

# Las TIC y la práctica experimental: una revisión bibliográfica

## TIC and experimental practice: a literature review

Edgardo A. Gutiérrez<sup>1</sup>, Javier Martín<sup>1</sup>, y Juan C. Bigliani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba. Av. Vélez Sarsfield 1611, X5016GCACórdoba. Argentina.

REVISTA  
DE  
ENSEÑANZA  
DE LA  
FÍSICA

E-mail: edgardo.gutierrez@unc.edu.ar

### Resumen

El presente trabajo tiene por objeto hacer una revisión cuantitativa, no exhaustiva, de investigaciones hechas desde el año 2012/2013 a la fecha, sobre temas referidos a Tecnologías de la Información y la Comunicación en general, y Simulaciones y Laboratorios Remotos, de manera particular, presentes en revistas electrónicas de consulta habitual en el ámbito de la investigación en Enseñanza de la Ciencias Naturales y la Tecnología. De su relevamiento y análisis, surge que es mucho lo que se habla sobre las TIC pero es verdaderamente poco lo que se investiga de manera sistemática y continua, hecho que se traduce en una baja tasa de publicación de trabajos vinculados a esta problemática.

**Palabras clave:** Tecnologías de la Información y Comunicación; Simulaciones y laboratorios remotos; Revistas electrónicas; Práctica experimental en Ciencias Naturales.

### Abstract

The purpose of this work is to make a quantitative, not exhaustive, review of research done from 2012/2013 to date, on issues related to Information and Communication Technologies in general, and Remote Simulations and Laboratories, in particular, present in electronic journals of habitual consultation in the field of research in Teaching of Natural Sciences and Technology. From its survey and analysis, it appears that there is a lot of talk about ICTs but there is really little that is systematically and continuously investigated, a fact that translates into a low rate of publication of works related to this problem.

**Keywords:** Information and Communication Technologies; Simulations and remote laboratories; Electronic journals; Experimental practice in Natural Sciences.

## I. INTRODUCCIÓN

Pese a los esfuerzos que se inician en la segunda mitad del siglo pasado, orientados a producir mejoras en la Enseñanza de las Ciencias, los resultados logrados hasta la fecha, no son del todo satisfactorios. En una sociedad moderna y democrática es necesario que los conocimientos relacionados con la Ciencia pasen a formar parte de la cultura del ciudadano, sin embargo, este objetivo se ha logrado de manera parcial (Bigliani y otros, 2017). En la actualidad, y en todos los niveles del sistema educativo, resulta importante el porcentaje de jóvenes que fracasan en Ciencias Naturales en general y en Física en particular. Esto abona la opinión generalizada de que los cursos de Física presentan serias y variadas dificultades a los estudiantes de los niveles secundario y universitario (Aranzábal y otros, 2003).

La enseñanza basada en la transferencia pasiva de conocimientos como pueden ser definiciones, leyes y descripciones, no modifican sustancialmente las formas de pensamiento. La Práctica Experimental es una de las acciones didácticas a las que un docente puede recurrir al momento de intentar lograr la construcción de un concepto como parte del proceso de enseñanza y aprendizaje, puesto que iniciada a partir de una situación problemática, permite formular hipótesis, establecer modelos y validar resultados, a los cuales se llega a través de un razonamiento hipotético-deductivo (Gutiérrez, 2018).

No se duda en general sobre la importancia de la Práctica Experimental como herramienta de enseñanza y aprendizaje pero, a pesar del esfuerzo materializado en distintas propuestas para la enseñanza, ya desde finales del siglo pasado el colectivo de investigadores destaca que los resultados del aprendizaje no han sido del todo satisfactorios (Hodson, 1994). En general, los intentos por producir mejoras en la Práctica Experimental, están orientados a lograr clases en el laboratorio en las cuales las actividades sean

“casi” individuales (2 o 3 alumnos por equipo), a aumentar el tiempo destinado a las mismas, incrementando a su vez la variedad de experimentos, y a incorporar equipamiento moderno dotado de TIC (Lucero y Kofman, 2005).

Nuestro tiempo está marcado por los acelerados cambios que conlleva el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), ante los cuales el contexto educativo no puede permanecer indiferente. Por otra parte, la transformación digital es tan acelerada, que adaptar a tiempo los contenidos y sus formas a la realidad cambiante, resulta toda una utopía.

Para continuar progresando en el uso de las TIC aplicadas al ámbito educativo, se hace necesario conocer su estado de desarrollo en todo el mundo, así como los diversos planteamientos pedagógicos y estratégicos que se emplean. La popularización de las TIC en el ámbito educativo comporta, y comportará en los próximos años, una gran revolución que contribuirá a la innovación del sistema educativo e implicará retos de renovación y mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje (Albero, 2002).

La incorporación de TIC en la Práctica Experimental propicia en los alumnos el desarrollo de competencias digitales, entendiendo como tales aquellas que facilitan el uso de los dispositivos digitales, las aplicaciones de la comunicación y las redes para acceder a la información, y facilitan llevar a cabo una mejor gestión de ellas (Gisbert Cervera y otros, 2010). Estas competencias permiten crear e intercambiar contenidos digitales, comunicar y colaborar, así como dar solución a los problemas con miras a alcanzar un desarrollo eficaz y creativo en la vida, el trabajo y las actividades sociales en general. También se puede afirmar que el uso de las TIC mejora la precisión que se logra en la toma de datos, la objetividad de su lectura, la velocidad y la facilidad con la que se pueden procesar, construir curvas experimentales y gráficos, es decir, nuevos aspectos referidos a la práctica experimental que se debieran traducir en mejores aprendizajes sujetos de investigación (Martín y González, 2013).

Las prácticas experimentales deben orientarse a lograr determinados aprendizajes (Capuano, 2006) y para ello es determinante la arquitectura del equipamiento, así como el modo sugerido para su uso. Las TIC se pueden incorporar o complementar a la Práctica Experimental presencial de distintas maneras, y el modo como se realice esto, dependerá necesariamente de los objetivos planteados para la misma. Es decir, las TIC pueden complementar, enriquecer y transformar la Práctica Experimental en el ámbito de la Enseñanza de las Ciencias Naturales en general y de la Física en particular.

Por otra parte, el dictado de clases de Física en cursos masivos dificulta un desarrollo efectivo de la práctica experimental y propician la trasmisión del conocimiento en el formato de grandes clases magistrales. Es fácil advertir que la masividad de los cursos, opera negativamente con relación a los objetivos que se persiguen al momento de diseñar e implementar una práctica experimental presencial.

Por ello resulta casi imperioso adecuar y modernizarla práctica experimental presencial que se realiza en cursos masivos, mediante el uso de herramientas TIC.

Los procesos de cambio educativo y social exigen conocer la realidad de las estrategias educativas vigentes para poder actuar en consecuencia y de manera eficaz, de ahí la importancia de contar con datos actualizados que permitan establecer un diagnóstico y el punto de partida para comenzar a producir los cambios necesarios.

El presente trabajo surge como resultado de intentar enriquecer el marco teórico que da sustento al proyecto de investigación titulado “Práctica Experimental, TIC y Entornos Virtuales de Aprendizaje en la enseñanza de la Física para carreras de Ingeniería y Ciencias Naturales”, del cual participamos. Uno de los objetivos aquí planteados era consultar revistas electrónicas vinculadas con la investigación en enseñanza de las Ciencias Naturales y la Tecnología, para relevar y cuantificar la presencia de artículos referidos al uso de TIC y su relación con la práctica experimental, haciendo foco en la presencia de simulaciones y laboratorios remotos, y dejando fuera de este relevamiento artículos concernientes al uso de realidad aumentada, narrativa transmedia y ambientes virtuales de aprendizaje.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo que realizan los investigadores genera a diario una gran cantidad de conocimientos con distintas temáticas y características, los cuales pretenden ser transmitidos a la sociedad. Una de las formas más conocidas de comunicar los resultados de esos estudios a la comunidad, es por medio de los artículos de investigación que son publicados en revistas especializadas.

A su vez, una forma de valorar la presencia y el peso en la comunidad científica de algún tema de investigación, es tomando como indicador el número de publicaciones y visibilidad de artículos científicos que ocurre en revistas arbitradas, y que forman parte de bases de datos nacionales e internacionales.

Respetando estos lineamientos, en primer lugar, se determinó qué tipo de documentos se recopilarían y cuáles serían las fuentes: se optó por artículos en revistas, tesis de posgrado y ponencias en congresos.

Los criterios para seleccionar los repositorios fueron los siguientes: a) que fueran publicaciones o ins-

tituciones reconocidas a nivel nacional e internacional; b) que las revistas estuvieran indexadas en bases de datos.

A continuación, la tabla I muestra el listado de revistas consultadas (de libre distribución en internet) y sus direcciones electrónicas.

**TABLA I:** Revistas Electrónicas consultadas y sus direcciones.

Revistas electrónicas consultadas	Direcciones
Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas. ISSN 2174-6486(en línea),ISSN 0212-4521(papel)	<a href="http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza">http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza</a>
Revista de Enseñanza de la Física. (REF) ISSN 2250-6101 (en línea) ISSN 0326-7091 (papel)	<a href="http://www.fceia.unr.edu.ar/fceia/ojs/index.php/revista">http://www.fceia.unr.edu.ar/fceia/ojs/index.php/revista</a>
Revista Electrónica de Investigación Educativa. (REDIE)ISSN 1607-4041	<a href="http://redie.uabc.mx">http://redie.uabc.mx</a>
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. (REEC)ISSN 1579-1513	<a href="http://www.saum.uvigo.es/reec">http://www.saum.uvigo.es/reec</a>
Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias. (REIEC)ISSN 1850-6666	<a href="http://reiec.sites.exa.unicen.edu.ar">http://reiec.sites.exa.unicen.edu.ar</a>

En síntesis, en este trabajo se hace una revisión de carácter cuantitativa, de resultados de investigaciones que se han hecho en los últimos años y publicados en revistas electrónicas, sobre el uso de TIC en la enseñanza de las Ciencias Naturales, haciendo foco fundamentalmente en aquellas que se aplican a la Física. Esta revisión se entiende como un primer relevamiento numérico de trabajos que investigan el uso de TIC, sin contemplar un análisis crítico acerca de: seguimiento y evaluación de su incorporación, su impacto en la educación formal, desfase entre expectativas y realidad, de sus ventajas, sus limitaciones y sus aportes pedagógicos, entre otros aspectos de interés. Se realizó una búsqueda bibliográfica limitada en tiempo y en revistas, así como también en actas de congresos que algunas revistas incluyen. Concretamente se desarrolló una búsqueda vía Internet en revistas electrónicas de consulta habitual en el ámbito de la investigación en Enseñanza de la Ciencias Naturales y la Tecnología, desde los años 2012/2013 a la fecha, relevando aquellos artículos con trabajos completos referidos a TIC, y aquellos que se enfocaran en simulaciones y laboratorios remotos. Esta indagación solo buscó cuantificar el número de artículos referidos a TIC que las publicaciones ofrecen a la comunidad de investigadores, sin avanzar (por ahora) en el análisis de los beneficios y aportes que podrían tener en el aprendizaje de los estudiantes.

Para cada revista consultada (tabla I) se consignó la siguiente información: año, volumen, número, cantidad total de artículos, y cantidad de trabajos de TIC en general y que abordaran temáticas referidas a Simulaciones y Laboratorios Remotos, en particular.

A los efectos de registrar y sistematizar los resultados, se diseñó una base de datos a partir de una planilla de cálculo en Excel, la cual facilitó el procesamiento estadístico de toda la información obtenida y la presentación de los resultados en forma de tablas y gráficos. La tabla II muestra, para cada revista electrónica consultada, la cantidad total de artículos revisados.

**TABLA II:** Número total de artículos relevados por revista.

Revista	Artículos
Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas	280
Revista de Enseñanza de la Física	349
Revista Electrónica de Investigación Educativa	261
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	184
Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias	74
<b>Total</b>	<b>1.148</b>

### III. DATOS Y RESULTADOS

Se procesaron un total de 1.148 artículos distribuidos en las revistas electrónicas consultadas, como se detalla en la tabla II. Del análisis de todos esos artículos, se detectó que solo en 68 de ellos se abordan temáticas vinculadas con las Tecnología de la Información y la Comunicación en general (tabla III).

**TABLA III:** Artículos sobre TIC presentes en las cinco revistas electrónicas consultadas.

Revista	Artículos sobre TIC (general)
Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas	8
Revista de Enseñanza de la Física	31
Revista Electrónica de Investigación Educativa (REDIE)	16
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias (REEC)	4
Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias	6
<b>Total</b>	<b>68</b>

A su vez, de esos 68 trabajos identificados, solo 48 se enfocan específicamente en Simulaciones y Laboratorios Remotos (tabla IV).

**TABLA IV:** Artículos TIC de Simulaciones y Laboratorios Remotos, discriminados según revista electrónica consultada.

Revista	Artículos sobre simulaciones y laboratorios remotos
Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas	7
Revista de Enseñanza de la Física	27
Revista Electrónica de Investigación Educativa	6
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	4
Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias	4
<b>Total</b>	<b>48</b>

Los cambios que nuestra sociedad ha experimentado en los últimos años han sido enormes y la evolución de las TIC ha revolucionado no sólo la educación, sino también el desarrollo empresarial y nuestra vida en general. Nuestra sociedad, nuestra escuela, nuestros hábitos, y todo lo que nos rodea en general ha experimentado una gran evolución. El creciente desarrollo de las TIC y el acelerado cúmulo de información, contribuye a que los sistemas educativos sufran importantes transformaciones para adecuarse a una sociedad en estado de cambio permanente. A lo largo de los años, los modelos educativos han ido cambiando a medida que la sociedad también lo hacía, adaptándose a la realidad y la necesidad de cada época.

Poco tiene que ver, lógicamente, la realidad educativa actual con la de tiempos anteriores. Por ello, otro aspecto que se consideró válido analizar, es conocer la evolución en el tiempo (específicamente, en los años consultados) de la presencia de artículos científicos relevados en relación con el año de su publicación, y esto se muestra en la Tabla V. Allí se indican la cantidad total de artículos, artículos TIC en general y artículos TIC referidos a Simulaciones y Laboratorios Remotos publicados, por año de consulta y sin discriminar por revista electrónica indagada.

**TABLA V:** Cantidad de artículos según el año de publicación, sin discriminar por revista.

Año	Artículos (general)	TIC	Simulaciones y laboratorios remotos
2013/12	129	6	4
2014	184	11	7
2015	233	23	17
2016	171	9	6
2017	192	14	11
2018	171	2	1
2019	68	3	2
<b>Total</b>	<b>1.148</b>	<b>68</b>	<b>48</b>

#### IV. CONCLUSIÓN

La investigación en TIC en la educación ha pasado por diversas etapas, en las que se han producido cambios tanto en los problemas de investigación planteados como en la metodología utilizada. Se trata de un campo en el que la investigación educativa ha tenido, y sigue teniendo, mucho que decir, y en el que confluyen importantes intereses económicos, técnicos e ideológicos.

Es sabido que la irrupción de las TIC en el ámbito educativo es un proceso mucho más lento de lo esperado (Sanmartí e Izquierdo, 2001) y se han detectado contrastes entre los usos de las TIC previstos y los usos reales (Coll y otros, 2008).

Se vive un momento particular en el campo de las investigaciones relacionadas al desarrollo, implementación y eficacia de la incorporación de las TIC en el ámbito educativo. El aumento en la dotación de equipamiento, el valor que cada vez más se otorga al uso didáctico de este, y la creciente importancia que tienen las TIC en las esferas social, económica y comunicacional, acentúan la necesidad de conocer cuáles son las formas más eficientes de su utilización, para favorecer los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Si bien se proclaman las bondades de la incorporación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la enseñanza, esta revisión bibliográfica permite afirmar que el número de trabajos de investigación publicados a la fecha en las revistas electrónicas consultadas, está muy lejos de lo que se enuncia. Se pone aquí de manifiesto que es mucho lo que se habla sobre las TIC, pero es verdaderamente poco lo que se investiga de manera sistemática y continua, hecho que se traduce en una baja tasa de publicación de trabajos vinculados a esta problemática. Las Figuras 1, 2 y 3 muestran datos, en números totales y porcentajes, que refuerzan la escasa cantidad de trabajos de investigación referidos a TIC en general y Simulaciones y Laboratorios Remotos en particular, publicados del 2012/2013 a la fecha, en las revistas electrónicas examinadas.

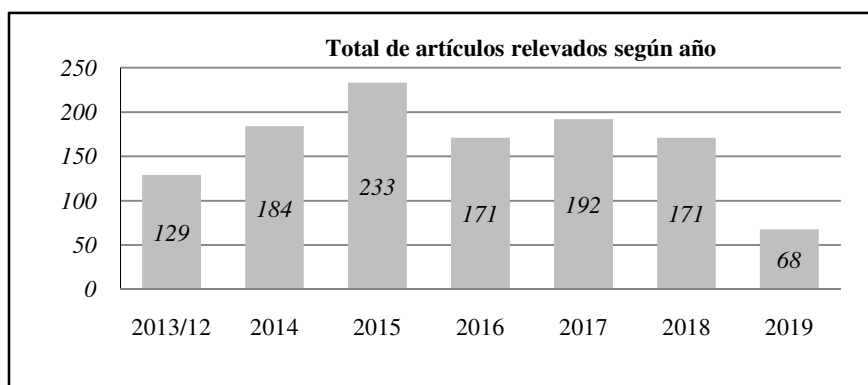


FIGURA 1. Número total de artículos relevados en las revistas electrónicas, por año de consulta realizada.

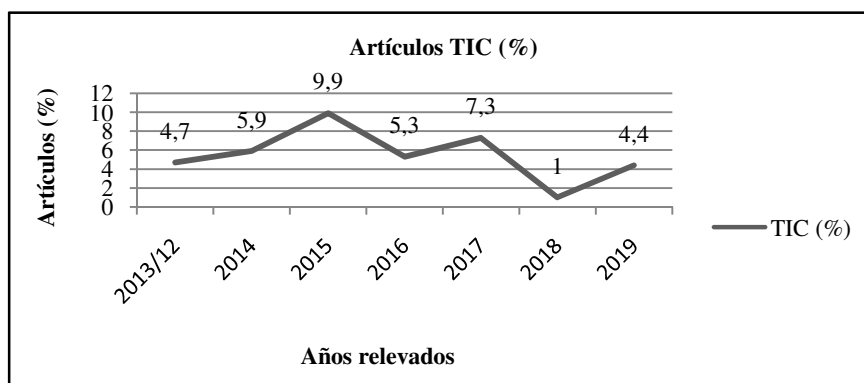
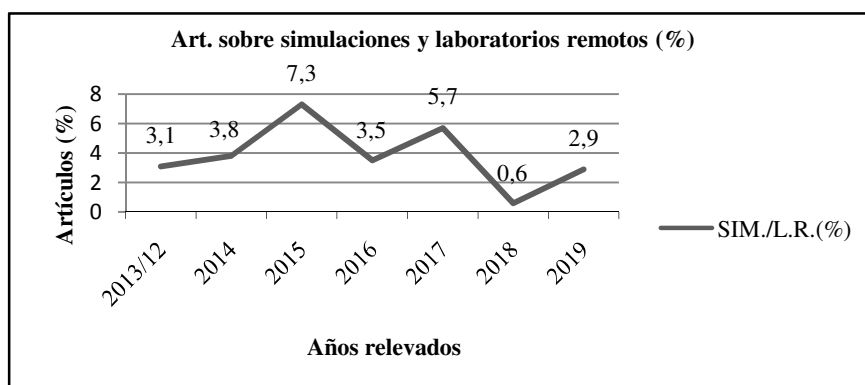


FIGURA 2. Cantidad de artículos que tratan sobre TIC, en % del total de artículos relevados, según año consultado.



**FIGURA 3:** Cantidad de artículos que tratan sobre Simulaciones y Laboratorios Remotos, en % del total de artículos relevados, según año consultado.

Es cierto que ya no se discute sobre la necesidad de uso de las TIC en el ámbito educativo, pero resulta poco significativo el número de publicaciones que, como resultados de investigaciones llevadas a cabo, traten sobre las ventajas que ofrece su utilización, su incidencia en los procesos cognitivos de los alumnos o la manera en que impactan en la reestructuración del currículo educativo.

Finalmente cabe destacar que, para dar respuestas concretas y eficientes a interrogantes tales como: ¿cuál es el nuevo rol asignado a las instituciones educativas?, ¿cómo aprenden los estudiantes en cursos mediados por el uso de TIC?, ¿cuál ha sido la evolución y el impacto de los recursos TIC en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales?, ¿cuáles son los desafíos y perspectivas que se presentan en esta área de trabajo?, entre otras, resulta indispensable consolidar un campo de investigación educativa que tienda a profundizar y avanzar en investigaciones orientadas hacia la utilización de las TIC como recursos educativos en los contextos escolares.

El argumento fundamental para seguir manteniendo un elevado nivel de expectativas en el potencial educativo de las TIC, pese a lo limitado de los efectos que han podido documentarse hasta el momento, radica en las posibilidades inéditas que ofrecen para buscar información y acceder a ella, representarla, procesarla, transmitirla y compartirla.

Las instituciones educativas deben preguntarse qué es lo que resulta pertinente saber hoy, qué es posible poner a disposición de las nuevas generaciones en la educación y qué no, dónde está ese conocimiento, cómo se produce, cómo circula y cómo puede ponerse a disposición de los estudiantes, a los fines de dar respuestas a la sociedad del “conocimiento” del siglo XXI donde aprender es la más importante fuente de riqueza y bienestar. Es evidente que, para dar respuestas acabadas a estas preguntas y supuestos, es necesario estimular y brindar apoyo a procesos de investigación sobre TIC, cuyos resultados sean los que iluminen el camino a desandar. Aquí se pone en evidencia que, hasta el momento, la cantidad de trabajos publicados no alcanza un número razonable que permita comenzar a dar respuestas concretas y fundadas a los interrogantes antes planteados.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba (SECyT-UNC) por el apoyo brindado a través del subsidio otorgado al proyecto de investigación “*Práctica Experimental, TIC y Entornos Virtuales de Aprendizaje en la enseñanza de la Física para carreras de Ingeniería y Ciencias Naturales*”; y a la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba (FCEFYN-UNC) por facilitar equipos, instrumentos y locaciones para la ejecución del mencionado proyecto.

## REFERENCIAS

Albero, M. (2002). Adolescentes e Internet. Mitos y realidades de la sociedad de la información. *Revista de estudios de comunicación*, 3, 55-62.

Aranzábal, J. G., García, J. M. A., y Zubimendi, J. L. (2003). Dificultades de aprendizaje de los estudiantes universitarios en la teoría del campo magnético y elección de los objetivos de enseñanza. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 21(1), 79-94.

- Bigliani, J. C., Capuano, V. C., Gutiérrez, E. A., y Martín, J. (2017). Práctica experimental con equipos cotidianos para los alumnos, y de mejores resultados experimentales. *Revista de Enseñanza de la Física*, 29, 391-400.
- Capuano, V., Martín, J., Gutiérrez, E., Rocchietti, R., Albarracín, L., y González, M. (2006). El cambio conceptual y las prácticas experimentales orientadas, en la “formación de imágenes”. *Memorias SIEF* 8.
- Coll, C., Mauri, T. y Onrubia, J. (2008). Análisis de los usos reales de las TIC en contextos educativos formales: una aproximación socio- cultural. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 10(1). Disponible en: <http://redie.uabc.mx/contenido/vol10no1/contenido-coll2.pdf>
- Gisbert Cervera, M., Cela, J. M., y Isus, S. (2010). Las simulaciones en entornos TIC como herramienta para la formación en competencias transversales de los estudiantes universitarios. *Teoría de la educación: educación y cultura en la sociedad de la información*, 11(1), 352-370.
- Gutiérrez, E. A. (2018). *Experimentos cruciales de laboratorio y enriquecimiento conceptual en el aprendizaje de la física*. Tesis de Maestría.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 12(3), 299-313.
- Kofman, H., Lucero, P., y Mattaloni, M. (2005). La realidad de la experimentación física en laboratorios remotos. En *Congreso en Tecnologías de la Información y Comunicación en la Enseñanza de las Ciencias*.
- Martín, J. y González M., (2013). Impacto de la temática relacionadas con aulas virtuales en publicaciones científicas vinculadas a la educación en ciencias y tecnología. *I Jornadas Nacionales y III Jornadas de Experiencias e Investigación en Educación a Distancia y Tecnología Educativa*.
- Sanmartí, N. e Izquierdo, M. (2001). Cambio y conservación en la enseñanza de las ciencias ante las TIC. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, VIII(29), 71-83.