

La idoneidad didáctica de los laboratorios remotos como recursos para la enseñanza y aprendizaje de la física

Didactic suitability of remote laboratories as resources for physics teaching and learning

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Carlos Arguedas–Matarrita¹, Sonia Beatriz Concari^{2,3} y Belén Giacomone⁴

¹Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, Cátedra de Física, Universidad Estatal a Distancia, San Pedro de Montes de Oca, CP 474–2050, San José. Costa Rica.

²Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario, Av. Pellegrini 250, CP 2000, Rosario. Argentina.

³Facultad Regional Rosario, Universidad Tecnológica Nacional, E. Zeballos 1341, CP 2000, Rosario. Argentina.

⁴Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Granada, Campus de Cartuja, CP 18071, Granada. España.

E-mail: carguedas@uned.ac.cr

Resumen

En este trabajo se busca establecer criterios de idoneidad didáctica en las facetas epistémica y ecológica sobre el uso de experimentos de acceso remoto en la enseñanza de la física en la modalidad a distancia para favorecer el diseño de estrategias de enseñanza y actividades de aprendizaje utilizando estos recursos. Representa un inicio para conformar un cuerpo teórico que permita aprovechar las ventajas educativas que reúnen los laboratorios remotos en el fortalecimiento del trabajo experimental en la enseñanza y aprendizaje de la física.

Palabras clave: Idoneidad didáctica; Laboratorio Remoto; Enseñanza de la Física.

Abstract

This research aims to establish didactic suitability criteria for the epistemic and ecological facets on the use of remote access experiments in distance physics teaching to favour the design of teaching strategies and learning activities. It represents the start for developing a theoretical framework, which considers the educational advantages of remote laboratories for the strengthening of experimental work in physics teaching and learning.

Keywords: Didactical suitability; Remote laboratory; Physics teaching.

I. INTRODUCCIÓN

El uso de Laboratorios Remotos (LR) en la enseñanza de la física y la ingeniería se registra desde hace ya más de dos décadas revelando un impacto significativo en los procesos educativos (Atkan y otros, 1996; Ma y Nickerson, 2006; Arguedas y Concari, 2016b); asimismo en los últimos años, han sido incorporados en diversas instituciones mostrando un papel esencial principalmente para el apoyo de la educación en ingeniería. Estos avances han motivado la realización de eventos científicos, tales como la *International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation* (REV) y la edición de revistas especializadas, que dan cuenta de los trabajos teórico-prácticos focalizados en estos recursos educativos y permiten discutir y enfrentar futuras líneas de investigación.

La literatura muestra un gran avance en el desarrollo de estos recursos, estrechamente vinculado a los aspectos tecnológicos, destacándose entre los resultados que los LR aumentan los logros de los estudiantes y favorecen su aprendizaje en ciencias (Lowe y otros, 2013; Alkhaldi y otros, 2016); sin embargo, Concari y Kofman (2012), detectaron que los trabajos sobre empleo de LR en la educación hacían hincapié en las cuestiones técnicas y en las ventajas prácticas que brindan los experimentos remotos, pero que

no se analizaban en profundidad cuestiones fundamentales referentes al aprovechamiento efectivo por parte de los alumnos.

Recientemente, algunos trabajos (García–Zubía y otros, 2017; Lima y otros, 2017) informan sobre resultados del empleo del LR VISIR (*Virtual Instruments and Systems in Reality*) en el aprendizaje de circuitos eléctricos empleando una metodología de enseñanza y aprendizaje por indagación (*Enquiry-based Teaching and Learning Methodology*).

A pesar de los avances, los modelos educativos en los que se sustentan las propuestas de enseñanza siguen ausentes (Arguedas y Concari, 2016a) y es también evidente la ausencia de fundamentos pedagógicos que brinden un acompañamiento en el uso de estas herramientas en el contexto educativo, para que los LR agreguen valor a la enseñanza proveyendo verdaderas oportunidades de aprendizaje (Marchisio y otros, 2014).

Por lo expuesto, resta avanzar sobre fundamentos teóricos vinculados al empleo de las tecnologías digitales, y en particular, de las experiencias de acceso remoto, para conformar un cuerpo teórico.

Diversas investigaciones en educación de las ciencias utilizan la teoría de la idoneidad didáctica como un medio para la reflexión de diversos procesos de estudio. Por ejemplo, Párra y Ávila (2015) y Farina (2016) utilizan esta teoría para valorar el uso de Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) en una clase de física y la destacan como una herramienta útil que ayuda a dilucidar qué aspectos didácticos se pueden implementar y cómo se pueden mejorar los mismos en implementaciones sucesivas. Asimismo, Giacomone y otros (2017) destacan que el uso de esta noción debería ser una competencia profesional que permita reflexionar sobre la innovación y práctica educativa.

Este artículo tiene como objetivo establecer criterios específicos de idoneidad didáctica de los LR para las facetas epistémica y ecológica que sirvan de guía para la utilización de estos recursos educativos en la enseñanza de la física en la Universidad Estatal a Distancia (UNED) de Costa Rica. En la siguiente sección se destacan los aspectos claves del marco teórico que sustenta la investigación; en la sección III se describe la metodología empleada; en la sección IV se muestran los resultados obtenidos y finalmente, en la sección V se señalan algunas conclusiones y futuras líneas de investigación.

II. LA NOCIÓN DE IDONEIDAD DIDÁCTICA

La noción de idoneidad didáctica fue introducida dentro del enfoque ontosemiótico (Godino y otros, 2006; Godino y otros, 2007; Godino y otros, 2012), como una herramienta teórico–metodológica que permite valorar un proceso de estudio puntual, un programa curricular, una propuesta didáctica, etc., como adecuado para el logro de ciertos objetivos didácticos. Sin duda, el logro de una idoneidad didáctica alta es complejo dado que participan e interactúan seis facetas:

Idoneidad epistémica: se refiere al grado de representatividad de los significados institucionales implementados (o pretendidos), respecto de un significado de referencia.

Idoneidad cognitiva: expresa el grado en que los significados pretendidos/ implementados están en la zona de desarrollo potencial de los alumnos, así como la proximidad de los significados personales logrados a los significados pretendidos/ implementados.

Idoneidad interaccional: refiere a que un proceso de enseñanza–aprendizaje tendrá mayor idoneidad desde el punto de vista interaccional, si las configuraciones y trayectorias didácticas permiten, por una parte, identificar conflictos semióticos potenciales, y por otra parte permiten resolver los conflictos que se producen durante el proceso de instrucción.

Idoneidad mediacional: expresa el grado de disponibilidad y adecuación de los recursos materiales y temporales necesarios para el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje.

Idoneidad afectiva: se refiere al grado de implicación (interés, motivación, etc.) del alumnado en el proceso de estudio. La idoneidad afectiva está relacionada tanto con factores que dependen de la institución como con factores que dependen básicamente del estudiante y de su historia escolar previa.

Idoneidad ecológica: expresa el grado en que el proceso de estudio se ajusta al proyecto educativo del centro educativo, la escuela y la sociedad y a los condicionamientos del entorno en que se desarrolla. (Godino y otros, 2007, p. 133)

Godino (2013) presenta cada una de estas facetas estructurada como un sistema general de componentes e indicadores, los cuales sirven como guía para valorar el proceso de estudio seleccionado. Para el caso de los LR, se pretende elaborar un sistema de criterios específicos que permitan ampliar y extender la propuesta general y establecer las bases para guiar el uso de este recurso en los sistemas educativos a distancia.

Sintetizar los resultados provenientes de investigaciones sobre la enseñanza y aprendizaje utilizando LR es una tarea muy compleja para el docente. En consecuencia, es necesario disponer de una guía de acción que facilite el diseño y la implementación de prácticas educativas basada en estos recursos didácticos.

cos. En este sentido, la noción de idoneidad didáctica se presenta como un sistema teórico–metodológico coherente que permite valorar la pertinencia de los LR en la enseñanza de la física, particularmente en Educación a Distancia (EaD), y tomar decisiones fundamentadas.

III. METODOLOGÍA

Se trata de una investigación cualitativa, basada en el análisis de contenido de investigaciones relevantes. Para cumplir con el objetivo propuesto se buscó literatura relativa al empleo de LR en la educación a distancia utilizando el motor de búsqueda *Google Scholar*, las bases de datos *Spriger Link*, *Scopus* y *Web of Science* dado que son potentes plataformas que reúnen revistas científicas de impacto; además de trabajos específicos incluidos en el sitio oficial del Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos (<http://enfoqueontosemiotico.ugr.es/>) relativos al uso y desarrollo de la noción de idoneidad didáctica para describir, explicar y valorar prácticas educativas en distintas áreas. Para determinar las categorías de análisis se utilizan los indicadores generales descritos por Godino (2013), con el objetivo de determinar criterios específicos de idoneidad por cada uno de los componentes que afectan a las facetas epistémica y ecológica, aplicables a los LR.

Así, para estudiar la idoneidad epistémica, se analizó la adecuación del uso de LR en la educación en física respecto a los componentes: situaciones–problemas, los lenguajes, las reglas (definiciones, propiedades, procedimientos), los argumentos y las relaciones entre ellos, que se determinan para su enseñanza. Para el caso de la idoneidad ecológica, las componentes que se analizaron son: adaptación al currículo, apertura hacia la innovación didáctica, adaptación socio–profesional, educación en valores y conexiones intra e interdisciplinarias.

IV. INDICADORES DE IDONEIDAD DIDÁCTICA

Como resultado del análisis y clasificación de la literatura, en este apartado se proponen criterios para valorar la idoneidad de los LR como recursos de enseñanza y aprendizaje de la física en EaD y se ponen en correspondencia con algunos criterios de idoneidad didáctica propuestos por Godino (2013), mostrando de esta manera su carácter particularizado.

A. Idoneidad epistémica

El trabajo de laboratorio en la enseñanza de las ciencias y la física en particular permite integrar lo conceptual y lo fenomenológico (Andrés y otros, 2006), por lo que se hace necesario que el estudiante conozca los fundamentos teóricos que se abordarán en una determinada experiencia de laboratorio para que de esta forma se pueda dar esta integración entre lo conceptual y lo fenomenológico.

En una investigación trabajando con el LR VISIR ya mencionado, García–Zubía y otros (2014) obtuvieron resultados estadísticamente significativos acerca de la eficacia de este recurso en el aprendizaje de circuitos eléctricos y, con este mismo LR, Lima y otros (2017) encontraron que su uso combinado con otros elementos como las simulaciones y el cálculo mejora el rendimiento de los estudiantes y propicia el desarrollo de habilidades de orden superior como el análisis crítico.

Por su parte, Alkhaldi y colaboradores (2016, p. 335) argumentan que el uso de un LR proporciona una rica fuente de conocimiento para mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes que debe tratar con problemas prácticos, por lo general descuidados en la teoría. Además proporcionan un medio para explorar distintos tipos de representaciones semióticas útiles para el desarrollo de conceptos, teniendo la posibilidad de explorar y razonar con distintos tipos de lenguajes (Woodfield y otros, 2005).

En la tabla I se simplifica el diálogo creado con las distintas investigaciones, producto del análisis de contenido.

TABLA I. Componentes e indicadores para la idoneidad epistémica.

<i>Componentes</i>	<i>Indicador (Godino 2013)</i>	<i>Indicador propuesto para el uso del LR</i>
• Problemas	Se proponen situaciones de expresión matemática e interpretación.	En el desarrollo de la experimentación remota se re–significan conceptos físicos y se interpretan leyes.
• Lenguajes	Las definiciones y procedimientos son claros y correctos, y están adaptados al nivel educativo al que se dirigen.	Hay claridad en los procedimientos y están adaptados para los estudiantes que realizan el LR.
• Reglas (definiciones, propiedades, procedimientos)	Se presentan los enunciados y procedimientos fundamentales del tema para el nivel educativo dado. Las explicaciones, comprobaciones y demostraciones son adecuadas al nivel educativo a que se dirigen.	Hay una guía de laboratorio que contiene los contenidos y procedimientos que se deben desarrollar a partir del LR. La práctica propuesta es adecuada al nivel y al curso en el que se utiliza el LR.
• Argumentos	Se identifican y articulan los diversos significados de los objetos que intervienen en las prácticas.	En el informe de laboratorio se articulan aspectos técnicos, conceptuales, gráficos y numéricos que permiten complementar aspectos teóricos con la experiencia realizada en el LR.

B. Idoneidad ecológica

Los LR son recursos educativos que responden a las necesidades de la EaD, debido a que son prácticas reales que no requieren del desplazamiento de los estudiantes para poder acceder a los mismos permitiendo el trabajo autónomo pero siempre contando con la guía de un tutor. Lerro y Marchisio (2016) señalan que utilizando este recurso los estudiantes muestran autonomía al planificar y elegir las actividades experimentales.

No cabe duda que las TIC cumplen un rol protagónico en la EaD actual ya que permiten complementar y fortalecer los procesos educativos y en particular, los LR serían idóneos para el diseño de propuestas didácticas en esta modalidad educativa. En el caso de la UNED, en su modelo pedagógico, las TIC:

Se valoran como recursos que permiten generar procesos más autónomos para el desarrollo del aprendizaje por parte de los estudiantes, y que ofrecen a los docentes formas o alternativas distintas para implementar opciones pedagógicas que respondan a la heterogeneidad de los contextos educativos en un sistema a distancia. (UNED, 2004, p. 27)

En este sentido, los LR son recursos que están en consonancia con la visión que se tienen de las TIC en la UNED y se pueden constituir como elementos centrales de propuestas didácticas en la modalidad a distancia, como ocurre en la UNED de España (De la Torre y otros, 2013; Dormido y De la Torre, 2015), la Universidad de Deusto (García–Zubia y otros, 2014), la Universidad Federal de Santa Catarina (Simão y otros, 2016) y en la Universidad Nacional de Rosario (Lerro y Marchisio, 2016), entre algunas de las instituciones que han incorporado estas herramientas en su propuesta educativa presencial, o a distancia. En la Tabla II se muestran los indicadores para la idoneidad ecológica.

TABLA II. Componentes e indicadores para la idoneidad ecológica.

<i>Componentes</i>	<i>Indicador (Godino 2013)</i>	<i>Indicador propuesto para el uso del LR</i>
• Adaptación al currículo	Los contenidos, su implementación y evaluación se corresponden con las directrices curriculares.	El LR responde a las necesidades curriculares y al proyecto educativo de la modalidad a distancia.
• Apertura hacia la innovación didáctica, • Adaptación socio–profesional	Integración de nuevas tecnologías (calculadoras, ordenadores, TIC, etc.) en el proyecto educativo.	Se realiza una integración del LR con los demás recursos tecnológicos educativos que se utilizan en el curso (simulaciones, laboratorio tradicional).
• Educación en valores • Conexiones intra e interdisciplinares	Los contenidos contribuyen a la formación socioprofesional de los estudiantes.	La utilización del LR contribuye a la formación profesional de los estudiantes, y facilita la comprensión de la física en EaD.

Una característica deseable en un recurso educativo para la EaD es que permita el aprendizaje ubicuo de tal forma que el estudiante decida el lugar y el momento para acceder al mismo (Burbules, 2014). Para ello, el LR debe ser alojado en una multiplataforma y preferiblemente no debe requerir de la instalación de algún software o complemento de tal forma que permita una interacción sencilla entre el usuario y el experimento (Velásquez y otros, 2016), ya que en ocasiones se vuelve más complejo acceder al recurso que el desarrollo de la propia experiencia en el mismo (Arguedas y otros, 2016). Por esta razón, tanto el ingreso como el uso del LR deben ser intuitivos, ya que como señala García-Zubía (2017) *el valor del LR se lo da el usuario* (comunicación personal).

V. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado el proceso de elaboración de un sistema de componentes e indicadores de idoneidad didáctica para el tópico específico de los LR, el cual no puede considerarse como definitivo dado su carácter teórico e inclusivo (Cruz y otros, 2017).

Este sistema funciona como una guía de criterios o heurísticas que orientan tanto al investigador como al profesorado en la organización de diseños educativos idóneos; asimismo, es una herramienta potente que permite evaluar la idoneidad de una implementación efectiva estudiando si se cumplen o no dichos criterios.

Desde lo investigado, se puede concluir *a priori* que los LR satisfacen con las facetas epistémica y ecológica de idoneidad didáctica. Se espera en un siguiente trabajo diseñar y aplicar un instrumento que permita corroborar esta hipótesis.

Por último, como destacan Párra y Ávila (2015), este tipo de investigación implica “*un reto metodológico, dada la cantidad y tipo de datos que se han de recoger y la complejidad del análisis de datos para cada faceta*” (p. 2).

Tal como se presenta en el modelo teórico de la teoría de la idoneidad didáctica, cada una de las seis facetas que participan en los procesos de estudio, no lo hacen de manera aislada; se entiende que interactúan entre sí formando redes de conocimiento complejas. Esto abre una línea de investigación más amplia en la que se pretenderá avanzar hacia la conexión de la idoneidad de la faceta ecológica–epistémica respecto a las demás facetas: cognitiva (¿qué y cómo aprende el estudiante a partir del empleo de LR?), afectiva (¿cuáles son las motivaciones y actitudes de los estudiantes hacia este recurso?), interaccional (¿cómo son las relaciones estudiante–LR–docente?) y mediacional (¿cómo se gestiona el número de alumnos y el tiempo dedicado a la enseñanza, como también la inclusión de materiales tecnológicos y didácticos?).

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Estatal a Distancia (UNED) por la beca otorgada a través del Acuerdo de Mejoramiento Institucional (AMI) para la realización del Doctorado en Educación en Ciencias Experimentales en la Universidad Nacional del Litoral, Argentina.

Este trabajo ha sido realizado en el marco de los proyectos: UNR–1ING505 de la Universidad Nacional de Rosario, TEUTNRO0004551 de la Universidad Tecnológica Nacional y de los proyectos EDU2012–31869 y EDU2013–41141–P, del Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO), España.

REFERENCIAS

Aktan, B., Bohus, C. A., Crowl, L. A. y Shor, M. H. (1996). Distance learning applied to control engineering laboratories. *IEEE Transactions on education*, 39(3), 320–326.

Alkhaldi, T., Pranata, I. y Athauda, R. I. (2016). A review of contemporary virtual and remote laboratory implementations: observations and findings. *Journal of Computers in Education*, 3(3), 329–351.

Andrés, M. M., Pesa, M. A. y Moreira, M. A. (2006). El trabajo de laboratorio en cursos de física desde la teoría de campos conceptuales. *Ciência e Educação*, 12(2), 129–142.

Arguedas, C. y Concari, S. B. (2016a). Laboratorios remotos para la enseñanza de la física: características tecnológicas y pedagógicas. *Revista de Enseñanza de la Física*, 28(Extra), 235–243.

- Arguedas, C. y Concari, S. B. (2016b). Remote laboratories used in physics teaching: a state of the art. Presentado en *REV2016 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation*, 24–26 de febrero, Madrid, España.
- Arguedas, C., Ureña, F. y Conejo, M. (2016). Laboratorios remotos: Herramientas para fomentar el aprendizaje experimental de la Física en educación a distancia. *Lat. Am. J. Phys. Educ.*, 10(3), 3309, 1–5.
- Burbules, N. C. (2014). El aprendizaje ubicuo: nuevos contextos, nuevos procesos. *Revista Entramados – Educación y Sociedad*, 1(1), 131–135.
- Concari, S. B. y Kofman, H. A. (2012). Laboratorio remoto: una tecnología emergente para la formación en ingeniería. *XVII Congreso Internacional Tecnologías para la Educación y el Conocimiento. Tecnologías Emergentes XVIICITEC2012*, 3–5 de Julio, Madrid, España.
- Cruz, A., Gea, M. M. y Giacomone, B. (2017). Criterios de idoneidad epistémica para el estudio de la geometría espacial en educación primaria. En J. M. Contreras, P. Arteaga, G. R. Cañadas, M. M. Gea, B. Giacomone y M. M. López–Martín (Eds.), *Actas del Segundo Congreso Internacional Virtual sobre el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos*. Granada, España: CIVEOS.
- De la Torre, L., Dormido, S., Heradio, R., Sánchez, J., Sánchez–Fernández, J. P., Carreras, C. y Yuste, M. (2013). Laboratorios remotos de Física. *Revista Española de Física*, 27(1), 1–4.
- Dormido, S. y De la Torre, L. (2015). Using remote and virtual laboratories in science and engineering in UNED. Conferencia llevada a cabo en el *Workshop on Remote Experiments for HE*, The Open University, Milton Keynes, UK.
- Farina, J. A. (2016). Análisis de una intervención didáctica en el nivel universitario básico para la enseñanza de la entropía. *Revista de Enseñanza de la Física*, 28(1), 7–20.
- García–Zubía, J. (2017). Laboratórios Virtuais e Remotos na Educação. Mesa redonda llevada a cabo en el *I Simpósio Ibero–Americano de Tecnologias Educacionais*, Araraquara, Santa Catarina, Brasil.
- García–Zubía, J. Cuadros, J. Romero, S., Hernández–Jayo, U. Orduña, P., Guenaga, M. González–Sabate, L. y Gustavsson, I. (2017). Empirical Analysis of the Use of the VISIR Remote Lab in Teaching Analog Electronics in *IEEE Trans. on Education*, 60(2), 149–156.
- García–Zubía, J. Romero, S. Guenaga, M. Hernández–Jayo, U. Angulo, I. Cuadros, J. González–Sabaté, L. Orduña, P. Dziabenko, O. y Rodríguez–Gil, L. (2014). Experiencia de Uso y Evaluación de VISIR en Electrónica Analógica. Presentando en: *XI congreso de Tecnologías, Aprendizaje y Enseñanza de la Electrónica –TAAE 2014*, 11–13 de junio, Bilbao, España.
- Giacomone, B., Godino, J. D. y Beltrán–Pellicer, P. (2017). Developing the prospective mathematics teachers’ didactical suitability analysis competence. *Educação e Pesquisa* (en prensa).
- Godino, J. D. (2013). Indicadores de la idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 8(11), 111–132.
- Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2007). The onto–semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39(1–2), 127–135.
- Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2012). Un enfoque ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática. *Perspectivas en la Didáctica de las Matemáticas*, 47–78.
- Godino, J. D., Bencomo, D. Font, V. y Wilhelmi, M. R. (2006). Análisis y valoración de la idoneidad didáctica de procesos de estudio de las matemáticas. *Paradigma*, 27(2), 221–252.
- Lerro, F. y Marchisio, S. (2016). Preferences and uses of a remote lab from the students’ viewpoint. *International Journal of Online Engineering*, 12(3), 53–57.

- Lima, N., Zannin, M., Viegas, C. Marques, A., Alves, G., Felgueiras, M. C. Costa, R. Fidalgo, A. Da Silva, J. Pozo, M.I. Dobboletta, E., Gustavsson, I. y García-Peñalvo, F. (2017). The VISIR+ project—helping contextualize math in an engineering course. Presentado en 4th *Experiment@ International Conference (exp. at'17)*, 6–8 de junio, Faro, Portugal.
- Lowe, D., Newcombe, P. y Stumpers, B. (2013). Evaluation of the use of remote laboratories for secondary school science education. *Research in Science Education*, 43(3), 1197–1219.
- Ma, J. y Nickerson, J. V. (2006). Hands-on, simulated, and remote laboratories: A comparative literature review. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 38(3), 1–24.
- Marchisio, S., Concari, S., Lerro, F. y Kofman, H. (2014). Acerca de logros y dificultades: valorando desarrollos tecnológicos y experiencias educativas con laboratorios remotos en Argentina. En: Ma. C. Domínguez Garrido, Ma. L. Cacheiro González y J. Dulac Ibergallartu (Eds.), *Diálogo entre culturas: Estrategias didácticas y tecnologías educativas. Pizarra digital*. Madrid: UNED.
- Parra, F. J. y Ávila, R. (2015). Hacia una idoneidad didáctica en una clase de Física. *Latin-American Journal of Physics Education*, 9(1), 1–7.
- Simão, J. P., Lima, J. P., Heck, C., Coelho, K., Mellos, L.C., Bilessimo, S. M. y Da Silva, J. B. (2016), February). A remote lab for teaching mechanics. Presentado en *REV2016 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation*, 24–26 de febrero, Madrid, España.
- Torres-Salinas, D., Ruiz-Pérez, R. y Delgado-López-Cózar, E. (2009). Google Scholar como herramienta para la evaluación científica. *El profesional de la información*, 18(5), 501–510.
- UNED. (2004). El Modelo Pedagógico de la Universidad Estatal a Distancia. Aprobado por el Consejo Universitario en sesión No. 1714–2004. Recuperado de http://www.uned.ac.cr/conuniversitario/images/docs_cu/politicas_academicas/ModeloPedagogico_000.pdf Sitio consultado en julio de 2017.
- Velásquez, Y., Ramos, O. y Amaya, D. (2016). Technology Used for the Implementation of Remote Laboratories. *International Journal of Applied Engineering Research*, 11(11), 7456–7461.
- Woodfield, B. F., Andrus, M. B., Andersen, T., Miller, J., Simmons, B., Stanger, R. (...) y Bodily, G. (2005). The virtual ChemLab project: A realistic and sophisticated simulation of organic synthesis and organic qualitative analysis. *Journal of Chemical Education*, 82(11), 1728.