

Las TIC en la enseñanza científico-técnica hispanoamericana: Una revisión bibliográfica

José Luis López-Quintero

f92loquj@uco.es

Universidad de Córdoba, España

Alfonso Pontes-Pedrajas

apontes@uco.es

Universidad de Córdoba, España

Marta Varo-Martínez

fa2vamam@uco.es

Universidad de Córdoba, España

Resumen

Este trabajo analiza investigaciones en la enseñanza universitaria de las ciencias que han incorporado tecnologías de la información y comunicación (TIC) como recurso básico de su metodología educativa. Para ello se ha realizado una revisión bibliográfica seleccionando artículos de investigación que han sido publicados en los últimos siete años en revistas educativas y actas de congresos del ámbito hispanoamericano. Se pretende, por tanto, ofrecer una visión global del estado actual en este campo. La mayor parte de la bibliografía consultada sostiene que el papel de los profesores sigue siendo clave para conseguir eficacia en la educación científico-técnica, siendo la tecnología un recurso que complementa la acción docente. A través del análisis realizado se observa cómo ciertos recursos digitales se han mantenido constantes en el tiempo y siguen siendo objeto de interés por sus aportaciones pedagógicas. Por otra parte, en los últimos años han aparecido herramientas de carácter novedoso que presentan todavía una incorporación escasa dentro del entorno universitario, como son los sistemas móviles o las redes sociales. También se aprecia que, independientemente de la tecnología utilizada, los alumnos valoran positivamente la introducción de nuevas metodologías basadas en las TIC. Asimismo, algunos trabajos ponen de manifiesto que buena parte de la enseñanza es aún unidireccional y basada en información estática, y por tanto, se requiere un esfuerzo por parte de los profesores para fomentar la participación de los alumnos.

Palabras claves

Educación científica; TIC; innovación didáctica; contexto universitario; recursos didácticos

The role of ICT in Hispanic American scientific and technological education: A review of literature

José Luis López-Quintero

f92loquj@uco.es

Universidad de Córdoba, Spain

Alfonso Pontes-Pedrajas

apontes@uco.es

Universidad de Córdoba, Spain

Marta Varo-Martínez

fa2vamam@uco.es

Universidad de Córdoba, Spain

Abstract

This study reviews research papers in higher science education which include information and communication technologies (ICT) as part of their teaching methodologies, and located at the Spanish American countries. A literature review had been performed by selecting papers published within the last seven years among scientific journals and conference proceedings. The aim is finding the state of the art in this field. It's found that the majority of authors consider the role of the teacher as the key factor to reach efficiency for scientific and technological teaching. It's also found that some early digital resources are still used, and at the same time, some new ones are emerging, such as social networks. A positive evaluation on the incorporation of ICT is done by students for all the methodologies relying in digital resources. Also some works show that the communication is still one-way direction from teacher to students, and also based on fixed and non interactive methodologies. An effort by teachers to enhance the participation of students is needed.

Keywords

Scientific education; ICT; educational innovation; higher education; didactic resources

I. Introducción

a. TIC en la universidad

Entre las tecnologías digitales no cabe duda de que los ordenadores se han ido convirtiendo en una herramienta indispensable para la educación universitaria. Especialmente, en la última década, los equipos portátiles han ido adquiriendo usuarios frente a los de sobremesa (Bautista, Escofet, Forés, López, & Marimon, 2013). Esto ha contribuido en gran medida a que el formato digital haya sustituido al papel impreso en diversas fases del proceso educativo como pueden ser: lectura de apuntes del profesor, consulta bibliográfica, entrega de tareas o procesos de evaluación basados en pruebas online etc... Esta popularidad de los ordenadores portátiles hace que dentro de los recintos universitarios sea frecuente encontrarse con alumnos que hacen uso de los mismos en bibliotecas y espacios destinados al estudio tanto personal como en grupo. También están presentes en los domicilios particulares de los estudiantes. En referencia a esto, Sevillano, Quicios, & González (2016) encontraron, mediante un amplio estudio, que las viviendas son el lugar donde los estudiantes emplean más tiempo haciendo uso de los mismos. También observaron que la frecuencia de utilización aumenta especialmente entre los estudiantes más jóvenes quienes, lejos de destinarlo únicamente a actividades académicas, le añaden un componente lúdico.

Junto con el abaratamiento del coste de los portátiles, los teléfonos móviles han ido evolucionando hasta adquirir la capacidad de navegar por Internet de forma eficiente, pudiendo hacer uso de todos los recursos que proporciona Internet. Estos dispositivos también han ido reduciendo su precio y se presentan como un recurso accesible a la mayoría de los estudiantes universitarios. Su ubicuidad y capacidad para acceder a la red desde cualquier lugar favorece que los alumnos lo integren de manera espontánea en su proceso de aprendizaje y, a su vez, éste se produce de forma simultánea con otras actividades no educativas (De La Hoz, Acevedo, & Torres, 2015). Entre algunas de las principales funciones académicas otorgadas a estos dispositivos se encuentran la búsqueda de información y la comunicación con otros compañeros para resolver dudas (Quicios, Sevillano, & Ortega, 2013). Esta capacidad justifica que su integración y aplicación en propuestas y metodologías docentes se entienda como una necesidad urgente y una adaptación hacia una realidad que ya está presente en el proceso de aprendizaje de los alumnos universitarios hispanoamericanos (Vázquez, Sevillano, & Fombona, 2016).

Junto con este avance de los dispositivos, también han ido surgiendo en los últimos años nuevas formas de comunicación telemáticas mucho más eficientes —conocidas como redes sociales— que igualmente forman parte de los estudiantes de universidades hispanoamericanas desde hace años (Guzmán, Del Moral, & González, 2012). Las mismas presentan un potencial amplio para fines docentes y se consideran una necesidad educativa desde principios de esta década (Espuny, González, Lleixà, & Gisbert, 2011). Esto es debido a que permiten, mediante una cuenta personal, acceder a servicios como mensajería instantánea, visualizar archivos multimedia desde cualquier dispositivo a través de la nube o compartirlos y comentarlos de forma instantánea con otros usuarios. Esto propicia que los alumnos estén siempre conectados y sean capaces de encontrar información o de resolver dudas en el mismo instante que lo requieran. No obstante, en un estudio donde participaron 908 estudiantes de distintas titulaciones Navaridas & Jiménez (2016) encontraron que los ambientes de aprendizaje considerados más eficaces por los estudiantes son: el estudio personal y las explicaciones del profesor. Esto se muestra acorde con lo encontrado por San Martín, Santamaría, Hoyuelos, Ibáñez, & Jerónimo (2014), quienes tras encuestar a un

número similar de alumnos universitarios de nuevo ingreso obtuvieron que la incorporación —sin caer en excesos— de las TIC se encuentran entre las competencias que esperan encontrarse en sus futuros profesores universitarios.

b. Enseñanza superior de la ciencia

La enseñanza científico-técnica tiene como meta formar a sus alumnos para que sean capaces de analizar su entorno desde una perspectiva crítica y rigurosa acorde con el método científico. Para ello se necesita transmitir tanto una carga conceptual elevada como una metodología propia que requiere tanto contenidos teóricos como competencias experimentales. Este tipo de educación, no obstante, se encuentra con varios obstáculos que están ampliamente recogidos en la literatura especializada. Algunos de éstos son las concepciones previas de los alumnos (Gil-Perez & Carrascosa, 1990) o la tendencia a la repetición memorística de algoritmos para la resolución de problemas (Dufresne, Gerace, & Leonard, 1997). Esto último es lo contrario a fomentar acciones educativas útiles como son la necesidad de experimentación, el uso del razonamiento o la formulación de hipótesis.

Dada la intención de superar estos obstáculos educativos, además de las investigaciones puramente pedagógicas sobre el proceso de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, se fomentan nuevas metodologías para potenciar el aprendizaje significativo y crítico, muchas de ellas dependiendo de tecnologías digitales. Estos recursos no son una novedad. Actividades como la incorporación del diálogo, el trabajo cooperativo y los recursos tecnológicos llevan años presentes en la enseñanza universitaria de las ciencias. Hake (1998) definió la enseñanza científica tradicional como: aquella que se basa exclusivamente en clases teóricas de comunicación unidireccional, recetas de laboratorio y resolución algorítmica de ejercicios y exámenes. En contraposición se refirió a las metodologías interactivas —interactive engagement en lengua inglesa— como: aquellas diseñadas para promocionar el aprendizaje significativo a través de un modelo de comunicación basado en técnicas interactivas y que propician una retroalimentación inmediata, a través de la discusión entre estudiantes y profesores. Asimismo, Hake (1998) a partir de un estudio, donde participaron más de seis mil alumnos de física, encontró que las clases que incorporan interactividad pueden incrementar la efectividad de los procesos de enseñanza, cuando se comparan con aquellas que incorporan metodologías tradicionales. Adicionalmente, encontró que las metodologías basadas en las TIC promueven una mejora en la habilidad de resolver problemas.

A través de una revisión bibliográfica Webb (2005) identificó varios valores que se potencian al incorporar las TIC a la pedagogía de las ciencias. Entre los mismos se encuentran: promover un mejor rendimiento cognitivo, proporcionar una visión más amplia de las experiencias que permite relacionar los conceptos con el entorno cercano y facilitar la recolección y presentación de datos empíricos. En otra revisión de literatura centrada en la relación de las TIC con el aprendizaje significativo de las ciencias, Romero & Quesada (2014) reflexionaron sobre el potencial de la tecnología educativa para promoverlo. Encontraron que existen estudios que muestran evidencias de que la incorporación de las TIC puede ayudar a: resolver problemas cuantitativos, entender conceptos físicos o desarrollar destrezas espaciales. Asimismo, recalcaron la importancia de diseñar metodologías basadas en nuevas tecnologías con la finalidad de fomentar la interactividad a través de discusiones y debates valiéndose de foros digitales.

c. Justificación y objetivos

Esta nueva realidad tecnológica descrita anteriormente ya forma parte del modo en que los universitarios de nuevo ingreso se relacionan con su entorno académico y de la tendencia hacia la que se mueven las universidades. Por otra parte, fomentar el razonamiento y el juicio crítico de los futuros graduados en carreras científico-técnicas es uno de los objetivos prioritarios de la educación en este ámbito. Tales motivos justifican el presente trabajo, cuya meta consiste en hacer una revisión de los últimos avances en educación científico-técnica que han integrado recursos TIC dentro del proceso educativo. Para su elaboración se han considerado sólo investigaciones primarias cuya actividad haya sido llevada a cabo en universidades hispanoamericanas, en la modalidad presencial o semi-presencial.

Los trabajos han sido seleccionados a través una búsqueda actualizada en publicaciones de revistas de educación y tecnología. Con motivo de adquirir una visión más completa también se han analizado algunos trabajos presentados en congresos internacionales. No obstante, se ha dado prioridad a los trabajos publicados en revistas indexadas, para garantizar que éstos hayan sido sometidos a una revisión por pares. Se trata, por tanto, de un estudio de carácter descriptivo, orientado a presentar una visión global sobre esta temática.

II. Las TICS en la enseñanza científica universitaria

Para hacer más fácil la lectura del texto se han clasificado los trabajos analizados en las siguientes categorías: las TIC como recurso de innovación metodológica, los nuevos retos para el profesorado y el aprendizaje de los alumnos con la ayuda de las TIC. La tabla 1 recoge una clasificación de los artículos publicados en revistas que han sido considerados en este trabajo, clasificados por áreas de conocimiento. Los resultados de la revisión se describen en las siguientes secciones:

Área	Autores
Ciencias Naturales	Garófalo y otros (2016); Inzunza y otros (2012); Murga-Menoyo y otros (2011); Pontes & Varo-Martínez (2014)
Física	Arribas y otros (2015); Ferrer-Roca y otros (2016); López-Quintero y otros (2016); Nájera y otros (2010); Ortega & Martínez (2011); Pontes (2014); Rodríguez-Llerena & Llovera-González (2010)
Ingeniería	Alducin-Ochoa & Vázquez-Martínez (2014); Briede y otros (2016); Carpio y otros (2014); Jara y otros (2011); Martínez-Caro & Campuzano-Bolarín (2011); Méndez & González (2010); Soler y otros (2012); Zaldívar y otros (2015)
Multidisciplinar	Marcelo y otros (2016)
Química	Barreto & Barreto (2013); Beltrán (2013); Cuevas-Aranda y otros (2014); Fernández-César & Aguirre-Pérez (2013); Fiad & Galarza (2015); Martínez y otros (2013); Sebastian & Gimenez (2016)

Tabla 1: Sumario de publicaciones clasificadas por áreas de conocimiento

a. Las TIC como recursos didácticos ligados a la innovación educativa

La tabla 2 muestra una síntesis de los trabajos considerados agrupados según el recurso digital utilizado. Entre éstos se observa como las simulaciones siguen estando presentes en la enseñanza

de ciencias. Las mismas siguen mostrando su relevancia didáctica, especialmente entre las ramas más experimentales, en forma de laboratorios virtuales (LV). Éstas se basan en recreaciones computacionales de experimentos, tanto teóricos como de laboratorio, que permiten obtener medidas y resultados sin necesidad de adquirir instrumentación específica. Por consiguiente, permiten reforzar competencias como la capacidad de análisis y el razonamiento crítico (Cuevas-Aranda, Fernández-Valdivia, Parra-Ruiz, & Navarro-Nieto, 2014). Entre las asignaturas donde los LV han adquirido más popularidad se encuentran la química (Cuevas-Aranda y otros, 2014; Fernández-César & Aguirre-Pérez, 2013), la física (Rodríguez-Llerena & Llovera-González, 2010; Zavala, Quezada-Espinoza, & del Campo, 2015) o las ciencias naturales (Garófalo, Chemes, & Alonso, 2016).

Otro recurso de gran utilidad en la educación universitaria son las plataformas de gestión virtual de cursos y asignaturas. Entre éstas destaca Moodle, que se utiliza en numerosas universidades desde hace más de diez años y se considera como una propuesta atractiva por muchos docentes del ámbito científico (Beltrán, 2013; Inzunza, Rocha, Márquez, & Duk, 2012; Ortega & Martínez, 2011; Peralta, Calderon, & Rojas, 2011). Su aceptación se ve fomentada por el hecho de que, además de ser gratuita, permite una instalación local en los servidores propios de cada centro, consiguiendo así una configuración que se ajusta tanto a las necesidades docentes como corporativas de cada universidad. Aunque se trata de una plataforma de gestión académica, que permite administrar los contenidos necesarios para la actividad docente, también tiene funcionalidades que la convierten en un punto de encuentro donde los estudiantes pueden comunicarse entre ellos y con el profesor. Para ello hace uso de mensajes privados y foros específicos para cada materia. Si bien estas características acercan a la plataforma al ámbito de las redes sociales, la interacción no es tan fluida como cabría esperar. Otra plataforma digital —de carácter comercial— utilizada por docentes de ciencias es WebCT (Alducin-Ochoa & Vázquez-Martínez, 2014; Martínez-Caro & Campuzano-Bolarín, 2011).

Otras tecnologías con amplio recorrido internacional son los sistemas de respuesta inmediata, elegidos por un número creciente de docentes para complementar sus clases teóricas (Barragués, Morais, Juncal, & Guisasola, 2013; López-Quintero, Varo-Martínez, Laguna, & Pontes, 2016; Nájera, Villalba, & Arribas, 2010). Esta tecnología se basa en un conjunto de mandos a distancia que, utilizados por los alumnos, interaccionan con el ordenador portátil del profesor mediante un software específico y permiten mostrar en una pantalla los resultados de dicha interacción. Así, los alumnos pueden responder de manera anónima e instantánea a preguntas formuladas por los profesores durante el transcurso de las clases. También se encuentran profesores que elaboran vídeos educativos para sus estudiantes. Respecto a esto, Ferrer-Roca y otros (2016) señalan algunas ventajas como pueden ser la posibilidad de llevar experiencias a las aulas o la utilización de la cámara lenta para poder observar fenómenos físicos de corta duración.

También se encuentran trabajos donde los docentes se apoyan en técnicas de representación de conocimiento a través de mapas conceptuales en formato digital, usando CmapTools como soporte informático (Murga-Menoyo, Bautista-Cerro, & Novo, 2011; Pontes & Varo-Martínez, 2014). Por otra parte, diversas redes sociales se están incorporando recientemente a la práctica educativa, pero no resultan tan novedosas en el contexto de la vida diaria de los estudiantes, quienes sí hacen un uso intensivo de ellas como instrumento de ocio (Zaldívar, Tripp, Aguilar, Tovar, & Anguiano, 2015). Su implementación en las metodologías docentes todavía es escasa, no obstante se encuentran algunos trabajos donde son usadas por profesores de ciencias experimentales

(Martínez, Corzana, & Millán, 2013).

Entre los recursos menos frecuentes, y de carácter más novedoso, se encuentran los móviles de tipo *smartphone*. Uno de sus usos puede ser convertirlos en instrumentos de medición para complementar las prácticas de laboratorio. Así, Arribas, Escobar, Suarez, Najera, & Beléndez (2015) crearon una experiencia donde los alumnos midieron los campos electromagnéticos de imanes, a través de una aplicación (*app*) que permite usar el sensor que estos dispositivos traen incorporado. Igualmente Sans y otros (2015) aplicaron la misma metodología incluyendo también el acelerómetro que se encuentra en su interior. Por otra parte, también se encuentra como Carpio, Mateo, Merelo, & Rivas (2014) incorporaron metodologías basadas en la gamificación, introduciendo a sus alumnos en una competición internacional online de inteligencia artificial (Google AI Challenge).

Recurso	Autores
Plataforma virtual	Alducin-Ochoa & Vázquez-Martínez (2014); Beltrán (2013); Briede y otros (2016); Carpio y otros (2014); Inzunza y otros (2012); Martínez-Caro & Campuzano-Bolarín (2011); Ortega & Martínez (2011); Soler y otros (2012)
Redes sociales	Martínez y otros (2013)
Simulación	Cuevas-Aranda y otros (2014); Fernández-César & Aguirre-Pérez (2013); Fiad & Galarza (2015); Garófalo y otros (2016); Jara y otros (2011); Méndez & González (2010); Rodríguez-Llerena & Llovera-González (2010)
Sistemas de respuesta inmediata	Barragués y otros (2013); López-Quintero y otros (2016); Nájera y otros (2010)
Mapa conceptual digital	Murga-Menoyo y otros (2011); Pontes (2014), Pontes & Varo-Martínez (2014)
Smartphone	Arribas y otros (2015); Zaldívar y otros (2015)
Vídeo multimedia online	Ferrer-Roca y otros (2016); Sebastian & Gimenez (2016)

Tabla 2: Sumario de publicaciones clasificadas por recurso TIC.

b. Nuevos retos para la acción docente del profesorado

La mayoría de los estudios consideran que las TIC por sí mismas no constituyen herramientas suficientes para el aprendizaje autónomo de los alumnos. El papel del profesor es fundamental para poder aprovechar las ventajas que ofrecen los entornos digitales y para fomentar un cambio metodológico que favorezca el trabajo activo del alumnado y el aprendizaje significativo. Para conseguir este objetivo, además de incrementar la motivación del alumnado (Briede, Cabello, Pérez, & Arriagada, 2016; Fredes, Hernández, & Díaz, 2012; Marcelo, Yot, & Mayor, 2015; Ramos, Herrera, & Ramírez, 2010), también se plantean nuevos retos para los docentes que han de conseguir que la integración de las ayudas digitales sea provechosa en el proceso de enseñanza. Con relación a las nuevas competencias de los profesores, Covarrubias (2014) considera que es necesario que el docente haga un esfuerzo adicional para evitar que los alumnos se distraigan durante el transcurso de las clases al realizar un uso didáctico de los dispositivos móviles.

Respecto al uso de simulaciones, Fernández-César & Aguirre-Pérez (2013) sugieren que es

necesario que las mismas sean complementadas con experimentos reales para conseguir que los estudiantes puedan desarrollar las habilidades motoras necesarias para el uso de instrumentos de medición de laboratorio. De la misma forma, Rodríguez-Llerena & Llovera-González (2010) señalan que complementar ambas hace que los estudiantes recuerden con mayor frecuencia los conceptos teóricos presentes en las prácticas. Adicionalmente, como complemento formativo a estas prácticas simuladas, es necesario enseñar a los estudiantes a utilizar el software específico de cada una de ellas (Cuevas-Aranda y otros, 2014; Fernández-César & Aguirre-Pérez, 2013). No obstante, algunos autores señalan que las dificultades de aprendizaje de estas herramientas se solucionan rápidamente (Garófalo y otros, 2016).

Debido a la aparición de nuevas formas de comunicación, como las redes sociales, es necesario que los profesores sepan adaptarse a tales cambios para aprovechar todo el potencial de las TIC (Gómez-Aguilar, Roses-Campos, & Farias-Battle, 2012). También con respecto a las redes sociales Martínez y otros (2013) señalan que el docente debe actuar como guía y moderador de las conversaciones de los estudiantes. Por otra parte, aunque los alumnos están familiarizados con el uso de Internet como herramienta de búsqueda de información, Comas, Sureda, & Mut-Amengual (2010) señalan que hace falta fomentar estrategias formativas para cambiar algunos hábitos de los estudiantes, como puede ser enseñarles a encontrar información relevante a través de portales académicos específicos, en contraste con los buscadores más generalistas, donde predomina Google.

Con respecto a la utilización que hacen los profesores de las TIC, y en el mismo marco del uso de la red como instrumento de adquisición de contenidos, Marcelo, Yot, & Perera (2016) realizaron un estudio donde participaron 197 profesores de diversas ramas de la ciencia, encontrando que esta competencia relacionada con el uso de buscadores y navegadores es la más frecuente entre los docentes. Asimismo utilizan recursos audiovisuales, pero muestran más competencias en reutilizar documentos encontrados en la red que en crear sus propios contenidos destinados a la enseñanza. Adicionalmente, para la elaboración de material didáctico la herramienta más popular es Powerpoint, frente a otros medios como podcasts, webs, o mapas conceptuales. Igualmente — señalan Marcelo y otros— los profesores reportan un menor grado de competencias con herramientas sociales de comunicación como: wikis, blogs o redes sociales. Los autores citados también encuentran que las aplicaciones de los smartphones presentan la menor tasa de uso entre los profesores universitarios.

En otro estudio, donde participaron 941 profesores universitarios —de los cuales la mitad pertenecen a ramas científicas—, Marcelo y otros (2015) encontraron que el empleo más frecuente de las TIC corresponde a realizar tareas que complementan la enseñanza tradicional. Ésta se caracteriza por un modelo de comunicación unidireccional y entre sus soportes más frecuentes se encuentran: presentaciones multimedia para acompañar a las clases teóricas, selección de documentos textuales y audiovisuales para ser subidos a la plataforma virtual que da soporte al curso, etc. En menor medida se destina tiempo a actividades que requieren comunicación remota por parte de los alumnos, como pueden ser: gestionar debates, realizar exámenes y pruebas online o evaluar las intervenciones de los estudiantes en los foros de comunicación etc. Tales autores observaron que no existe una tendencia por parte de los profesores más jóvenes hacia el uso de estas tecnologías. También apreciaron que existe una diferencia significativa entre el uso que estos docentes hacen de los recursos digitales para su aprendizaje personal y el tiempo que le destinan como complemento a su actividad educativa, siendo el último menor. Por el contrario, en otro

estudio realizado con una muestra de 263 docentes —donde la mitad también corresponden a facultades de ciencias— Guerra, González, & García-Ruiz (2010) sí encontraron una tendencia entre los profesores de menor edad hacia la incorporación de recursos digitales en su actividad docente cotidiana. Ésta se ve especialmente incrementada en su frecuencia de uso cuando el número de asignaturas que imparten es igual o mayor que tres. Esto se debe, según los citados autores, posiblemente a la efectividad que proporcionan los espacios virtuales para gestionar y organizar grupos numerosos, o porque los mismos garantizan una comunicación efectiva con todos los alumnos inscritos en cada curso. En otro estudio Muñoz, Fuentes, & González (2012) encontraron que los profesores de ramas científico-técnicas manifiestan que la edición de imágenes y vídeos se encuentran entre sus mayores necesidades formativas digitales.

Las publicaciones consideradas más relevantes de esta sección, así como de la siguiente, se encuentran clasificadas en la tabla 3.

c. Las TIC como mediadoras del proceso de aprendizaje del alumnado

Cuando se pregunta a los alumnos sobre sus actitudes y pensamientos acerca de la incorporación de las TIC, las valoraciones suelen ser altamente positivas (Barragués y otros, 2013; Beltrán, 2013; Carpio y otros, 2014; Cuevas-Aranda y otros, 2014; Fiad & Galarza, 2015; Garófalo y otros, 2016; Sans y otros, 2015).

Haciendo referencia a las simulaciones Montagud, Pons, & Rodríguez (2015) señalan que los estudiantes opinan que éstas contribuyen a poner en práctica los conceptos adquiridos durante las clases teóricas. Por otra parte, Rodríguez-Llerena & Llovera-González (2010) encuentran que los estudiantes piensan que con los entornos simulados se logra un mayor aprovechamiento de los experimentos cuando posteriormente se realizan prácticas en un laboratorio tradicional. Sobre los sistemas de respuesta inmediata (SRI) también se encuentran opiniones positivas por parte de los alumnos, pues consideran que hacen las clases más amenas y constituyen herramientas útiles para auto-evaluar de manera instantánea su aprendizaje durante el transcurso de las clases teóricas (López-Quintero y otros, 2016). Otras valoraciones en torno a los SRI destacan su capacidad para recordar contenidos y fomentar la participación y la motivación hacia el aprendizaje (Barragués y otros, 2013).

En relación a la elaboración de mapas conceptuales digitales, con recursos TIC como CmapTools, también se encuentra cómo los estudiantes piensan que los mismos ayudan a preparar exposiciones orales y al mismo tiempo se sienten más seguros cuando los tienen como soporte para hablar en público, haciendo uso de un proyector de vídeo (Víctor & Airado, 2014). Adicionalmente, los alumnos piensan que estos mapas ayudan a mejorar el aprendizaje y desarrollar competencias tecnológicas (Pontes, 2014). Por otra parte, Sebastian & Gimenez (2016) encontraron que pequeños documentales subidos a YouTube pueden ayudar a entender los conceptos científicos más complejos.

También son numerosos los estudios que recogen cómo los alumnos expresan que el uso de tecnologías digitales contribuye de manera significativa a su aprendizaje (Carpio y otros, 2014; Covarrubias, 2014; Cuevas-Aranda y otros, 2014; Fernández-César & Aguirre-Pérez, 2013; Montagud y otros, 2015; Ramos y otros, 2010). Estas percepciones parecen concordar con otros trabajos donde se observa que el uso didáctico de estas herramientas produce ganancias de

aprendizaje. Se encuentran estudios donde se observa una mejora en los resultados de los exámenes cuando se introducen tecnologías digitales (Carpio y otros, 2014; Barreto & Barreto, 2013; Fernández-César & Aguirre-Pérez, 2013; Fiad & Galarza, 2015; Méndez & González, 2010; Soler, Prados, Poch, & Boada, 2012), o un menor porcentaje de estudiantes que deciden abandonar y no presentarse al examen final (Murga-Menoyo y otros, 2011). Barragués y otros (2013) obtienen que, cuando se complementan propuestas docentes con la interactividad que proporcionan los sistemas de respuesta inmediata, se produce una ganancia media normalizada en el aprendizaje significativamente superior a la obtenida por un grupo de control que no ha recibido enseñanza usando dicho recurso TIC. No obstante, señalan que hacen falta más evidencias para poder generalizar los resultados de la mejora obtenida.

Respecto al tipo de uso que los estudiantes otorgan a los recursos digitales Ortega & Martínez (2011) encontraron que, al utilizar la plataforma virtual Moodle, la mitad de los alumnos encuestados expresaron cierta dificultad en su uso y la finalidad principal de la misma es la descarga de archivos frente al uso de chats y foros. Esta última tendencia también fue encontrada por Peralta y otros (2011). Por otra parte, haciendo referencia a otra plataforma de gestión académica virtual que posee más funcionalidades de red social como es Google Classroom, Santiago-Acosta & Quezada-Batalla (2014) encontraron que los alumnos la consideran una buena opción para enviar tareas al profesor. Respecto a la búsqueda de fuentes bibliográficas, Comas y otros (2010) hallaron que el recurso más utilizado por los estudiantes para encontrar información es Internet, y dentro de éste los buscadores generalistas no académicos. Cinco años más tarde Zaldívar y otros (2015) encontraron este mismo resultado entre sus estudiantes de ingeniería.

Haciendo referencia a las redes sociales, Gómez-Aguilar y otros (2012) descubrieron que los jóvenes realizan un elevado uso de las redes sociales para ocio y entretenimiento, pero pequeño aún para actividades educativas y que dentro de los usos académicos más frecuentes se encuentran, sobre todo, resolver dudas entre ellos y realizar trabajos. En otro estudio, también con redes sociales, Martínez y otros (2013) hallaron que los alumnos parecen estar familiarizados con las redes sociales para un uso personal, pero no así con su implementación en la docencia. Por otra parte, según Covarrubias (2014) los estudiantes piensan que los dispositivos móviles contribuyen a su aprendizaje, pero igualmente suponen una distracción.

Retos docentes	Autores
Fomentar la motivación en los alumnos	Alducin-Ochoa & Vázquez-Martínez (2014); Carpio y otros (2014); Martínez y otros (2013)
Fomentar la comunicación bidireccional	Briede y otros (2016); Marcelo y otros (2016) ; Ortega & Martínez (2011)
Alumnos y aprendizaje	Autores
Perciben mejora de aprendizaje	Fernández-César & Aguirre-Pérez (2013); Ferrer-Roca y otros (2016); Inzunza y otros (2012); Jara y otros (2011); López-Quintero y otros (2016); Méndez & González (2010); Pontes (2014); Pontes & Varo-Martínez (2014); Sebastian & Gimenez (2016)
Mejoran el resultado en exámenes frente a otras metodologías	Alducin-Ochoa & Vázquez-Martínez (2014); Barragués y otros (2013); Barreto & Barreto (2013); Carpio y otros (2014); Fernández-César & Aguirre-Pérez (2013); Fiad & Galarza (2015);

	Inzunza y otros (2012); Jara y otros (2011); Méndez & González (2010); Murga-Menoyo y otros (2011); Rodríguez-Llerena & Llovera-González (2010); Soler y otros (2012)
--	---

Tabla 3: Sumario de publicaciones clasificadas por categorías didácticas

III. Discusión y conclusiones

La revisión de investigaciones sobre el uso de las TIC en la enseñanza científico-técnica universitaria hace patente que tales recursos están presentes en la acción docente de muchos profesores y que forman parte de la infraestructura educativa de la gran mayoría de los centros de enseñanza hispanoamericanos. Como era de esperar, se observa que la actividad docente es el factor esencial del proceso de enseñanza y se contempla el papel del profesorado como potenciador de metodologías activas, orientadas comunicación bidireccional. Tras la revisión realizada se puede inferir que, dada la gran cantidad de información presente en la vida de los estudiantes, junto con la rapidez con que la misma se mueve, y la familiaridad de los alumnos con el uso de las redes sociales se hace necesario implementar métodos educativos que integren la tecnología de forma efectiva en la acción docente del profesorado. Por otra parte, en el intervalo de años considerado, se observa como se ha ido produciendo un cambio en las estrategias de comunicación educativas, orientándose cada vez más hacia ofrecer metodologías acordes con los nuevos modos de transferencia de información. Éstos cada vez son más ubicuos, y permiten acceder a la información o establecer contacto utilizando indistintamente dispositivos fijos y móviles sin perder la continuidad argumental de la comunicación. Respecto a esto, se han encontrado varios estudios que, a través de encuestas a profesores, obtienen que una alta proporción de los mismos aún no están familiarizados con estas nuevas configuraciones. Los autores sugieren, por consiguiente, que es necesario hacer esfuerzos para potenciar su presencia entre el profesorado.

Algunos recursos digitales, sin embargo, han demostrado su continuidad desde hace más de una década y siguen estando presentes de manera natural en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Entre éstos se encuentran las simulaciones, por ser recurso que se integra fácilmente con la enseñanza de las ciencias experimentales y del que se siguen reportando ventajas didácticas con un reducido coste económico (Montagud y cols., 2015; Rodríguez-Llerena & Llovera-González, 2010). Asimismo, las plataformas digitales (como Moodle) siguen estando presentes tanto para gestionar la labor administrativa de los cursos como para innovar con nuevas metodologías educativas basadas en la comunicación. No obstante, son varios los autores que señalan que su potencial como soporte al intercambio de información entre estudiantes y profesores está lejos de ser una realidad. Encontrándose, por tanto, que los servicios de mensajería y foros que estas plataformas virtuales ofrecen apenas son aprovechados por los estudiantes, quienes sin embargo, sí las utilizan intensivamente como repositorios de apuntes y contenidos para ser descargados (Peralta y cols., 2011). Se encuentra por tanto que, en muchos casos, la comunicación sigue siendo unidireccional del profesor al alumno (Marcelo y cols., 2016). Por otra parte, se constata que los alumnos valoran positivamente la incursión de recursos digitales en el proceso educativo. En efecto, los estudiantes agradecen su introducción, tanto cuando se integran dentro de las aulas, como cuando se destinan a ser accesibles desde cualquier lugar a través de la red. Con respecto a sus percepciones, se encuentran varios estudios que confirman

como los mismos piensan que las TIC contribuyen a su aprendizaje y son de utilidad para entender mejor los conceptos teóricos (Fernández-César & Aguirre-Pérez, 2013; Jara, Candelas, Puente, & Torres, 2011). Esto se ve respaldado por muchas investigaciones que obtienen mejores resultados cuando las pruebas realizadas a los alumnos se comparan con grupos de control a los que no se han introducido los cambios metodológicos asociados al uso de las TIC (Barragués y cols., 2013; Fiad & Galarza, 2015).

Se concluye que las TIC están presentes en la vida de los estudiantes y constituyen un recurso de apoyo que ofrece múltiples ventajas para los docentes en la enseñanza de las ciencias. No obstante son varios los autores que señalan que, en muchos casos y a pesar de las facilidades tecnológicas, sigue predominando la enseñanza tradicional basada en la comunicación unidireccional (Marcelo y cols., 2015; Ortega & Martínez, 2011). Por tanto, se requiere un esfuerzo para que los docentes hagan un uso más extensivo de las mismas como complemento a su labor pedagógica. También es necesario seguir realizando investigaciones en recursos TIC e indagando en la búsqueda de soluciones para fomentar el cambio educativo hacia metodologías más participativas. Por otra parte, esta revisión bibliográfica se ha restringido a estudios realizados en centros hispanoamericanos que han hecho uso de las TIC en la educación científica universitaria. Se considera la realización de futuros trabajos que tengan en cuenta publicaciones anglosajonas, con la finalidad de ofrecer una visión más global del estado actual en este campo.

Referencias

- Alducin-Ochoa, J. M., & Vázquez-Martínez, A. I. (2014). Mejora del rendimiento en Ingeniería a través de blended-learning. *Digital Education Review*, 25, 87–107.
- Arribas, E., Escobar, I., Suarez, C. P., Najera, A., & Beléndez, A. (2015). Measurement of the magnetic field of small magnets with a smartphone: a very economical laboratory practice for introductory physics courses. *European Journal of Physics*, 36(6), 065002. doi: <http://dx.doi.org/10.1088/0143-0807/36/6/065002>
- Barragués, J. I., Morais, A., Juncal, M., & Guisasola, J. (2013). Una propuesta de uso de un Classroom Response System (CRS) para promover clases interactivas de Cálculo en la universidad. *Educación Matemática*, 25(1), 63–109.
- Barreto, A. C. B., & Barreto, M. A. (2013). Implantación de las TIC en la materia química inorgánica. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 253–268. doi: <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ec/v31n2.702>
- Bautista, G., Escofet, A., Forés, A., López, M., & Marimon, M. (2013). Superando el concepto de nativo digital. Análisis de las prácticas digitales del estudiantado universitario. *Digital Education Review*, 24, 1–22.
- Beltrán, T. F. (2013). Introducción y aplicación de la plataforma Moodle en prácticas de laboratorio químico. *Didáctica, Innovación y Multimedia*, 26, 1–9.
- Briede, J. C., Cabello, M. B., Pérez, C. E., & Arriagada, A. G. (2016). Plataforma Colaborativa para la Gestión de Proyectos de Diseño Industrial. *Formación Universitaria*, 9(3), 61–74. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062016000300008>
- Carpio, J., Mateo, T., Merelo, J., & Rivas, V. (2014). Open classroom: enhancing student achievement on artificial intelligence through an international online competition. *Journal of Computer Assisted Learning*, 31(1), 14–31. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/jcal.12075>
- Comas, R., Sureda, J., & Mut-Amengual, T. (2010). Uso de fuentes documentales –impresas y digitales– con fines académicos entre el alumnado universitario. *EduTec: Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 31. doi: <http://dx.doi.org/10.21556/edutec.2010.31.442>
- Covarrubias, M. A. (2014). Plataforma Moodle: Efectos de las herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza y de aprendizaje. En *I Congreso Internacional de Innovación Educativa*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. México.

- Cuevas-Aranda, M., Fernández-Valdivia, D. G., Parra-Ruiz, M. L., & Navarro-Nieto, S. (2014). Uso de simulaciones por ordenador para mejorar la enseñanza en el laboratorio de ingeniería química. *Modelling in Science Education and Learning*, 7, 93–102. doi: <http://dx.doi.org/10.4995/msel.2014.2122>
- De La Hoz, L. P., Acevedo, D., & Torres, J. (2015). Uso de Redes Sociales en el Proceso de Enseñanza y Aprendizaje por los Estudiantes y Profesores de la Universidad Antonio Nariño, Sede Cartagena. *Formación Universitaria*, 8(4), 77–84. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-50062015000400009>
- Dufresne, R. J., Gerace, W. J., & Leonard, W. J. (1997). Solving physics problems with multiple representations. *Physics Teacher*, 35, 270–275. doi: <http://dx.doi.org/10.1119/1.2344681>
- Espuny, C., González, J., Lleixà, M., & Gisbert, M. (2011). Actitudes y expectativas del uso educativo de las redes sociales en los alumnos universitarios. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 8(1), 171–185.
- Fernández-César, R., & Aguirre-Pérez, C. (2013). ¿Mejoran las simulaciones en los laboratorios de química el aprendizaje de los alumnos? Percepciones de alumnos universitarios de primer curso de Química General. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(1), 47–65. doi: <http://dx.doi.org/10498/14996>
- Ferrer-Roca, Cases, R., Coll, C., Cros, A., Cruz, J., Garro, N., . . . Zúñiga, J. (2016). Physics Demos for All UVEG Degrees: A Unique Project in Spain. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 228(1), 628–632. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.07.096>
- Fiad, S. B., & Galarza, O. D. (2015). El Laboratorio Virtual como Estrategia para el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje del Concepto de Mol. *Formación Universitaria*, 8(4), 03–14. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062015000400002>
- Fredes, C. A., Hernández, J. P., & Díaz, D. A. (2012). Potencial y Problemas de la Simulación en Ambientes Virtuales para el Aprendizaje. *Formación Universitaria*, 5(1), 45–56. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062012000100006>
- Garófalo, S. J., Chemes, L., & Alonso, M. (2016). Propuesta didáctica de enseñanza con simulaciones para estudiantes del profesorado en Ciencias Biológicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2), 359–372. doi: <http://dx.doi.org/10498/18293>
- Gil-Perez, D., & Carrascosa, J. (1990). What to do about science "misconceptions". *Science Education*, 74(5), 531–540. doi: <http://dx.doi.org/10.1002/sce.3730740504>
- Gómez-Aguilar, M., Roses-Campos, S., & Farias-Battle, P. (2012). El uso académico de las redes sociales en universitarios. *Comunicar*, 19(38), 131-138. doi: <http://dx.doi.org/10.3916/C38-2012-03-04>
- Guerra, S., González, N., & García-Ruiz, R. (2010). Utilización de las TIC por el profesorado universitario como recurso didáctico. *Comunicar*, 18(35), 141-148. doi: <http://dx.doi.org/10.3916/C35-2010-03-07>
- Guzmán, A. P., Del Moral, M. E., & González, F. (2012). Usos de Twitter en las universidades iberoamericanas. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 11(1), 27–39. doi: dx.doi.org/10251/58494
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. doi: <http://dx.doi.org/10.1119/1.18809>
- Inzunza, B. C., Rocha, R. A., Márquez, C. G., & Duk, M. S. (2012). Asignatura virtual como herramienta de apoyo en la enseñanza universitaria de ciencias básicas: implementación y satisfacción de los estudiantes. *Formación Universitaria*, 5(4), 3–14. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062012000400002>
- Jara, C. A., Candelas, F. A., Puente, S. T., & Torres, F. (2011). Hands-on experiences of undergraduate students in Automatics and Robotics using a virtual and remote laboratory. *Computers & Education*, 57(4), 2451–2461. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.003>
- López-Quintero, J. L., Varo-Martínez, M., Laguna, A. M., & Pontes, A. (2016). Opinions on "Classroom Response System" by First-year Engineering Students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 228, 183–189. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.07.027>
- Marcelo, C., Yot, C., & Mayor, C. (2015). Enseñar con tecnologías digitales en la universidad. *Comunicar*, 23(45), 117-124. doi: <http://dx.doi.org/10.3916/C45-2015-12>
- Marcelo, C., Yot, C., & Perera, V. H. (2016). El conocimiento tecnológico y tecnopedagógico en la enseñanza de las ciencias en la universidad. Un estudio descriptivo. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(2), 67–86. doi: <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1552>

- Martínez, R., Corzana, F., & Millán, J. (2013). Experimentando con las redes sociales en la enseñanza universitaria en ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3), 394–405. doi: <http://dx.doi.org/10498/15445>
- Martínez-Caro, E., & Campuzano-Bolarín, F. (2011). Factors affecting students' satisfaction in engineering disciplines: traditional vs. blended approaches. *European Journal of Engineering Education*, 36(5), 473–483. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/03043797.2011.619647>
- Méndez, J. A., & González, E. J. (2010). A reactive blended learning proposal for an introductory control engineering course. *Computers & Education*, 54(4), 856–865. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2009.09.015>
- Montagud, C., Pons, J., & Rodríguez, M. C. (2015). Computer based learning and comprehension of power generation cycles using a model programmed in Engineering Equation Solver (EES): Analysis of a Gas-Turbine Brayton cycle. En *HEAd'15. Conference on Higher Education Advances*. Universitat Politècnica de Valencia. doi: <http://dx.doi.org/10.4995/HEAd15.2015.283>
- Muñoz, P. C., Fuentes, E. J., & González, M. (2012). Necesidades formativas del profesorado universitario en infografía y multimedia. *Revista de Investigación Educativa*, 30(2), 303–321. doi: <http://dx.doi.org/10.6018/rie.30.2.118971>
- Murga-Menoyo, M. Á., Bautista-Cerro, M. J., & Novo, M. (2011). Mapas conceptuales con cmap tools en la enseñanza universitaria de la educación ambiental: estudio de caso en la UNED. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(1), 47–59. doi: <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ec/v29n1.438>
- Nájera, A., Villalba, J. M., & Arribas, E. (2010). Student peer evaluation using a remote response system. *Medical Education*, 44(11), 1146. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2923.2010.03837.x>
- Navaridas, F., & Jiménez, M. A. (2016). Concepciones de los estudiantes sobre la eficacia de los ambientes de aprendizaje universitarios. *Revista de Investigación Educativa*, 34(2), 503–519. doi: <http://dx.doi.org/10.6018/rie.34.2.239481>
- Ortega, J., & Martínez, M. L. (2011). Uso de la plataforma Moodle: experiencia en el curso de Física de Ingeniería Informática. *Latin-American Journal of Physics Education*, 5(1), 301–304.
- Peralta, C., Calderon, C., & Rojas, C. (2011). Impacto del uso de la Plataforma Virtual Moodle en el proceso de enseñanza aprendizaje en la Universidad Continental. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 1(2), 120–126.
- Pontes, A. (2014). Representación del conocimiento físico del alumnado universitario con ayuda de CmapTools. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 76, 28–36.
- Pontes, A., & Varo-Martínez, M. (2014). Educative Experience of the Use of Concept Mapping in Science and Environmental Teacher Training Programmes. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 16(1), 102–116. doi: <http://dx.doi.org/10.2478/jtes-2014-0006>
- Quicios, M. d. P., Sevillano, M. L., & Ortega, I. (2013). Educational Uses of Mobile Phones by University Students in Spain. *New Educational Review*, 34(4), 151–163.
- Ramos, A. I., Herrera, J. A., & Ramírez, M. S. (2010). Desarrollo de habilidades cognitivas con aprendizaje móvil: un estudio de casos. *Comunicar*, 17(34), 201–209. doi: <http://dx.doi.org/10.3916/C34-2010-03-20>
- Rodríguez-Llerena, D., & Llovera-González, J. J. (2010). Estudio comparativo de las potencialidades didácticas de las simulaciones virtuales y de los experimentos reales en la enseñanza de la Física General para estudiantes universitarios de ciencias técnicas. *Latin-American Journal of Physics Education*, 4(1), 181–187.
- Romero, M., & Quesada, A. (2014). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(1), 101–115. doi: <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.433>
- San Martín, S., Santamaría, M., Hoyuelos, F. J., Ibáñez, J., & Jerónimo, E. (2014). Variables definitorias del perfil del profesor/a universitario/a ideal desde la perspectiva de los estudiantes pre-universitarios/as. *Educación XX1*, 17(2). doi: <http://dx.doi.org/10.5944/educxx1.17.2.11486>
- Sans, J. A., Manjón, F. J., Cuenca-Gotor, V., Giménez-Valentín, M. H., Salinas, I., Barreiro, J. J., . . . Gomez-Tejedor, J. A. (2015). Smartphone: a new device for teaching Physics. En *HEAd'15. Conference on Higher Education Advances*. Universitat Politècnica de Valencia. doi: <http://dx.doi.org/10.4995/HEAd15.2015.332>
- Santiago-Acosta, R. D., & Quezada-Batalla, L. (2014). Integración de tecnología móvil en la enseñanza del cálculo de varias variables. En *I Congreso Internacional de Innovación Educativa*. Instituto Tecnológico y

- de Estudios Superiores de Monterrey.
- Sebastian, V., & Gimenez, M. (2016). Teaching Nanoscience and Thinking Nano at the Macroscale: Nanocapsules of Wisdom. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 228, 489–495. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.07.075>
- Sevillano, M. L., Quicios, M. P., & González, J. L. (2016). Posibilidades ubicuas del ordenador portátil: percepción de estudiantes universitarios españoles. *Comunicar*, 24(46), 87-95. doi: <http://dx.doi.org/10.3916/C46-2016-09>
- Soler, J., Prados, F., Poch, J., & Boada, I. (2012). ACME: Plataforma de Aprendizaje Electrónico (e-learning) con Funcionalidades Deseables en el Ámbito de la Ingeniería. *Formación Universitaria*, 5(3), 3–16. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062012000300002>
- Vázquez, E., Sevillano, M. L., & Fombona, J. (2016). Análisis del uso educativo y social de los dispositivos digitales en el contexto universitario panhispánico. *Revista de Investigación Educativa*, 34(2), 453–469. doi: <http://dx.doi.org/10.6018/rie.34.2.224691>
- Víctor, M. D., & Airado, D. (2014). Mapas conceptuales como soporte del proceso enseñanza-aprendizaje de la química. En *XVII Congreso Internacional EDUTEC 2014*. Universidad de Córdoba.
- Webb, M. E. (2005). Affordances of ICT in science learning: implications for an integrated pedagogy. *International Journal of Science Education*, 27(6), 705–735. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/09500690500038520>
- Zaldívar, A., Tripp, C., Aguilar, J., Tovar, J., & Anguiano, C. (2015). Using mobile technologies to support learning in computer science students. *IEEE Latin America Transactions*, 13(1), 377–382. doi: <http://dx.doi.org/10.1109/TLA.2015.7040672>
- Zavala, G., Quezada-Espinoza, M., & del Campo, V. (2015). Uso de simulaciones y tutoriales en la enseñanza de electricidad y magnetismo. En *II Congreso Internacional de Innovación Educativa*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. México.