

Psicología y Educación: Presente y Futuro

Coordinador: Juan Luis Castejón Costa
ACIPE- Asociación Científica de Psicología y Educación

© CIPE2016. Juan Luís Castejón Costa

Ediciones : ACIPE- Asociación Científica de Psicología y Educación

ISBN: 978-84-608-8714-0

Todos los derechos reservados. De conformidad con lo dispuesto en la legislación vigente, podrán ser castigados con penas de multa y privación de libertad quienes reproduzcan o plagien, en todo o en parte, una obra literaria, artística o cien

Educación y tecnología. Sistema tutor inteligente para la enseñanza de las ciencias: Haciendo Ciencia

Ordaz Villegas G.¹, Acle Tomasini G.¹, Morales Palafox, E.²

¹Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, México

²Facultad de Estudios Superiores Aragón, UNAM, México

Ordaz.villegas@comunidad.unam.mx, gabordaz@yahoo.com.mx

La educación tiene como objetivo desarrollar en los alumnos todas sus capacidades y talentos sin distinciones, independientemente de sus características evolutivas, personales, sociales y culturales. Hoy en día la tecnología puede ayudar a cumplir este objetivo, a través del software educativo y en específico de los Sistemas Tutores Inteligentes (STI) que proporcionan apoyos educativos diferenciados de acuerdo a las características y preferencias del alumno respecto a alguna temática determinada. En este proyecto se optó por trabajar con ciencias debido a los bajos puntajes obtenidos de México en la prueba PISA. Por lo anterior, el objetivo fue desarrollar y evaluar un STI para la enseñanza de las ciencias: Haciendo ciencia, para alumnos de nivel medio superior, a través de experimentos científicos y metodología de la investigación, tomando en consideración sus características, preferencias y conocimiento previo. La evaluación se realizó con 19 alumnos (8 hombres y 11 mujeres) cuyo rango de edad osciló entre 17 y 22 años, media de 20 (DE = 2.299). Se utilizó el Formato para la Evaluación Haciendo Ciencia, desarrollado para los fines de la presente investigación. El instrumento está compuesto por 36 reactivos dicotómicos divididos en 4 áreas de evaluación: evaluación pedagógica, contenido, aspectos técnicos y diseño, así como por datos generales. Se solicitó el consentimiento informado de los alumnos para la utilización y la evaluación de Haciendo Ciencia. El puntaje mínimo teórico del Formato para la Evaluación es de cero y el máximo de 36. Haciendo Ciencia obtuvo un mínimo de 26 y máximo de 36, con una media de 33.68 (DE = 3.05). Los resultados estuvieron sesgados hacia la derecha respecto a las cuatro áreas evaluadas, lo cual no indica, en general, que la aplicación es fácil de utilizar, el diseño es atractivo y adecuado, el contenido interesante y se ajusta al desempeño del alumno.

Palabras claves: aprendizaje y tecnología, recursos educativos digitales, software educativo, m-learning, aprendizaje y dispositivos móviles

Education and technology. Intelligent tutor system on science teaching:

Haciendo Ciencia

Ordaz Villegas G.¹, Acle Tomasini G.¹, Morales Palafox, E.²

¹*Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, México*

²*Facultad de Estudios Superiores Aragón, UNAM, México*

Ordaz.villegas@comunidad.unam.mx, gabordaz@yahoo.com.mx


Education aims to develop student's abilities and talents all without distinction, regardless of their development, personal, social and cultural characteristics. Today technology can help meet this goal, through specific educational software and Intelligent Tutoring Systems (ITS) that provide educational support differentiated according to the characteristics and preferences of the student regarding any particular subject. In this project we chose to work with science due to low scores of Mexico in the PISA test. Therefore, the objective was to develop and evaluate an ITS for science teaching: "Haciendo Ciencia" for students of high school level, through scientific experiments and research methodology, taking into consideration their characteristics, preferences and prior knowledge. The evaluation was conducted with 19 students (8 men and 11 women) whose age range was between 17 and 22 years, mean of 20 (SD = 2.29). Haciendo Ciencia Format Assessment, developed for the purpose of this investigation was used. The instrument is composed of 36 dichotomous reagents divided into 4 areas of assessment: pedagogical evaluation, content, design and technical aspects as well as general information. Students informed consent for the use and evaluation of Haciendo Ciencia was requested. The theoretical minimum score for the Evaluation Format is zero and the maximum 36. Haciendo Ciencia obtained a minimum of 26 and maximum of 36, with a mean of 33.68 (SD = 3.05). The results were biased towards the right with respect to the four areas evaluated, which does not generally indicates that the application is easy to use, the design is attractive and appropriate, interesting content and adjusts to student performance.

Key words: learning and technology, digital educational resources, educational software, m-learning, mobile learning.

1. Introducción

Haciendo Ciencia es un Sistema Tutor Inteligente (STI) que actúan como un tutor particular para la enseñanza de las ciencias, simula la enseñanza uno a uno, es decir, se adapta a las necesidades específicas de cada estudiante. El sistema analiza el comportamiento del alumno, desde identificar el nivel de conocimientos, hasta aplicar las estrategias de enseñanza más adecuadas. Las estrategias determinadas por el sistema responde cuestiones como: qué explicar, con qué nivel de detalle, cuál es su progreso, así como detectar y corregir los errores, asimismo tiene la posibilidad de ofrecer a los alumnos elementos de autoreflexión sobre su propio rendimiento o de compararse con otros estudiantes (Cataldi & Lage, 2009; González, 2004; Urretavizcaya, 2001), a través de las redes sociales.

Como se puede apreciar el objetivo principal de los STIs y en particular de Haciendo Ciencia es guiar al alumno en el proceso de aprendizaje, a través de adaptarse a sus características y necesidades. Para cumplir con lo anterior este




tipo de software contiene en su arquitectura cuatro modelos indispensables: dominio, tutor, alumno e interfaz (Catildi & Lage, 2009, 2010; González, 2004; Urretavizcaya, 2001). Es importante mencionar que cada uno de ellos cumple una función importante, sin embargo, no son elementos individuales, su potencial se ubica en la interactividad que existe entre ellos. A continuación se describe cada uno, asimismo la forma en que se utiliza en el STI Haciendo Ciencia.

Uno de los primero modelos en analizarse es el de dominio, este modelo tiene como objetivo almacenar todos los conocimientos del sistema, a través de conceptos, preguntas, ejercicios, problemas y relaciones, así como imágenes, vídeos y cualquier otro tipo de material multimedia (Catildi & Lage, 2009). Al respecto, los conocimientos del presente STIs se enfocan a las ciencias, debido a dos cuestiones principales: primera, porque la ciencia es indispensable para el desarrollo productivo de un país y en la vida cotidiana de las personas, es decir, se necesita que la sociedad tenga una cultura científica y tecnológica para aproximarse y comprender la complejidad de la realidad contemporánea y desenvolverse de forma más eficiente en la vida diaria (Nieda & Macedo, 1998). Sin embargo, hasta ahora en México no se ha logrado. El país se ubicó en el número 55 de 65 países participantes en la prueba PISA (Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes) en lo referido a la evaluación de competencias científicas (Instituto Nacional para la Evaluación Educativa [INEE], 2013), lo cual indica que es un área de conocimiento que requiere intervención. La segunda es sobre la importancia de la personalización del aprendizaje, de acuerdo con Bloom (1984) la personalización hace que la educación sea más pertinente, atractiva, auténtica y eficaz para todos los estudiantes, debido que se adapta a las características y al ritmo de aprendizaje del alumno, y este es el objetivo principal de los STIs, la adaptación a las necesidades y características del estudiante.

Haciendo ciencia consta de 8 experimentos para cada una de las 5 áreas (VanCleave, 2011): física, química, biología, ciencias de la Tierra y astronomía. Cada problema o experimento está formado por una introducción teórica, objetivo, materiales, procedimiento, evaluación, conclusiones, referencias, comunicación con sus iguales a través de redes sociales. La introducción y las referencias tienen el objetivo proporcionar al alumno conocimiento declarativo; la descripción del objetivo, materiales y procedimiento, así como las conclusiones tienen la finalidad de proporcionar información procedimental, y, por último, la evaluación y la comunicación son parte de los conocimientos cualitativos, ya que pueden compartir sus experiencias de las modificaciones y resultados que obtuvieron al realizar los experimento. Es decir, se le presenta al alumno conocimientos de tipo declarativo, procedimental y cualitativo (Cataldi & Lage, 2009; Millán, 2000).

Otro de los modelos que caracteriza a los STIs es el modelo tutor, en este modelo se definen y aplican estrategias pedagógicas de enseñanza, contiene los objetivos a ser alcanzados y los planes utilizados para alcanzarlos. Selecciona los problemas, monitorea el desempeño, provee asistencia y selecciona el material de aprendizaje para el estudiante (Catildi & Lage, 2009). Al respecto de la estrategia pedagógica en la enseñanza de la ciencia existe una gran diversidad, que va desde la enseñanza por transmisión – recepción, hasta los que utilizan enfoques ecológicos, como son, el aprendizaje por descubrimiento, aprendizaje por competencias, investigación dirigida y cambio conceptual, sin embargo, Campanario y Moya (1999) refieren que el basado en problemas es el más utilizado en revistas de instrucción de la ciencia. De acuerdo con Birch (1986), Campanario y Moya (1999) el aprendizaje de las ciencias a través de problemas permite desarrollar las potencialidades generales de los alumnos como es motivación, autorregulación, mejor integración de los conocimientos declarativos y procedimentales. Sin embargo, entre sus limitaciones se encuentran la exigencia de mayor dedicación por parte del tutor presencial, en el caso de los STIs, este problema se vuelve desaparece, por las propias características de los este tipo de sistemas. Esta estrategia considera a los problemas como pequeños experimentos, conjunto de observaciones, tareas de clasificación entre otras. La importancia radica en seleccionar y secuenciar cuidadosamente los problemas para generar aprendizaje significativo.

Al respecto, Haciendo Ciencia está compuesto por un total de 40 experimentos científicos, los cuales fueron seleccionados en dos etapas: la primera, los experimentos se consultaron de diversas fuentes, entre ellas, los Cuadernos



de Experimentos de CONCAYT, y se identificaron aquellos que sus materiales fueran de fácil acceso, asimismo que permitieran estimular la creatividad de los alumnos. Entendida creatividad como la posibilidad de fomentar la sensibilidad a los problemas, deficiencias, grietas o lagunas en el conocimiento para identificar dificultades, buscar soluciones, formular hipótesis y comprobarlas, además poder comunicar sus resultados (Torrance, 1972). La segunda selección se realizó a través de la instrumentación de forma presencial con alumnos adolescentes de nivel medio superior.

Por otro lado, el modelo del alumno contiene información del estudiante con el propósito de conocer sus características. Cuando el estudiante ingresa por primera vez al sistema se solicitan sus datos personales y académicos, para tener una primera evaluación sobre el nivel de conocimientos, así como la selección de la estrategia didáctica más adecuada para él. En Haciendo Ciencia se desarrolló este módulo a través de la configuración inicial, en esta se preguntan los datos como la edad, escolaridad, preferencia del área científica, entre otros. Esta información se almacena en una base de datos, así como otras características durante cada sesión de trabajo, con el objetivo que el modelo tutor pueda diseñar actividades que aumenten la motivación del estudiante y decidir sus avances en el conocimiento del tema (Catildi & Lage, 2010). Es importante mencionar que de acuerdo a la literatura (Gil-Flores, 2012), las actitudes ante la ciencia juegan un papel protagónico en su aprendizaje, por ello, el sistema adaptó este punto a través de la presentación de forma aleatoria de situaciones de la historia de la ciencia que pudieran identificarse con el alumno, como por ejemplo: jóvenes científicos, mujeres en la ciencia, mexicanos exitosos en la ciencia y eventos científicos graciosos y desastrosos.

Catildi y Lage (2009) mencionan que gran parte del éxito y efectividad de un software educativo depende de la riqueza de comunicación que reúna, es decir, de la interface, esta juega un papel sumamente importante, contiene los mecanismos de representación del conocimiento a través de imágenes animadas, imágenes estáticas, sonidos, lenguaje verbal y escrito, entre otros. En el caso de Haciendo ciencia se planteó trabajar con tecnología móvil debido a tres razones fundamentales: Primera, la presencia de dispositivos móviles en general va en aumento, a finales de 2012 se calculó que el número de móviles sobrepasaba la cifra de población mundial (Cisco, 2012), actualmente en México existe ya un dispositivo por cada mexicano (López, 2015). Este mismo fenómeno también se presenta en los sistemas de educación formal. A nivel mundial se presenta el programa 1:1, con el cual se pretende que cada alumno tenga un dispositivo móvil sin costo alguno para él y su familia (UNESCO, 2013), en el caso de México, la Secretaría de Educación Pública (SEP, 2015), a través del Programa de Inclusión y Alfabetización Digital (PIAD), entregaron 240 mil dispositivos hasta el 2015, una tableta a los alumnos de quinto de primaria de escuelas públicas de 15 entidades del país. Al considerar la importancia de adaptación a las características y necesidades de los alumnos esta sería una de las principales razones de utilizar tecnología móvil. La segunda razón es debido a la ubicuidad de la tecnología móvil, es decir, la posibilidad de acceso desde cualquier lugar y momento, tener el aprendizaje disponible de forma continua y permanente, aprovechar cada momento del día para extender los conocimientos. Por último, porque la tecnología móvil permite la colaboración con sus compañeros (UNESCO, 2013) y este también es un factor que impacta en el aprendizaje.

Haciendo Ciencia tiene una interface amigable, la cual fue seleccionada de un conjunto de propuestas por un grupo de alumnos adolescentes, asimismo cuenta con una mascota que puede acompañarlos durante su recorrido y esta puede cambiarse de accesorios si el alumno así lo decide. A continuación se presenta la pantalla principal (Figura 1).



Figura 1
Pantalla principal de STI *Haciendo Ciencia*

Como se puede observar los Sistemas Tutores Inteligentes pueden ser una herramienta que ofrezca alternativas para enseñar y aprender, sin embargo, diseñarla y desarrollarla no basta. Segovia (2007) menciona que los recursos didácticos basados en tecnología no son sinónimo de éxito, para ello es indispensable realizar una evaluación, para comprobar la efectividad del sistema. La evaluación se considera cuatro áreas relevantes para su análisis (Segovia, 2007; Ramírez, Pérez, Domínguez & Castañeda, 2010): pedagógico, contenido, técnicos y de diseño.

Los aspectos pedagógicos se refieren verificar si una aplicación está clara y explícitamente estructurada con base en un determinado modelo didáctico y de aprendizaje, que formas asumen sus diferentes componentes y cuál es su potencial para un uso con fines educativos. En la evaluación del contenido se incluye lo relacionado con la calidad y cantidad de información disponible en la aplicación: de qué tipo es y cómo se encuentra estructurada esa información, cuál es su nivel de complejidad, cuál es su grado certeza científica, entre otras. Respecto a los aspectos técnicos se debe revisar la viabilidad de uso, es decir, la posibilidad de ejecutarla en el equipo que se destina, con adecuados tiempos de respuesta. Por otra parte, el principal requisito en el diseño gráfico de una interfaz de calidad, tiene que ver con la transparencia y eficacia con que se proporcionan los elementos necesarios, de tal manera que el usuario pueda acceder a la información disponible con un mínimo de esfuerzo para aprender y dominar los detalles de la propia interfaz gráfica.

De aquí que el objetivo de este trabajo de investigación fue desarrollar y evaluar un STI para la enseñanza de las ciencias: *Haciendo Ciencia*. En la evaluación se considera cuatro áreas relevantes para su análisis: pedagógico, contenido, técnicos y de diseño.

2. Método

2.1. Participantes

19 jueces expertos, todos cursaban la Licenciatura de Psicología (8 hombres y 11 mujeres), cuyo rango de edad osciló de 18 y 26 años con una media de 20.0 años (DE = 2.299).

2.2. Medidas

- Sistema Tutor Inteligente: Haciendo Ciencia. Haciendo Ciencia se desarrolló para tecnología móvil, consta de 8 experimentos por cada área de la ciencia: física, química, biología, ciencias de la Tierra y astronomía. Cada problema o experimento consta de una introducción teórica, objetivo, materiales, procedimiento, evaluación, conclusiones, referencias, comunicación con sus iguales a través de redes sociales.
- Formato para validación del Sistema Tutor Inteligente: Haciendo Ciencia, desarrollado para fines de la presente investigación. El instrumento está compuesto por datos generales, por 36 reactivos dicotómicos divididos en 4 áreas de evaluación: pedagógica, contenido, aspectos técnicos y diseño gráfico. Mínimo teórico de cero y máximo de 36.

2.3. Procedimiento

Previo consentimiento informado de los jueces se realizó la validación del STI Haciendo ciencia en pasos: 1) se realizó la capacitación teórica sobre el objetivo del sistema, 2) se ejecutó la instalación de la aplicación en el dispositivo móvil de la pertenencia del sujeto, 3) se proporcionó la capacitación tecnológica sobre el uso de la app, posteriormente, 4) practicaron con la app un promedio de una hora, por último, 5) se les dio a contestar el instrumento de evaluación. Lo anterior tuvo una duración aproximada de 4 horas.

3. Resultados

Los datos generales indican que todos los jueces tenía dispositivo de tecnología móvil, que lo utilizan entre 3 a 10 horas, con una media de 5.83 (DE = 2.33) y que todos habían bajado aplicaciones para su móvil. El 73% de los móviles tuvieron sistema operativo Android, lo cual es relevante para el presente estudio, debido que la aplicación fue diseñada para este tipo de sistemas. Respecto a la evaluación general del STI Haciendo Ciencia se observó que los puntajes estaban sesgados hacia la izquierda, mostraron un puntaje mínimo de 26 y máximo de 36, con una media de 33.78 (SD=2.76), este dato es significativo porque indica que la mayoría de los sujetos evaluaron muy bien el desempeño del sistema (Figura 2).

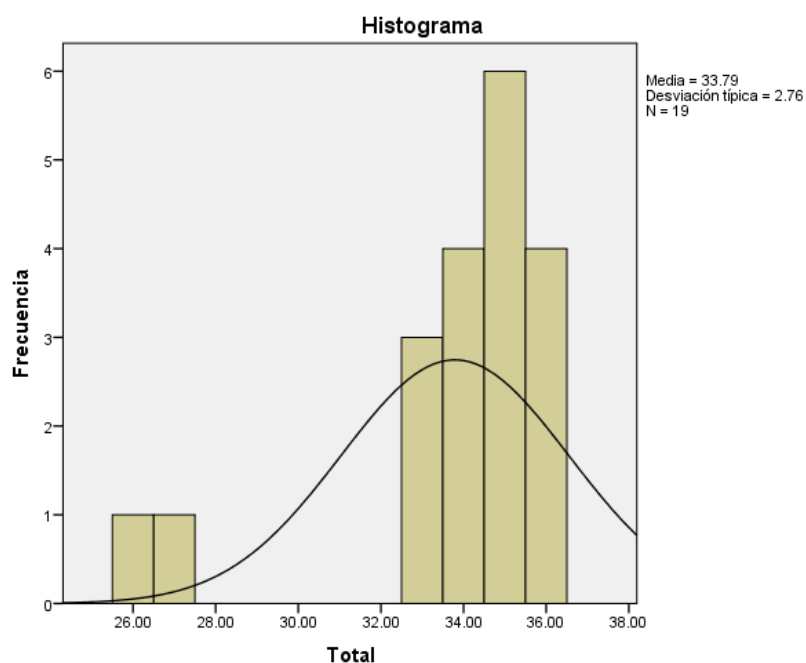


Figura 2
Histograma total del instrumento de evaluación

Los puntajes por cada una de las áreas también muestran evaluaciones positivas (Tabla 1). El área pedagógica los usuarios consideraron que el STI Haciendo Ciencia fomenta la iniciativa y autoaprendizaje, los contenidos se ajustan al nivel de desempeño del alumno y que potencia el aprendizaje significativo, asimismo refirieron que fomentan destrezas científicas, cognoscitivas y motivadoras, el puntaje más bajo se encontró en la evaluación de fomento de aprendizaje cooperativo. Al respecto del área de contenido se encontró que los jueces consideraron que el contenido era veraz, adecuado, objetivo, actual e interesante, los materiales eran adecuados y el procedimiento detallada, sin embargo los puntajes más bajos de encontraron en las áreas de la ciencia, ya que consideraron que estos deberían ampliarse.

Tabla 1.
Puntaje del instrumento de evaluación del STI Haciendo Ciencia

Área a evaluar	Teórica				Real	
	Mínimo	Máximo	Media	SD	Mínimo	Máximo
Total	0	36	33.68	3.05	26	36
Pedagógico	0	11	10.15	1.71	4	11
Contenido	0	11	10.68	.74	8	11
Técnico	0	4	3.73	.56	2	4
Diseño	0	10	9.10	1.04	6	10

En el aspecto técnico se encontró que la instalación era sencilla y que su uso no requería conocimientos técnicos, sin embargo algunos jueces consideraron que navegación en ocasiones tornaba complicada. Por último, respecto a diseño, los sujetos consideraron que los colores, el tipo de texto, las imágenes eran motivadoras, aclaradoras y vicariables, sin embargo, para algunos sujetos consideraron que el tamaño de los textos era grande y eso podría repercutir en la aceptación de los jóvenes. Sugerían menor cantidad de información y la letra un poco más grande. En resumen, de acuerdo a lo anterior se observa que la mayoría de los jueces considera que la aplicación cumple en los cuatro rubros evaluados, pues las medias están muy cercas al puntaje máximo.

Por último, para saber si habían diferencias entre los jueces respecto al sexo se realizó una prueba *t* de Student para muestras independientes, se observó sólo en el aspecto técnico habían diferencias estadísticamente significativas ($t = -2.81$, $gl = 17$, $p > .05$), es decir, los hombres consideran que el sistema requiere mayor facilidad técnica.

4. Discusión y conclusiones

A través de los datos arrojados por la evaluación se observó que el STI Haciendo Ciencia permite la enseñanza de la ciencia cumpliendo de manera satisfactoria con los requisitos de la evaluación por jueces en sus diversas áreas: pedagógica, de contenido, técnica y de diseño de la interface (Segovia, 2007; Ramírez, Pérez, Domínguez & Castañeda, 2010). Es importante resaltar la evaluación de este software, y, de cualquier otro sistema informático educativo en general, debido que, a través de esta tarea se pueden verificar el cumplimiento de los objetivos para los que fue creado, asimismo se identifican áreas de oportunidad para incluir o ajustar elementos que no se habían considerado en la etapa de diseño y que con ellos puede tener mayor aceptación y usabilidad generando mayor ventaja didáctica. También es relevante mencionar que la tecnología, especialmente la móvil, puede ser una excelente herramienta para llevar el aprendizaje formal fuera del salón de clases debido al aumento de utilización, así como la ubicuidad de los dispositivos (UNESCO, 2013), por lo anterior, se desea resaltar la trascendencia que en futuras propuestas de software educativo se lleve a cabo la evaluación por jueces expertos y usuarios finales con el objetivo de tener software que sea educativo y utilizado por estudiantes.

Referencias

- Bloom, B. (1984). The 2 sigma problema: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educational Research*, 13, 4-15.
- Birch, W. (1986). Towards a model for problem-based learning. *Studies in Higher Education*, 11, pp. 73-82.
- Cataldi, Z. & Lage, F. J. (2009). Sistemas Tutores Inteligentes orientados a la enseñanza para la comprensión. *EDU-TEC Revista electrónica de Tecnología Educativa*, 28, 1-19.
- Cataldi, Z. & Lage, F. J. (2010). Modelado del estudiante en Sistemas Tutores Inteligentes. *TE&ET Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 5, 29-38.
- Campanario, J. M., & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Investigación didáctica*, 17(2), 179-192.
- Cisco (2012). *Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2011–2016*. San Jose, Calif., Cisco. Recuperado de: http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-520862.html.
- Gil-Flores, J. (2012). Actitudes del alumnado español hacia las ciencias en la evaluación PISA 2006. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 30, 131-152.
- González, C. S. (2004). Sistemas inteligentes en la educación: una revisión de las líneas de investigación y aplicaciones actuales. *Relieve*, 10, 1, pp. 3-22.
- Instituto Nacional para la Evaluación Educativa (2013). *México en PISA 2012*. México: INEE.
- López, J (2015). Para este año, un dispositivo móvil por habitante en México: IDC [Grupo de noticias]. Recuperado de: <http://www.elfinanciero.com.mx/tech/para-2015-habria-un-dispositivo-movil-por-habitante-en-mexico-idc.html>
- Millán, E. (2000). *Sistema bayesiano para modelado del alumno*. Tesis Doctoral. España: Universidad de Málaga.
- Nieda, J., & Macedo, B. (1998). *Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años*. México: SEP.
- Ramírez, O. J., Pérez, B. R., Gamboa, R. F., Domínguez, H. A., & Castañeda, M. R. (2010). *Propuesta de evaluación de software educativo con base en la eficiencia pedagógica*. *Encuentro Internacional de Educación Superior UNAM*. Recuperado de: <http://repositorial.cuaed.unam.mx:8080/jspui/handle/123456789/1394>
- Secretaría de Educación Pública (2015). *Lineamientos de Operación para el Programa U077, Inclusión y Alfabetización Digital*. Recuperado de: <http://basica.sep.gob.mx/liinclusionyalfabetizaciondigital.pdf>
- Segovia, G. N. (2007). *Aplicación de las TIC's a la docencia*. España: Ideas Propias.
- Torrance, E. P. (1972). *Torrance Test of Creative Thinking*. USA: Scholastic Testing Service, Inc.
- Urretavizcaya, L. M (2001). Sistemas Inteligentes en el ámbito de la Educación. Inteligencia Artificial. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 12, 5-12.
- VanCleave, J. (2011). *Proyectos de Excelencia para la Feria de Ciencias*. México: Editorial Limusa.