procedimental de la ciencia; la resolución de problemas y con ellos el pensamiento crítico y creativo (Caamaño, 2007; López y Tamayo, 2012). Dichas características de los Trabajos Prácticos de Laboratorio están en consonancia con las perspectivas didácticas actuales, en la medida que el sujeto asume un rol activo en su proceso de aprendizaje que trasciende el seguimiento mecánico de instrucciones de una guía pautada y además, se reconoce una relación de interdependencia entre el dominio teórico y experimental en la construcción del conocimiento. Lo anterior está relacionado con las características de este estudio, pues se pretende identificar la manera en que los profesores orientan los espacios de experimentación en física haciendo uso de RED.

Recursos Educativos Digitales

Un recurso educativo puede entenderse como aquel que es empleado durante los procesos de enseñanza y aprendizaje con el propósito de generar un conocimiento; mientras que los Recursos Educativos Digitales contemplan adicionalmente el componente tecnológico. En este sentido, Almerich, Suárez-Rodríguez, Belloch y Bo (2011) plantean que mientras los recursos educativos tienen en consideración únicamente el componente pedagógico, los RED se caracterizan esencialmente por dos componentes interrelacionados: el tecnológico y el pedagógico. En concordancia con la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), el MEN (2012) define un Recurso Educativo Digital como “todo tipo de material que tiene una intencionalidad y finalidad enmarcada en una acción Educativa, cuya información es Digital”.

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en
nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la
formación de profesores.

Para este trabajo se retoma la clasificación de RED de Cacheiro (2011), quien plantea tres categorías: información, colaboración y aprendizaje, reconociendo que un mismo recurso puede ser utilizado para diferentes funcionalidades. Por lo tanto, estos recursos se consideran como elementos con gran versatilidad para incorporar en diversas estrategias didácticas en la enseñanza de la física (Suárez, García y Suárez, 2016). Los RED emergen como una posibilidad con gran potencial para acompañar los TPL en física, dado que estos recursos suponen una fuente de información por medio de internet, a través de la que se puede acceder fácilmente a cualquier temática; por ejemplo, propuestas de trabajos experimentales para diferentes conceptos físicos, así como el acompañamiento en cuanto al diseño, programación y montaje de diferentes dispositivos como microprocesadores y sensores Arduino, o aplicaciones móviles para celulares.

Metodología

En el marco del paradigma cualitativo, en esta investigación se realizó un grupo de discusión con cuatro profesores de física (P1 a P4) que acompañan los cursos teórico-prácticos de un programa de formación de profesores de física en la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. El grupo de discusión es un método de investigación basado en la producción de discursos y centrado en reunir un grupo de personas para motivar una discusión sobre un tema de interés, la cual es dirigida por un moderador (Arboleda, 2008; López, 2010). En este sentido, se discutió con los profesores sobre las principales problemáticas que identifican en el desarrollo de TPL en física con RED y las características que consideran deben tener estos espacios de aprendizaje. Atendiendo a las consideraciones éticas, se realizó un consentimiento informado a partir del cual los profesores accedieron a incorporarse de manera voluntaria en el estudio. Por otra parte, para el análisis de la información registrada en el grupo de discusión, se realizó un análisis de contenido, a partir del cual se organiza e interpreta de forma sistemática la información y los datos textuales (Bardin, 2002; López, 2002).

La información recolectada fue organizada en una matriz constituida por dos categorías de análisis: *estrategias para el desarrollo de TPL en física con RED* y *percepciones acerca de los TPL apoyados en RED*. Inicialmente se pretendía recolectar información referente a las estrategias; no obstante, en el grupo de discusión emergieron elementos relacionados con las percepciones, que dieron lugar al establecimiento de dos categorías. Además de esto, para el análisis se realizó un proceso de triangulación entre fuentes de información, así como entre el marco teórico y los datos recolectados.

Resultados y discusión

Estrategias para el desarrollo de los TPL con RED

En este apartado se hacen explícitos aquellos elementos que dieron cuenta de la capacidad de los profesores para organizar y gestionar espacios de aprendizaje como el TPL apoyado en RED. Se encontró que frecuentemente recurren a experimentos caseros para abordar el componente práctico de sus respectivos cursos. En ocasiones les solicitan a los estudiantes buscar experimentos referentes al tema en cuestión y posteriormente compartir lo encontrado con sus compañeros: “los muchachos están preparando prácticas de laboratorios que ellos mismos están buscando (...) vamos a socializar lo que ellos están haciendo respecto a varios temas” (P1).

Todos los participantes manifestaron plantear preguntas para orientar el proceso de experimentación de los estudiantes: “yo estoy formulando tablas y preguntas para que el estudiante analice” (P2), “las prácticas de laboratorio virtuales que yo he



Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en
nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la
formación de profesores.

podido montar, casi siempre van acompañadas de preguntas” (P4), “en cualquier tipo de actividad que proponga, o guía de laboratorio son muy importantes las preguntas de reflexión; todo (...) gira en torno a poder darle a los estudiantes herramientas de reflexión” (P3). Como puede observarse, los profesores orientan el uso de los recursos a través de preguntas que apunten a determinados propósitos de aprendizaje. Velasco y Buteler (2017) indican que la guía que elabora el profesor debe ser “lo suficientemente flexible para guiar al estudiante en un marco de libertad de exploración e interacción que promueva el potencial de esta herramienta (p. 172). Infante (2014) señala en este mismo sentido que “la sola herramienta didáctica resulta insuficiente cuando se trata de construir competencias y que se hace estrictamente necesaria una metodología adecuada para direccionar las actividades hacia el logro de objetivos propuestos” (p. 920).

En las expresiones de dos de los participantes (P1 y P3) se ponen de manifiesto sus posturas epistemológicas en relación con los TPL. P1 menciona que en el curso se trabajaba con una guía que “al final se volvía tediosa porque el estudiante terminaba siguiendo unas instrucciones, así como el que arma una lavadora, paso por paso (...); cuando se vuelve muy mecánica la práctica se le pierde el sentido a la física”. P2 y P3, hacen explícitas algunas estrategias que utilizan para organizar los procesos de experimentación; para ello, se valen de aprendizajes que han adquirido a partir de algunos proyectos de investigación en los que han participado. Específicamente P3 indica que los profesores no pueden hacer uso de cualquier material que encuentren, sino que los deben “direccionar para que no se conviertan en un recetario”. Los planteamientos de los participantes están en consonancia con estudios en los que se afirma que la enseñanza tradicional de los TPL conlleva a una comprensión de la naturaleza de la ciencia que promueve un enfoque empírico-inductivista, caracterizado por una secuencia de pasos casi mecánicos (Fernández, 2018; Flores, Caballero y Moreira, 2009). Es importante traer a colación estas posturas epistemológicas, pues se hacen explícitas en las propuestas didácticas que construyen los profesores; y de acuerdo con autores como Séré, (2002), Carrascosa, Gil, Vilches, Valdés (2006), Malagón, Sandoval y Ayala (2013), la manera en que se concibe la ciencia determina en gran medida la configuración de la práctica docente.

Para evaluar el proceso de aprendizaje en el TPL los participantes P1, P2 y P4 manifiestan que les solicitan a los estudiantes un artículo que contemple, entre otras cosas, la sistematización y el análisis de los datos. P4 comenta que basta con que registren los datos en una tabla y le envíen evidencia fotográfica de que la experiencia efectivamente se realizó. El artículo o el informe han sido las opciones que tradicionalmente seleccionan los profesores para la evaluación; no obstante, existen otras posibilidades como la V de Gowin que se ha constituido en un dispositivo pedagógico potencial para valorar las relaciones teórico-prácticas que establecen los estudiantes en los procesos de experimentación (Flores, Sahelices y Moreira, 2009).

Percepciones de los TPL apoyados en RED

Se pudo identificar cierta confusión frente a lo que se entiende por Ambientes Virtuales de Aprendizaje y en consecuencia por RED. Por ejemplo, P1 pregunta “¿virtualidad es solamente práctica de laboratorio para hacerla en casa, filmarla y mostrarla?, ¿eso es lo virtual?; o lo virtual es que se necesitan plataformas donde usted incluya prácticas del laboratorio y se mueven (...) botones para que le produzcan ciertos resultados. P4 por su parte expresa: “yo no sé si llamarle virtualidad, porque a veces uno hace cosas como caseras”. En relación con lo anterior, Infante (2014) señala que “preparar a los docentes para incorporar de manera efectiva las TIC a su programa particular es uno de los desafíos identificados al estudiar la forma en que los profesores han utilizado estas tecnologías para diseñar sus experiencias de aprendizaje” (p. 920).



Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en
nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la
formación de profesores.

En cuanto al papel que los participantes le asignan a los RED en los TPL, P3 indica que los simuladores “te colaboran, te pueden ayudar a montar un buen experimento”. Por su parte P4 señala que su experiencia con los simuladores es simplemente el hecho de introducir datos en ellos y observar los resultados que arrojan. En relación con esto, Tapasco y Giraldo (2017), afirman que la manera en que los docentes conciben el rol de las TIC y su relevancia en los procesos académicos, incide en la apropiación de estas herramientas.

Se encontró que, si bien los profesores reconocen algunas potencialidades en los RED para acompañar los TPL, como el hecho de que complementan el ejercicio de experimentación real (P2), o que facilitan la manipulación de variables dependientes e independientes (P3); todos los participantes presentan una clara inclinación por los TPL convencionales. Estos resultados no son ajenos a otros estudios (Rodríguez y González, 2014) en los que se afirma que “desde hace varios años está consensuado por los profesores de Física que las simulaciones virtuales no sustituyen a los experimentos reales, sino que constituyen un complemento a estos” (p. 4504). Respecto a esto P1 comenta: “sé que en estos momentos hay muchas prácticas de laboratorio virtuales, hay muchas prácticas en la red, o sea los applets y mods en los que uno cambia la temperatura, el termómetro y todo. Particularmente, no estoy de acuerdo con eso, sobre todo con los termómetros, lo mejor que puede haber es tener un termómetro; es decir, agarrarlo en mi mano y leerlo”. La visión de P1 está en consonancia con lo que plantea el estudio realizado por Arguedas-Matarrita, Concari y Marchisio (2017), en el cual señalan que con las simulaciones “el estudiante no mide realmente, sino que opera sobre un modelo desarrollado por un programador” (p. 179).

De igual manera, P2 es enfático al decir que en “la física uno tiene que hacer los experimentos desde la experiencia; (...) el experimento tiene que ser montado desde la realidad, sino pues la física se volvería simulación, y es necesario un contacto directo con la experiencia. Por su parte P3 manifiesta: “al respecto de las prácticas yo considero que hay que tener en cuenta el factor más importante, poder entrar a la etapa de lo concreto (...) Piaget habla de los estadios y el asunto de que pasar a lo abstracto se hace complejo cuando no hemos aterrizado en la etapa de lo concreto”; y respecto a los TPL con RED dice que la experiencia se hace mucho más abstracta pues “simplemente modifico una aceleración y miro qué pasa con un tiempo, modifico una temperatura y miro qué pasa con el cuerpo, modifico una distancia y miro qué sucede con el campo generado”. En este mismo sentido P4 menciona que “todo aquello que se salga de lo sensorial generalmente es lo más difícil de expresar”.

Diversas investigaciones (Amaya, 2009; Alzugaray, Velasco y Buteler, 2017; García, Domínguez y Stipcich, 2014; Massa y Moreira, 2014; Raviolo, Álvarez y Aguilar, 2011) plantean que la implementación de las herramientas tecnológicas bajo posturas pedagógicas actuales es uno de los factores más importantes para alcanzar niveles profundos de comprensión. Específicamente Amaya (2009), señala que lo que determina que un entorno de aprendizaje contribuya a la construcción conceptual “es la especificidad situacional, cultural y de actividad; estos elementos pueden ser conseguidos mediante un adecuado diseño instruccional y un oportuno uso de los recursos materiales y/o virtuales” (p. 87). Los fundamentos didácticos bajo los cuales se orientan los TPL pueden ser un elemento aún más determinante para el aprendizaje, que el hecho de experimentar o no con material concreto.

Conclusiones

Los profesores manifiestan una clara inclinación por los TPL convencionales, dada la posibilidad que ofrecen de interactuar directamente con los materiales e instrumentos físicos de medida. Si bien los RED no reemplazan este tipo de espacios, son



Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

instrumentos tecnológicos que cuentan con características que favorecen el desarrollo de competencias relacionadas con los TPL.

Se presenta una visión reducida y un tanto escéptica frente a las potencialidades de los RED, pues se conciben sólo como simulaciones en las que se pueden ingresar datos y relacionar variables. La gama de RED es muy amplia, cabe mencionar algunos como la realidad virtual, los Laboratorios Remotos o los simuladores de sistemas Arduino en los que se pueden realizar múltiples procedimientos relacionados con la experimentación en física. Se requiere de un mayor uso de estas herramientas para explorar de manera rigurosa sus posibilidades para la educación en ciencias.

La mayoría de participantes manifestaron no haber contado con una formación tecnológica en su trayectoria como educadores, algunos de ellos han realizado una búsqueda autónoma de recursos para incorporarlos en sus clases; no obstante, las orientaciones didácticas para su implementación son poco claras y en esta medida, en ocasiones se recurre a un uso instrumental de dichos recursos. Lo que pone de manifiesto la necesidad de una formación tecnológica de los profesores, que les permita familiarizarse con estas herramientas y así poder favorecer procesos de aprendizaje a partir de su uso.

Este trabajo es el punto de partida en el estudio de los elementos que se deberían tener en cuenta para la construcción de propuestas didácticas que orienten el desarrollo de TPL con RED. Los resultados hacen explícita la necesidad de acompañar a los profesores de educación superior en el proceso de adaptación a los nuevos entornos de educación científica permeados de manera profunda y permanente por la tecnología.

Referencias bibliográficas

- Alís, J. C., Gil-Pérez, D., Peña, A. V., y Valdez, P. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23(2), 157-181.
- Almerich, G., Suárez-Rodríguez, J. M., Belloch, C., y Bo, R. M. (2011). Las necesidades formativas del profesorado en tic: Perfiles formativos elementos de complejidad. *RELIEVE - Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 17(2), 1-28. <https://doi.org/10.7203/relieve.17.2.4006>.
- Alzugaray, G. E., Massa, M. B., y Moreira, M. A. (2014). La potencialidad de las simulaciones de campo eléctrico desde la perspectiva de la teoría de los campos conceptuales de vergnaud. *Latin-American Journal of Physics Education*, 8(1), 91-99.
- Amaya, G. (2009). Laboratorios reales versus laboratorios virtuales, en la enseñanza de la física. *El hombre y la Máquina*, (33), 82-95.
- Arboleda, L. (2008). El grupo de discusión como aproximación metodológica en investigaciones cualitativas. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 26(1), 69-77.

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en
nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la
formación de profesores.

-
- Arguedas-Matarrita, C., Concari, S. B., y Marchisio, S. T. (2017). Una revisión sobre desarrollo y uso de Laboratorios Virtuales y Laboratorios Remotos en la Enseñanza de la Física en Latinoamérica. *Anais do Simpósio Ibero-Americano de Tecnologias Educacionais*, 177-190.
- Barbera, O., y Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 14(3), 365-379.
- Bardin, L. (2002). *El análisis de contenido*. Madrid: Ediciones Akal.
- Caamaño, A. (2004). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿una clasificación útil de los trabajos prácticos? *Alambique*, 39(8), 19.
- Caamaño, A. (2007). El trabajo práctico en ciencias. En Jiménez, M.P., Caamaño, A., Oñorbe, A. y de Pro Bueno, A. (2007) (pp.95-118). *Enseñar Ciencias*. Barcelona: GRAÓ.
- Cacheiro, M. (2011). Recursos educativos TIC de información, colaboración y aprendizaje. Pixel-Bit. *Revista de Medios y Educación*, 39(39), 69-81. <https://doi.org/http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36818685007>
- Carrascosa, J., Gil, D., Vilches, A. y Valdés, P. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23(2), 157-165.
- Cortés, Á. L. y De la Gándara Gómez, M. (2007). La construcción de problemas en el laboratorio durante la formación del profesorado: una experiencia didáctica, *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 25(3), 435-450.
- Fernández, N. (2018). Actividades prácticas de laboratorio e indagación en el aula, *TED*, 203-218
- Flores, J., Caballero Sahelices, M. C., y Moreira, M. A. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje, *Revista de investigación*, 33(68), 75-111.
- García, D., Domínguez, A. y Stipcich, S. (2014). El modelo TPACK como encuadre para enseñar electrostática con simulaciones, *Revista Enseñanza de la Física*, 8(1), 81-90.
- Giacosa, N., Concari, S. B., y Giorgi, S. (2012). Experimentar con TIC y reflexionar sobre su uso a partir de las apreciaciones de los estudiantes, *TE & ET*, 54-64.
- Gómez, A., & Calderón, G. (2018). Principios básicos para una ruta de formación en la cualificación de los docentes en el diseño y aplicación de recursos educativos digitales, *El Ágora USB*, 18(1), 236-244.
- González, G. y Hernández, F. (2015). Recursos educativos abiertos (REA): ámbitos de investigación y principios básicos de elaboración, *Opción*, 31(1), 338-354.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio, *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313.



Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en
nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la
formación de profesores.

- Infante Jiménez, C. (2014). Propuesta pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico-prácticas, *Revista mexicana de investigación educativa*, 19(62), 917-937.
- López, A. y Tamayo, A. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8(1), 145-166.
- López, F. (2002). El análisis de contenido como método de investigación, *Revista de Educación*, 4, 167–179.
- López, I. (2010). El grupo de discusión como estrategia metodológica de investigación: aplicación a un caso. *Edetania: Estudios y Propuestas Socio-Educativas*, 38, 147–156.
- Malagón Sánchez, J. F., Sandoval Osorio, S., y Ayala Manrique, M. M. (2013). La actividad experimental: construcción de fenomenologías y procesos de formalización, *Praxis filosófica*, (36).
- Ministerio de Educación Nacional. (2012). Recursos Educativos Digitales Abiertos. Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia: Graficando Servicios Integrados. [En línea]. Recuperado de: http://www.colombiaprende.edu.co/html/home/1592/articles-313597_reda.pdf
- Pontificia Universidad Javeriana - Cali /UNESCO. (2016). *Competencias y Estándares TIC desde la Dimensión Pedagógica: Una Perspectiva desde los Niveles de Apropiación de las TIC en la Práctica Educativa Docente*. Recuperado de: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/pdf/Competencias-estandares-TIC>.
- Raviolo, A., Alvarez, M. A., & Aguilar, A. (2011). La hoja de cálculo en la enseñanza de la Física: re-creando simulaciones. *Revista enseñanza de la física*, 24(1), 97-107
- Rodríguez-Llerena, D., & Llovera-González, J. J. (2014). Estrategias de enseñanza en el laboratorio docente de Física para estudiantes de ingeniería, *Latin-American Journal of Physics Education*, 8(4), 26.
- 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*, 20(3), 357-368.
- Suárez, C. A. H., García, E. T. A., y Suárez, A. A. G. (2016). Modelo de competencias TIC para docentes: Una propuesta para la construcción de contextos educativos innovadores y la consolidación de aprendizajes en educación superior, *Katharsis*, (22), 221-265.
- Tapasco, O. A., & Giraldo, J. A. (2017). Estudio Comparativo sobre Percepción y uso de las TIC entre Profesores de Universidades Públicas y Privadas, *Formación universitaria*, 10(2), 03-12.
- Velasco, J., Buteler, L., (2017). Simulaciones computacionales en la enseñanza de la física: una revisión crítica de los últimos años. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(2), 161-178.