

EduQuim, una herramienta computacional para el aprendizaje y la enseñanza de Química en la escuela secundaria

Investigación
arbitrada



EduQuim, a computational tool for learning and teaching Chemistry in high school

Winston Castillo
Francisco Martínez
Luis M. Álamo
Víctor Sojo
Beatriz Ramírez

Alexander Peraza
Laura Rojas
Morella Sánchez
Misyel Echeverría
Félix Alfonzo

Pedro Rondón
Máryori Martínez
Fernando Ruelle

fruette@ivic.gov.ve

Laboratorio de Química Computacional

Centro de Química

Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC)

Caracas-Venezuela

Artículo recibido: 21/11/2016

Aceptado para publicación: 11/01/2017

Resumen

Este trabajo describe el desarrollo de un software educativo (EduQuim) para mejorar y fomentar la enseñanza y aprendizaje de la química del tercer año de educación básica. Se expone la importancia de las herramientas de tecnología de la información y las comunicaciones (TIC) en relación con las teorías del aprendizaje y su relevancia para Venezuela. Se presenta en detalle el esquema de la plataforma web y las herramientas computacionales que fueron empleadas en la construcción de EduQuim, así como los utilizados en el desarrollo de las animaciones y los juegos. Se identifican las estrategias, metodologías y el personal necesario para el desarrollo del software y se muestra el prototipo de página web con sus características, personajes, vídeos y juegos. Finalmente, se exponen las conclusiones y comentarios sobre futuros trabajos.

Palabras Clave: software educativo, aprendiendo por la web, enseñanza de la química, juegos en educación, EduQuim.

Abstract

In this paper, the development of an educational software (EduQuim) is described to help improve and enhance teaching and learning chemistry in the third year of basic education. The importance of the tools of information technology and communications (ICT) in relation to learning theories and their relevance to Venezuela is exposed. An outline of the structure of the web platform and computational tools used in the construction of EduQuim are presented in detail. In addition, the set of computer programs used in the development of animations and games are shown. Strategies, methodologies, and personnel needed for software development are also identified. Additionally, a sample of the website with its features, characters, video examples, mini-games, and gaming platform are presented. Finally, conclusions and opinions on further works are presented.

Keywords: educational software, learning the web, teaching chemistry, education games, EduQuim.

Introducción

El vertiginoso avance tecnológico de finales del siglo XX y comienzos del XXI se ha reflejado en la aparición de nuevas técnicas para el mejoramiento de la enseñanza en general. En años recientes ha habido una evidente masificación de nuevas tecnologías de comunicación, equipos y programas de computación. Los países desarrollados se caracterizan por brindar un alto impulso a las ciencias y tecnologías con el objeto de lograr una mayor difusión y alcance de la educación en todos los niveles de la sociedad. Un gran avance en la utilización de la tecnología computacional en el desarrollo de los métodos de enseñanza se ha extendido a diferentes áreas de la ciencia en particular en química. Se pueden citar varios ejemplos donde se realiza el aprendizaje de la ciencia a través de juegos de computadoras y simulaciones (Honey y Hilton, 2011; Aina, 2013; Weiss, Knowlton, Morrison, 2002). En particular (Njoku y Eze-Odurukwe, 2015; Pekdağ, 2010; Schwartz, Milne, Homer, Plass, 2013; Soika, Reiska, Mikser, 2010) presentan la aplicación de animaciones en el aprendizaje de la química.

El aprendizaje surge de la creación de las condiciones propicias para que el y la estudiante aprenda. Se vinculan los temas o contenidos del programa de un curso con las necesidades, intereses o experiencias cercanas al educando, al permitir que disfrute del aprendizaje y se vuelva autodidacta.

Las teorías del aprendizaje (Conductista, Genético-Cognitiva y Genético-Dialéctica) están basadas en mecanismos estímulo-respuesta como reforzadores de la conducta (Skinner, 1974), estructuras cognitivas internas, los niveles psico-evolutivos (Piaget, 1969 y Bruner, 1966) y los condicionales medio-ambientales (Vygotski, 1982). El uso de medios instruccionales para el aprendizaje, tales como el de programas animados en computadoras, favorece los mecanismos de estímulo-respuesta por la forma interactiva del proceso de la adquisición del conocimiento. Estos programas computacionales pueden considerarse como incentivos reforzadores de una conducta positiva del estudiante hacia el aprendizaje. El uso cotidiano de programas de juegos por computadoras, en el mercado local de software, constituye una experiencia previa (condicionales medio-ambientales) que puede ser usada positivamente en la interacción y comunicación entre el estudiante y un programa educativo. En las nuevas generaciones la familiarización con las computadoras desde la infancia facilita el aprendizaje, debido a que ha habido una evolución mental de las estructuras cognitivas internas del alumno que lo condicionan favorablemente hacia el manejo de un software amigable. Las necesidades, intereses y experiencias cercanas al alumno se han creado dentro de este contexto.

Por una parte, Venezuela, como país minero y de grandes recursos en hidrocarburos, requiere un mayor desarrollo de su industria química para mejorar el valor agregado de sus reservas no renovables. Por estas razones, la educación en la cátedra de química es de gran importancia para el progreso de la ciencia y la economía de nuestro país (Nuñez, 2000; Pirela, 1996; Sálas-Capriles, 1982). El desarrollo de programas de visualización para la educación en Química se ha generalizado a nivel internacional de una manera sorprendente (Burewicz, Miranowics; 2002), particularmente en los países del primer mundo. En los países en desarrollo se requiere la generación de programas computacionales para el estudio de la ciencia, adaptados a nuestros programas de enseñanza y necesidades. La visualización computacional puede ser una herramienta fundamental para entender un fenómeno químico tanto en el espacio tridimensional como en su aspecto episódico, pues la Química es una ciencia experimental cuyos objetos de investigación están relacionados directamente con el tiempo y el espacio.

En este sentido, la animación no solo puede ayudar a la comprensión de las transformaciones que ocurren en los compuestos químicos (reacciones químicas); sino también, como una herramienta educativa que comprende varios aspectos de las bases del aprendizaje (UNESCO, 2006); de modo que, puede considerarse

como un agente que aumente la motivación e incentive el interés por el estudio de la química: al hacerla una actividad divertida y estimulante.

Por otra parte, recientemente se ha estimulado el uso de las herramientas tecnológicas computacionales en los salones de clases, desde su inclusión en el Proyecto Nacional Simón Bolívar, garantizando así el acceso a la educación y al conocimiento a través del uso de TICs. En este sentido, el Proyecto Canaima tiene como objetivo principal el promover la formación integral de los niños y niñas en Venezuela mediante el apoyo de las tecnologías de información libres con la dotación de una computadora portátil a los estudiantes y los docentes de las escuelas nacionales, estatales, municipales, autónomas y las privadas subsidiadas por el Estado.

Entonces, se idea que esta experiencia puede servir como base para plantear la idea de crear un software educativo específico para la presentación de conceptos científicos que explote la interacción directa con el usuario usando los cimientos de la web 2.0. Por ello, este trabajo explica la realización del software EduQuim (aplicación web, 2016), como una herramienta para la enseñanza de la química del 3er año / 9no grado de la educación básica (bachillerato). Y se explica que este software surge como una respuesta a la necesidad de fomentar en los estudiantes el conocimiento del área de química y estimular el estudio de esta asignatura, a fin de mejorar el dominio de los saberes científicos en esta área. Otro aspecto que se aborda es la descripción de la producción del software en base a los requerimientos (personal), las herramientas computacionales empleadas, una representación esquemática de la estructura de la plataforma web, la elaboración de los guiones, la creación de los guiones gráficos o *storyboards*, las animaciones, los juegos y la evaluación del estudiante. También se plantean las conclusiones y futuros desarrollos de la plataforma web.

1. Metodología, herramientas y estrategias usadas

La base de esta aplicación (EduQuim, 2016) es la elaboración de una plataforma web que permita al estudiante acceder a los diferentes conceptos del curso del 3er año de química (Venezuela). Para ello se utilizaron herramientas tales como: videos animados, juegos de plataforma, mini-juegos y además se deben elaborar las evaluaciones que permiten medir el proceso de aprendizaje. Los grupos de trabajo para el desarrollo del material de EduQuim fueron conformados de la siguiente manera:

1. Programadores de la plataforma web.
2. Redactores de guiones e historias.
3. Productores de cortos animados en 2D y 3D.
4. Programadores de juegos.
5. Redactores de contenido de los mini-juegos.
6. Elaboradores de preguntas para cuestionario de evaluación de cada tópico.
7. Imitadores de voces para los personajes.

Esta plataforma se ha construido utilizando lenguajes de programación web para la elaboración de una interfaz que permita al estudiante y al profesor su interacción con el contenido de la misma. Los lenguajes de programación y el esquema del mismo se muestran en la Fig. 1.

Se utilizaron los lenguajes de programación PHP (PHP, 2016) y HTML5 (HTML5, 2016) para la codificación de la plataforma. Se usó Laravel (LARAVEL, 2015) como herramienta de trabajo (framework) para el código en PHP y a MySQL como gestor de base de datos (MYSQL, 2016) mientras que en la presentación de HTML se usó CSS3 (CSS3, 2011). La arquitectura de programación que se empleó fue el modelo vista-controlador (MVC) y para el caso de la elaboración de los videos, se utilizaron los programas: Cinema-4D (CINEMA-4D, 2010), Flash-CS6 (FLASH, 2014), Premiere-CS6 (PREMIERE, 2016), Audition (AUDITION, 2013), Camtasia-Studio-7 (CAMTASIA, 2015), Illustrator-CS6 (ILLUSTRATOR, 2016) Audacity (AUDACITY, 2016) y After Effects (AFTER EFFECTS, 2015). Algunas animaciones moleculares fueron realizadas a partir de los resultados obtenidos con cálculos cuánticos o dinámica clásica usando la interfaz

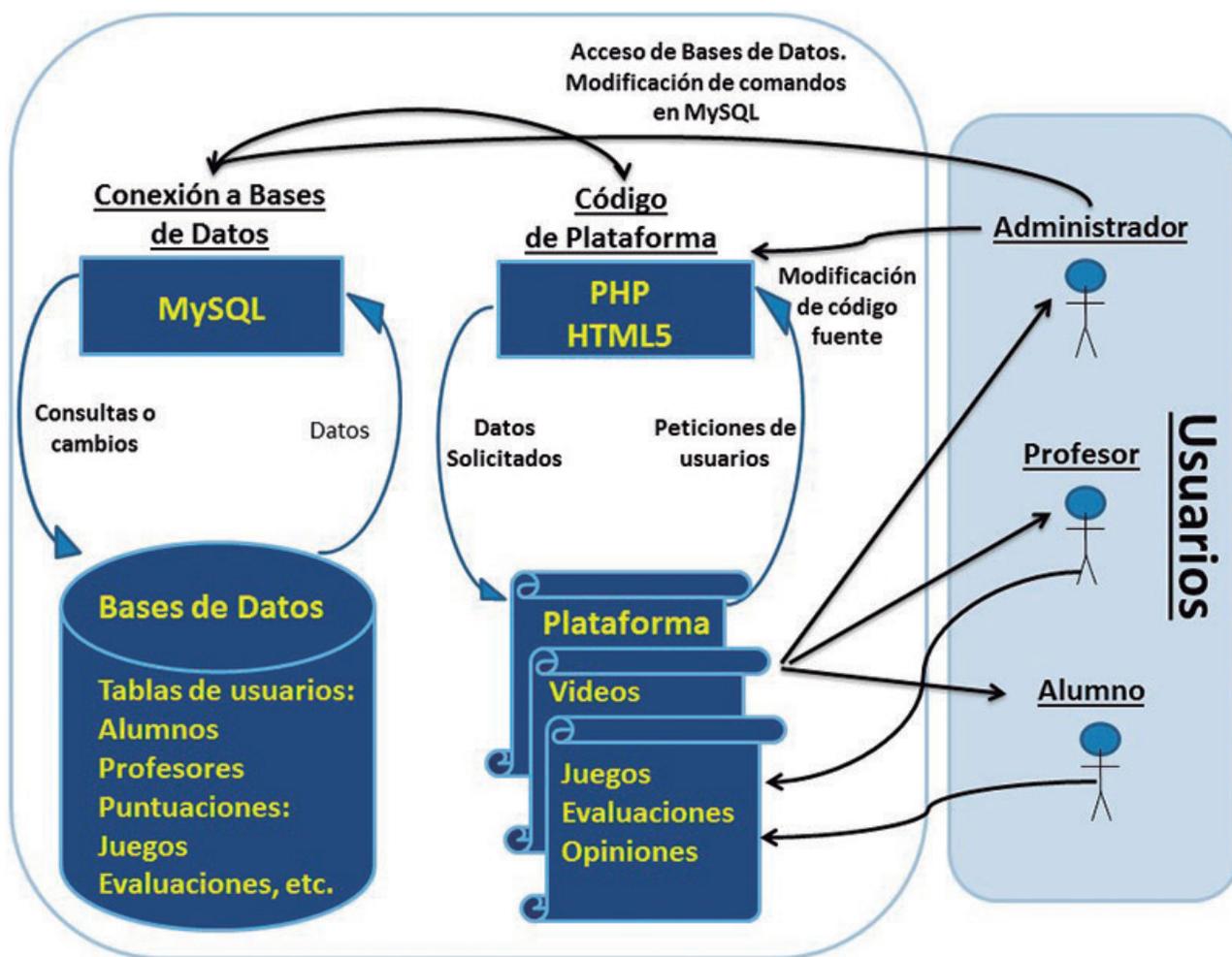


Fig 1. Esquema de la estructura de la plataforma web de EduQuim

IVIChem (Sojo, Peraza, Ruette, Sánchez, Acosta, 2012; Sánchez, Peraza, Sojo, Matheus, Coto, Fernandez, López, López, Ruette, 2012). En esta interfaz se emplea el visualizador molecular Jmol (JMOL, 2015) y en otros casos se combina con el editor molecular 3D Avogadro-1.0.1 (AVOGADRO, 2013). También se realizaron filmaciones en laboratorios para mostrar equipos y experimentos.

Realizar las animaciones requiere previamente de la elaboración de guiones donde se describan claramente los conceptos químicos. Para la escritura de los guiones técnicos se empleó una plantilla proporcionada por el equipo de EduQuim. Dicha plantilla es básicamente una tabla donde se indica la escena y un resumen de lo que se espera presentar en la animación. Las animaciones son, en principio, acciones simples e ilustrativas, relativamente fáciles de construir donde los animadores, redactores de guiones e historias y los dibujantes dan a conocer, en forma didáctica, los conceptos que se quieren establecer y mostrar.

En la metodología para la elaboración de los guiones y los videos se consideraron los siguientes pasos y estrategias:

- Involucrar a los investigadores del Centro de Química del IVIC, los profesionales asociados a investigación (PAI), técnicos asociados a investigación (TAI) y estudiantes de postgrado en el desarrollo de los guiones técnicos, mediante la aplicación de sus conocimientos en temas específicos relacionados con la química.
- Para generar guiones amigables que presenten los contenidos del programa de química de tercer año, se desarrollaron historias con diferentes personajes y se describen los ambientes. Estos guiones con una historia fueron elaborados por estudiantes de bachillerato en pasantías que terminaron formando parte del equipo creador de videos. En estos guiones, denominados guiones literarios, se incluyen los personajes que

participan en una historia que pudiera ser de interés para el estudiante. Se construyó una trama donde a través de las vivencias y experiencias de los personajes implicados se van explicando los conceptos teóricos y prácticos según un tema específico.

- c) También se elaboraron *storyboards*, los cuales son un conjunto de ilustraciones mostradas en secuencia, con el objetivo de servir de guía a los productores de cortos animados para entender la historia, previsualizar una animación o seguir la estructura de una película antes de realizarse o filmarse. En EduQuim hemos comprobado la necesidad de hacer guiones sencillos para que las animaciones requieran pocas correcciones. En todos los casos, cada guión literario estuvo acompañado de un *storyboard* hecho con herramientas digitales (*power point*, *illustrator* y *photoshop*), o incluso con ilustraciones a mano alzada, si es más sencillo para el diseñador.
- d) Una vez animadas las escenas, viene el proceso de postproducción que incluye la edición para ensamblar y hacer la composición de todas las animaciones. Se realizaron modificaciones a los videos después de hacer un análisis de los detalles de las animaciones. Finalmente, se llevó a cabo un proceso de renderizado (*rendering* en inglés) para generar una imagen o vídeo mediante el cálculo de iluminación global partiendo de un modelo en 3D. También se incluyeron las voces de los personajes que fueron previamente grabadas y editadas en *Audition* y el acoplamiento entre el material visual, las voces, efectos de sonido y musicalización. Esto se realizó con el software Premier-CS6. Es de notar que los efectos de sonido y la música de fondo provienen de páginas en la web que los ofrecen gratuitamente y libres de derechos de autor.
- e) Con respecto a los juegos, estos consisten en una plataforma con una dinámica similar a la del videojuego Súper Mario Bros (Mario Bros, 2015). Este ha demostrado ser una plataforma sólida, amigable y fácil de interactuar, ya que muchas versiones de este videojuego se han mantenido en el mercado a través de los años. En nuestro caso, el protagonista es una molécula de agua que pasa a través de innumerables y divertidas aventuras en diferentes mundos donde enfrenta a muchas criaturas (otras moléculas). La plataforma cuenta con un sistema de valoración en el cual el jugador obtiene puntos al resolver correctamente los problemas relacionados con el tema en estudio, presentados en los minijuegos. Estos contienen un conjunto de problemas a resolver que servirían de entrenamiento para poder avanzar más fácilmente en el juego de plataforma. En el juego de plataforma, también tendríamos enemigos los cuales son moléculas reactivas que ponen grandes obstáculos para que el protagonista pueda salvar a su compañera. Posee también un sistema de evaluación, basado en las respuestas a las preguntas, al cual el profesor puede tener acceso a través de su cuenta, teniendo información del rendimiento individual de cada estudiante.

2. Características de cada contenido

2.1. Página web

La presentación de la página web está dada en la Fig. 2 donde se muestra varias opciones incorporadas hasta ahora dentro del proyecto. Se describe el proyecto, el contenido de los temas de 3er año, videos disponibles, juegos de plataforma para cada clase, mini-juegos, contacto con el grupo de EduQuim para establecer colaboraciones y comenzar la utilización del programa. En la descripción del proyecto se incluyen los objetivos generales y específicos, una breve descripción de los videos, con sus respectivas muestras del mismo y los temas que se han incorporado.

2.2. Videos

Son cortos animados que incluyen los contenidos estipulados en el programa de tercer año de bachillerato. En general su duración no sobrepasa los 5-7 minutos y su contenido es fundamental para el desarrollo de las demás herramientas que se incluirán en el software. La información que se coloca en estos videos busca incentivar la curiosidad científica de los jóvenes y demostrar de forma gráfica fenómenos que les son desconocidos. Se pretende introducir al estudiante en el mundo microscópico de átomos y moléculas y su correlación con el mundo real (fenómenos cotidianos) utilizando constructores moleculares.

EduQuim
Plataforma de enseñanza de Química de 3er año.

Contenidos	Organización de los contenidos acerca de Química provistos por la plataforma.
Videos	Contenido audiovisual pensado especialmente para la enseñanza de Química.
Juegos de Plataforma	Repertorio de juegos ideados para estimular el aprendizaje de Química.
MiniJuegos	Apartado de juegos granulados para evaluar el desempeño en la plataforma.

Te damos la Bienvenida

Nuestros Intereses:

- Disponer de las Ciencias en favor del pueblo.
- La apropiación social de los saberes Científicos.
- Fomentar el conocimiento en el área de Química.
- Estimular el aprendizaje de los estudiantes de Bachillerato.
- Brindar libre acceso a la información para cualquier persona en la Internet.

Twitter

Implementado por Luis Álamo para el Laboratorio de Química Computacional en el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas.
Funciona mejor con Mozilla Firefox.
Copyleft© 2014.

Volver Arriba

IVIC

Fig. 2. Presentación de la Página Web de EduQuim.

Los videos se han realizado en el orden en que se plantea el contenido del programa de tercer año de bachillerato del Ministerio de Educación. Para el desarrollo de las clases contamos con varios personajes los cuales buscan entender fenómenos cotidianos a través de la química, dos de los cuales son los protagonistas y se corresponden con moléculas de agua animadas. Tienen por nombre Trixi (femenino) y Oxi (masculino). Además, otros personajes han sido incorporados como: la Computadora, el conductor de la nave (Capitán), el profesor Dr. H y el robot Nano. Los personajes interactúan entre sí para resolver problemas y hacerse preguntas. En la introducción de cada video suelen presentarse problemas que dan inicio a los contenidos educativos presentes en el video. Finalizando el video, se presenta un resumen para señalar y enfatizar los conceptos más importantes dentro de la clase. Para concluir se presentan los créditos de los que contribuyeron y colaboraron en las diferentes etapas de la elaboración del video.

En la Fig. 3 se presenta una imagen con los personajes principales Trixi y Oxi, junto el Capitán virtual de la nave en la que emprenden el viaje. En la Fig. 4, se muestra una escena de la clase “Solubilidad” explicada por el Profesor Dr. H.

Como ejemplo de filmación en un laboratorio se muestra el proceso de solubilidad en agua a diferentes temperaturas utilizando azúcar y arena como solutos. La escena se exhibe en la Fig. 5.

Como mencionamos arriba, todos los videos contienen un resumen de los conceptos, los cuales se presentan al final de la clase. En este caso mostramos un resumen en la bitácora del personaje nano sobre el tema de Punto de Ebullición, ver Fig. 6.

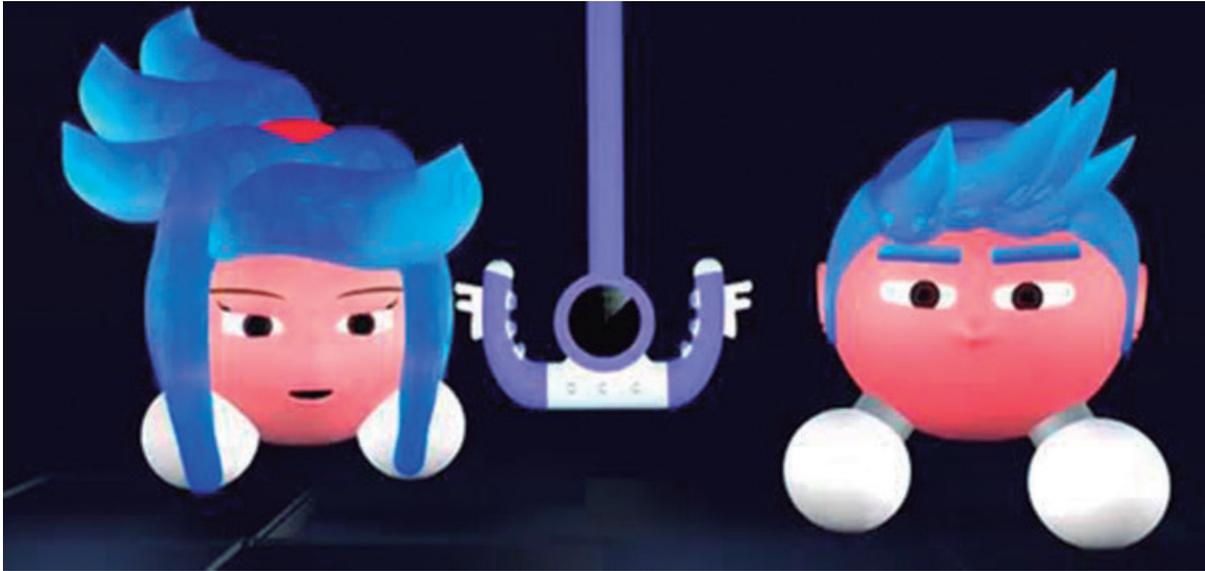


Fig. 3. Personajes en la clase Solubilidad: Trixi, Capitán y Oxi de izquierda a derecha.



Fig. 4. El profesor Dr. H, explicando la Solubilidad.

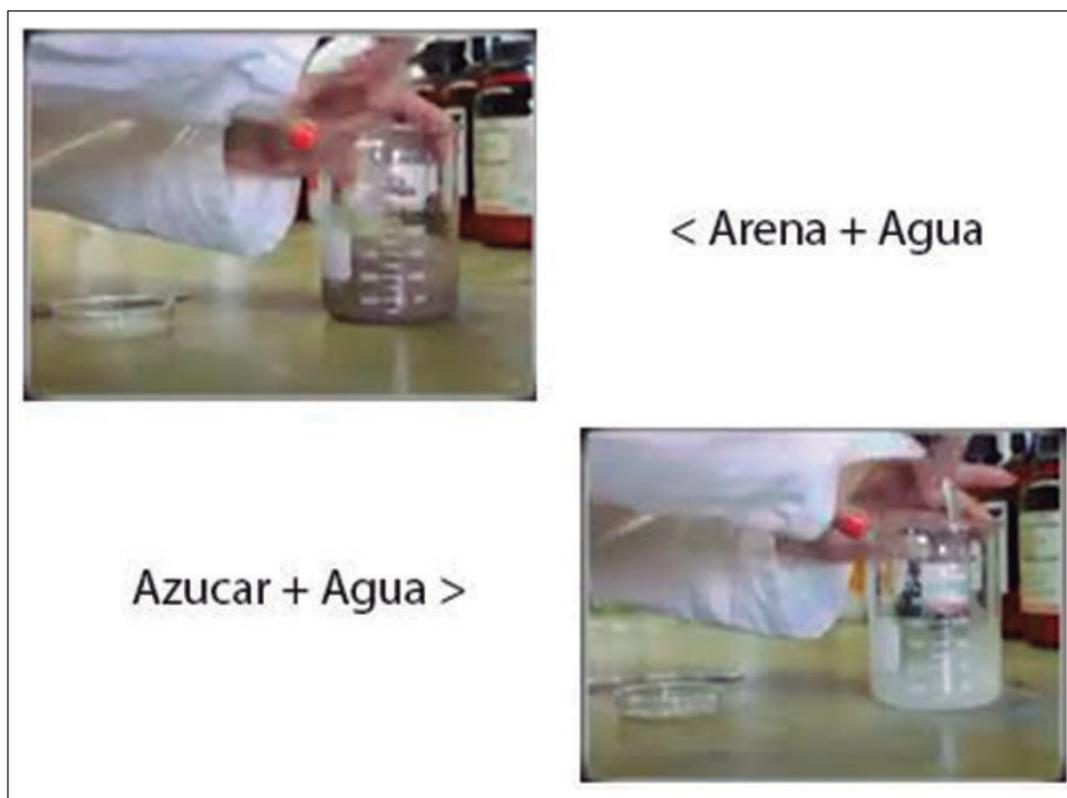


Fig. 5. Filmación del fenómeno de Solubilidad en diferentes sustancias (azúcar y arena).

2.3. Juegos y mini-juegos

Los juegos son actividades evaluativas que pretenden reconocer la efectividad del aprendizaje utilizando la dinámica aplicada en los juegos tipo Super Mario Bros, en el cual el fontanero se ha reemplazado por una molécula de agua (Oxi). La estrategia del juego es sobrevivir en diferentes escenarios a múltiples enemigos y obstáculos que hay que esquivar resolviendo mini-juegos. Oxi tiene que rescatar a Trixi (el equivalente a la princesa Peach) y luchar contra Plumbo (el correspondiente a Bowser).

Cada video de una clase está acompañado por un juego de plataforma en el cual están incluidos varios mini-juegos relacionados a sus contenidos. Un ejemplo del modelo del juego de plataforma, donde Oxi es el protagonista, se muestra en la Fig. 7.

Dentro de la plataforma, existen puestos de control (*checkpoints*) dónde se activan los mini-juegos de conocimiento que se deben resolver para poder continuar. Cada mundo visitado permitirá acumular puntos y así mejorar o empeorar el posicionamiento dentro de la escala de desempeño con respecto a los usuarios (estudiantes) que estén registrados en nuestro sistema.

Los mini-juegos también tienen una manera de evaluar el desempeño del alumno mediante puntuaciones y permiten al usuario un entrenamiento para poder resolver los problemas que se presentan en el juego de plataforma. Estos pueden ser: sopa de letras, memoria, el ahorcado, agrupación, completar oraciones, palabras claves, correlación palabra-objeto y algunos más sofisticados y específicos para un tópico. Un ejemplo de juego específico se exhibe en la Fig. 8, para visualizar el concepto de volumen.

2.4. Evaluación

En la plataforma EduQuim, el profesor crea su grupo por sección y unidad educativa e inscribe los alumnos con sus respectivas claves (cédula de identidad). Esto le permite la posibilidad de obtener información de sus

BITÁCORA

HOY DESCUBRIMOS QUE:

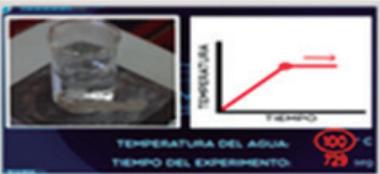


LOS CAMBIOS DE TEMPERATURA OCASIONAN QUE LA MATERIA SE **TRANSFORME ENTRE ESTADOS**. POR EJEMPLO, CUANDO EL AGUA HIERVE, SE TRANSFORMA DEL ESTADO LÍQUIDO AL ESTADO GASEOSO

EL PUNTO DE TEMPERATURA ESPECÍFICO, QUE DEPENDE DE LA PRESIÓN AMBIENTAL, EN EL CUAL UN MATERIAL PASA DEL ESTADO LÍQUIDO AL ESTADO GASEOSO SE DENOMINA **PUNTO DE EBULLICIÓN**

PUNTO DE EBULLICIÓN

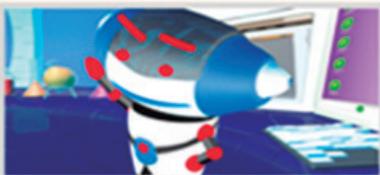
AGUA: 100 °C



CUANDO SE ALCANZA EL PUNTO DE EBULLICIÓN, **LA TEMPERATURA SE MANTIENE CONSTANTE** HASTA QUE TODO EL LÍQUIDO PASA A VAPOR

LA **PRESIÓN AMBIENTAL** AFECTA EL PUNTO DE EBULLICIÓN DEL MATERIAL. PUES MIENTRAS MAYOR SEA LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA EL PUNTO DE EBULLICIÓN ES MÁS ALTO





EL PUNTO DE EBULLICIÓN **TAMBIÉN ES AFECTADO POR LA PRESENCIA DE SUSTANCIAS** QUE PUDIERAN ESTAR DISUELTAS EN EL LÍQUIDO. POR EJEMPLO SI AGREGÁRAMOS SAL AL AGUA, EL PUNTO DE EBULLICIÓN AUMENTARÍA LIGERAMENTE

Fig. 6. Resumen de la clase de Punto de Ebullición.

estudiantes por sección y tener una evaluación tanto en el uso del software por clase como en el rendimiento de las respuestas a los mini-juegos y el juego de plataforma. Una imagen de un mini-juego genérico (utilizable en cualquier mini-clase) se muestra en la Fig. 9 para el caso del tema “materia”. También el alumno puede tener idea de su rendimiento al chequear su puntuación en los mini-juegos y el juego de plataforma con respecto al resto del curso.

Otro aspecto que se ha considerado en este desarrollo es la evaluación del software por medio de la opinión de los usuarios (los alumnos y los profesores) con respecto a la calidad de los videos, el enfoque presentado, el nivel pedagógico y el contenido. Esto permite la posibilidad de compartir sugerencias para futuras mejoras del software. Es de notar que al final de cada clase existe una sección de sugerencias para los usuarios.



Fig. 7. Modelo de juego de plataforma.

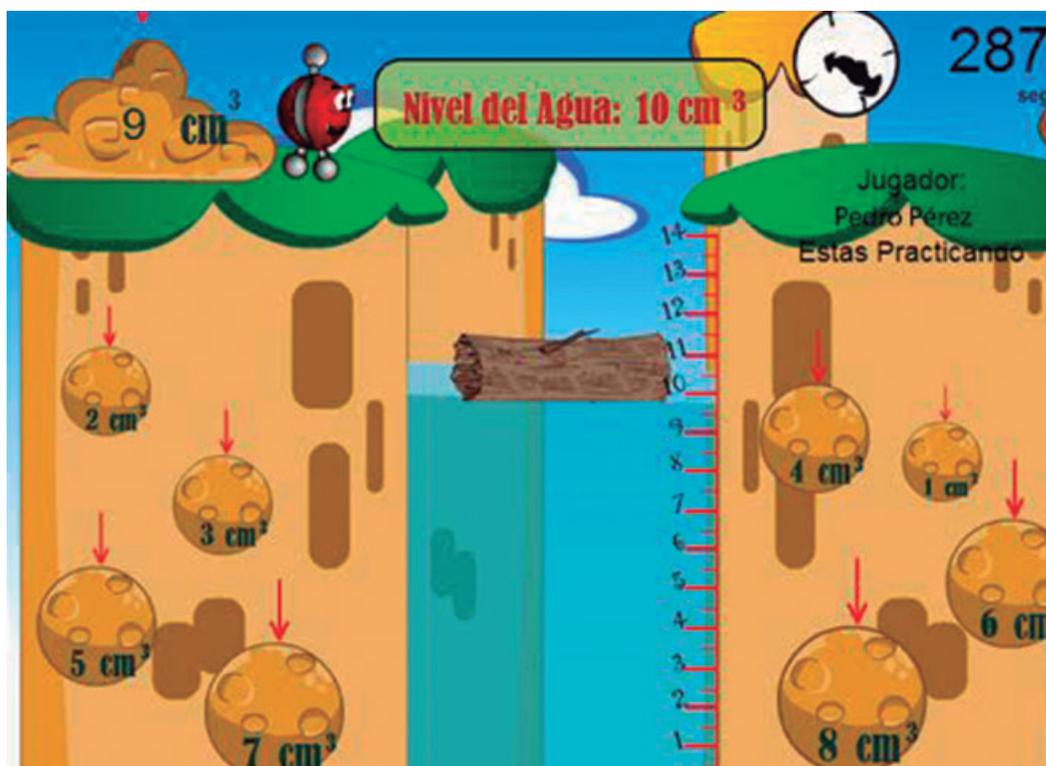


Fig. 8. Modelo de mini-juego específico para clase de Volumen.



Fig. 9. Mini-juego genérico de completar oraciones para el tema de Materia.

Conclusiones y recomendaciones

Podemos decir que se ha logrado la implementación de una herramienta educativa de fácil acceso, que está disponible en la web para los estudiantes de tercer año de bachillerato, con la finalidad de mejorar y estimular su educación en la química. A través del uso de las TIC's se puede mostrar a los jóvenes con edades comprendidas entre catorce (14) a dieciséis (16) años, una química sencilla y amigable y que permita al mismo tiempo a los profesores llevar un registro del progreso del estudiante con respecto a la materia. Para ello fue necesario desarrollar una plataforma web donde está incluido todo el material educativo: videos, mini/juegos y juegos. Los siguientes aspectos son necesarios para completar el software educativo:

- Se requiere incorporar un módulo en la plataforma web para pruebas de evaluación con una serie de preguntas a responder por tema. Las preguntas las podría elaborar el profesor o el equipo de EduQuim para que se tenga idea del rendimiento del estudiante en exámenes similares a los que se realizan en clases.
- Se han hecho también ensayos para la incorporación de un módulo llamado “¿Sabías que?”. Este incluye, en forma más detallada algunos tópicos que no se han tocado en las clases animadas, con explicaciones en videos desarrollados o tomados de la web.
- Se necesita crear una versión del programa, que además de poderse acceder por la web permita la instalación del software en servidores de liceos, computadoras personales y en particular canaimitas (una computadora portátil dotada por el estado a los estudiantes y los docentes de las escuelas nacionales del estado venezolano).
- Se realizarán futuros trabajos sobre el impacto de esta plataforma web en la enseñanza de la química en las instituciones educativas del país usando instrumentos de evaluación. En este caso, se compararían los grupos que se eduquen en forma tradicional (grupo de control) con aquellos que están haciendo uso de la plataforma EduQuim. ©

Trabajo realizado con el financiamiento del Convenio Integral de Cooperación Cuba – Venezuela, Ciencia para el Pueblo: apropiación social de los saberes científicos. Agradecemos a: **Instituciones:** Escuela Técnica Comercial Dr. Jesús Muñoz Tébar, Colegio Mater Dei, CULTCA, IUT-FRP, UBA. **Participantes:** Dr. Yasser Novo, Dr. Daniel Milián (Cuba) Hairama Pernía, Loneliness Guizar, Roberto Molina. **Elaboradores de Guiones:** Aníbal Sierralta, Rafael Añez, Beulah Griffe, Leonardo Valde-rrama, Dayana Leal, David Coll, Wendy Rondón, Mary Labadí, Teresa González, Alexis Maldonado, Ángela Sifontes, Doris Jiménez, Félix Rosas, Carlos Gámez, José Ramón Mora, María Cristina Goite, Yomaira Otero, Yenner Bertancourt, Liz Cubillán, Iván Machín, William Vera, Johana Alayón y José Gregorio Cisneros. **Voces y sonido:** Wilmer Espinoza, James Prada y Bruno García. **Diseñadores Gráficos:** Omar Pérez, Robert Porras, Adrián Garzaro. **Mini-juegos y Animadores:** Jorge Gutiérrez, José Vásquez, Wladimir Muñoz, Mauricio Troya, Tony Castro, Ángel Delgado, Richard Molina, Wilmer Flores, Carolina Fonseca.

Francisco Jesús Martínez Sosa. Ingeniero de Sistemas, Universidad Bicentennial de Aragua 2008-2013, curso inglés como lengua extranjera CVA (Centro Venezolano Americano) 2006-2007, Diseño Web Escuela Web 2015. Diseño de Páginas Web, Centro de diseño y sistemas. Taller de Story Board para Cine Animado 2014. Herramientas de Dirección y Script. 2015. Actual Coordinador proyecto EduQuim en el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Altos de Pipe.

Máryori Natasha Martínez Acosta. Técnico Medio en Mercadeo egresado de la E.T.C.R. Dr. Jesús Muñoz Tébar en el 2014. Estudiante en curso, Centro de Diseño Digital (Escuela de comunicación visual y arte), Primer semestre. Actual diseñadora gráfica en el IVIC (maryori.martinez.acosta@gmail.com).

Félix Miguel Alfonso Peña. Técnico Medio en contabilidad egresado de la E.T.C.R. Dr. Jesús Muñoz Tébar en el 2014. Asistente Contable en la empresa Yarialma, S.A. en el 2011. Actual animador 3D en el IVIC (alfonzofelix4@gmail.com).

Pedro José Rondón Linares. Técnico Medio en Informática, egresado del E.T.C.R. “Dr. Jesús Muñoz Tébar” en el año 2013. Actualmente cursando Técnico Superior en Informática en I.U.T. “Dr. Federico Rivero Palacio. Actual animador 3D en el IVIC (pedro.rondon0518@gmail.com).

Morella Sánchez Borges. Licenciada en Química, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela, 1971, Dr. Tercer Ciclo en Física Molecular, Universidad de París VI, 1975. Profesora Titular Jubilada IUT Dr. Federico Rivero Palacio, Caracas. Colaboradora Visitante en el IVIC, Altos de Pipe. Más de 40 artículos publicados en revistas internacionales sobre métodos de química computacional, cálculos de funcionales, software para modelar procesos catalíticos, cálculos sobre zeolitas, asfaltenos y PAH’s. Asesorías para la elaboración del contenido de los guiones en el proyecto Eduquim del IVIC (msanchez@ivic.gob.ve).

Alexander Peraza Silva. MSc. En Ciencias mención física matemática, Universidad Centro Occidental Lizandro Alvarado (UCLA), 2010. Ing. Químico Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, 2004. Actualmente profesional asociado a la investigación en el IVIC. Más de 15 artículos publicados en revistas arbitradas internacionales sobre modelado computacional de petróleo, hidrocarburos, procesos de

separación, reactores químicos, química atmosférica y software para química computacional. Asesorías para la elaboración del contenido de los guiones, diseño de interfaz y diseño de los juegos en el proyecto EduQuim del IVIC (aperaza@ivic.gov.ve).

Laura Rojas Guédez. Ingeniero Químico, Universidad Metropolitana (UNIMET), 2011. Actualmente profesional asociado a la investigación en el IVIC. Ha publicado 4 artículos en revistas arbitradas internacionales sobre modelado computacional de hidrocarburos y química atmosférica. Asesorías para la elaboración del contenido de los guiones en el proyecto EduQuim del IVIC (laurojas@ivic.gov.ve).

Fernando Ruette. Doctor en Química, Investigador Titular, Jefe del Laboratorio de Química Computacional (QC), Centro de Química, IVIC. Proponente del Proyecto: “Ciencia para el Pueblo: apropiación social de los saberes científicos” que ha resultado en EduQuim. Coautor de varios libros para niños. Director de proyectos en catálisis computacional, biología molecular, propiedades de interfaces, simulación de interacciones moleculares en hidrocarburos, modelado en química interestelar y ambiental, desarrollo de software en QC (IVIC-Modeling), fundamentación teórica de QC, correlaciones moleculares y EduQuim. (fruette@ivic.gov.ve)

Beatriz Ramírez. Dra. en Química UCV-IVIC 2015, Lic. en Química UCV. Editora de Editorial Santillana. Experiencia computacional en aplicaciones e Fisicoquímica Orgánica. Asesorías para la elaboración de los guiones del proyecto EduQuim en el IVIC (beacrm@gmail.com).

Victor Sojo. Dr. en Biología Evolutiva University College de la Universidad de Londres 2016, Maestría en Ciencias de la Computación e Ingeniería de Software (UCV-IVIC 2010), Maestría en modelado de sistemas biológicos University College de la Universidad de Londres (UCL 2012). Actualmente investigador postdoctoral en la Universidad Ludwig-Maximilian de Munich (LMU), y en RIKEN, Japón. Colaborador e iniciador del proyecto EduQuim en el IVIC (sojovictor@gmail.com).

Luis Mauricio Álamo. Ingeniero en informática. Programador de la página web del proyecto EduQuim en el IVIC. Programador (Freelance), Analista de Sistemas, Analista Programador, 2015.

Winston Castillo. Ingeniero en sistemas. Coordinador proyecto EduQuim en el IVIC. Egresado del CULTCA 2013. Certificado en Diseño Web en el Instituto Aptech en India 2012. Asegurador de Calidad para la empresa WebCreek Technologies en Houston con sede en Quito 2016. Aseguramiento de calidad del software para la empresa Jobsity de Nueva York, 2017.

Misyel Echeverría. Técnico Medio en Informática E.T.C. “Dr. Jesús Muñoz Tébar”. Técnico Medio en Informática. Colaboradora en el proceso de post producción de videos y animaciones en el proyecto EduQuim, del IVIC. Curso Redes Instituto de formación Simón Bolívar 2016-2017. Animación en 3D IVIC 2013.

Referencias bibliográficas

- AFTER EFFECTS. (2015). en Wikipedia. Recuperado el 15 de agosto de 2016 de https://es.wikipedia.org/wiki/Adobe_After_Effects.
- Kola, Ainia Jacob. (2013). Effective Teaching and Learning in Science Education through Information and Communication Technology [ICT]. *Journal of Research y Method in Education*, 2 (5), 43-47.

- AUDACITY. (2004). Recuperado de: <http://audacity.es/>.
- AUDITION. (2013). Recuperado de: <http://www.adobe.com/es/products/audition.html>
- AVOGADRO. (2013). Recuperado de: http://avogadro.cc/wiki/Main_Page.
- BUREWICZ, Andrzej & Miranowicz, Nikodem. (2002). Categorization of visualization tools in aspects of chemical research and education. *Internacional J. Quantum Chem.* 88, (5), 549–563.
- BRUNER, Jerome Seymour. (1966). Investigaciones sobre el Desarrollo Cognitivo. Madrid: Pablo del Rio.
- CAMTASIA. (2015). Recuperado de: www.techsmith.com/camtasia.html.
- CINEMA-4D (2010). Recuperado de: <http://www.maxon.net/es/products/cinema-4d-studio.html>.
- CSS3. (2011). Recuperado de: <https://adegiusti.files.wordpress.com/2013/09/el-gran-libro-ehtml5-css3-y-javascript.pdf>.
- EduQuim (2016). Recuperado de: <http://cativic.ivic.gov.ve/EduQuim/>.
- EduQuim. (2015). Recuperado de: <https://www.youtube.com/channel/UCSiypaxNkoKmijIoL6ZhYuw>.
- FLAHS (2014). Recuperado de: <https://2acd8-descargar.phpnuke.org/es/c156208/adobe-flash-professional-cs6>.
- HONEY, Margaret A. & Hilton, Margaret. L. (2011). *Learning Science Through Computer Games and Simulations*. The National Academies Press.
- HTML5. Recuperado de: <https://developer.mozilla.org/es/docs/HTML/HTML5>.
- ILLUSTRATOR. (2016). Recuperado de: <https://www.adobe.com/la/products/illustrator.html?promoid=KLXLT>.
- JMOL. (2015). Recuperado de: <http://jmol.sourceforge.net/>.
- LAAVEL. (2015). Recuperado de: <https://laracasts.com/series/laravel-5-fundamentals>. Super Mario Bros. (2015). En Wikipedia. Recuperado el 21 de agosto de 2016 de https://es.wikipedia.org/wiki/Super_Mario_Bros.
- MORENO, Roxana & Ortegano-Layne, Ludmila. (2008). Do classroom exemplars promote the application of principles in teacher education? A comparison of videos, animations, and narratives. *Educational Technology Research and Development*, 56 (4), 449-465.
- MySQL. (2016). Recuperado de: <http://www.oracle.com/us/products/mysql/overview/index.html>.
- NJOKU, Zephrius & Eze-odurukwe, Phoebe. (2015). Resolving Nigerian secondary school students' learning difficulties in nuclear chemistry using computer animation solutions. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*.176, 1034-1040.
- Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez. (2000). Gestión tecnológica. *La Innovación Tecnológica en la Industria Petrolera. La Ciencia y la Tecnología en la Construcción del País*, Venezuela: Nuñez, G. A.
- PEKDAĞ, Büllent. (2010). Alternative Methods in Learning Chemistry: Learning with Animation, Simulation, Video and Multimedia. *Journal of Turkish Science Education*, 7 (2), 111-118.
- PIAGET, Jean William. (1969). *Psicología de la Inteligencia*. Buenos Aires, Argentina: Psique.
- PIRELA PINEDA, Arnoldo José. (1996). *Cultura empresarial en Venezuela. La industria química y petroquímica*. Caracas, Venezuela: Editorial Texto.
- PREMIERE. (2016). Recuperado de: <http://www.intercambiosvirtuales.org/software/adobe-premiere-pro-cs6-v6-0-0-319-multilenguaje-espanol-winmac>.
- PHP. (2016). Recuperado de: <http://us3.php.net/manual/en/features.commandline.php>.
- SALAS-CAPRILES, Roberto. (1982). Educación-Industria. Experiencias, Resultados y Proyecciones. Caracas: Fundación Educación-Industria del Consejo Venezolano de la Industria.

- SÁNCHEZ, Morella; Peraza, Alexander; Sojo, Victor; Matheus, Eleazar; Coto, Ernesto; Fernández, Miguel; Lopez, Rhonald; Lopez, Marbelia & Ruette, Fernando. (2012). A Dynamic Integrative Web Environment for Computational Chemistry. *Revista Procesos Químicos.*, 6 (35), 35-38.
- SCHWARTZ, Ruth, Milne, Catherine, Homer, Bruce & Plass, Jan. (2013). *Designing and Implementing Effective Animations and Simulations for Chemistry, Learning In Pedagogic Roles of Animations and Simulations in Chemistry Courses*. Washington, DC: American Chemical Society.
- SKINNER, Burrhus. (1974). *Ciencia y Conducta Humana*. Barcelona, España: Fontanella.
- SOIKA, Katrin, Reiska, Priit & Mikser, Rain. (2010) Recuperado de: <http://cmc.ihmc.us/cmc2010papers/cmc2010-b12.pdf>.
- SOJO, Victor, Peraza, Alexander, Ruette, Fernando, Sánchez, Morella & Acosta, Eleonora. (2012). IVI-Chem: An Integrative Web Environment for Computational Chemistry. *J. Comp. Meth. Sci. Eng.*, 12, 397-406.
- UNESCO. (2006). Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001390/139028s.pdf>
- VYGOTSKI, Lev. (1982). *El Desarrollo de los procesos Psicológicos Superiores*. Barcelona, España: Grijalbo.
- WEISS, Renee, Knowlton, Dave & Morrison, Gary. (2002). Principles for using animation in computerbased instruction: theoretical heuristics for effective design. *Computers in Human Behavior*, 18 (4), 465-477.

