

Un Entorno Virtual de Aprendizaje para Algebra Elemental Basado en Juegos y los Principios de la Teoría Cognitiva

[A Virtual Learning Environment for Elementary Algebra Based on Games and the Principles of Cognitive Theory]

Huerta Luis, Santiago Pablo, Ruiz Juan, Cabrera Nubia, Oscar de la Rosa, and Benítez Felipe

Department of Informatics, University of Istmo,
Ciudad Ixtepec, Oaxaca, México

Copyright © 2015 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The teaching-learning processes for algebra are crucial, because they promote the cognitive bases for the study of other knowledge areas like engineering's; however, its topics are one of the most complicated to understand for many students. In the last years, the virtual learning environments have been taking importance to support the teaching-learning process in general way. In this work the development of a based games virtual learning environment, containing elementals topics of algebra and designed for first semester students on bachelor level, is described. The learning tool has been built with three main modules: 1) Learning, containing audiovisual lessons based on sensorial stimulus, designed with the cognitive theory principles; 2) Reinforcement, where the understanding of the lessons is practiced using an approach based on games and student centered; 3) Evaluation, where the level of learned and practiced topics of the lessons is evaluated. The three modules development of the learning virtual environment are detailed, so as the auxiliary modules for the management of the information of professors and students, queries and reports.

KEYWORDS: Educational, Cognitive, Games, Learning, Multimedia.

1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las TICS contribuyen significativamente al desarrollo de los procesos de enseñanza aprendizaje. La UNESCO, afirma: "Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) pueden contribuir al acceso universal a la educación, la igualdad en la instrucción, el ejercicio de la enseñanza y el aprendizaje de calidad y el desarrollo profesional de los docentes, así como a la gestión dirección y administración más eficientes del sistema educativo" (UNESCO, 2015). Indudablemente, las TICS han logrado convertirse en un gran soporte tanto para profesores como estudiantes, que desde hace algunos años, se han venido integrando con la pedagogía a nivel mundial (Jung, 2005). Asimismo, las TICS han propiciado que los estudiantes adquieran nuevas habilidades y competencias como: mayor colaboración, trabajo en equipo y administración de proyectos; cerrando la brecha hacia los requerimientos de los empleos del mercado (Adel Ben Youssef, 2008).

Dentro de las TICS se encuentran los entornos virtuales de aprendizaje (EVA), aunque no existe una definición definitiva, el autor Wilson B. los definió como sistemas basados en computadoras que permiten comunicar y compartir la información con participantes e instructores, dando acceso a una gran variedad de recursos (Wilson, 1996).

Estudios del impacto de los EVA sobre los estudiantes se han realizado en (John Gardner, 2005), donde todos los profesores coincidieron que los VLE ofrecen facilidades a sus pupilos que significativamente mejoran la educación. Es tal la importancia de los EVA y su aporte a la educación, que países desarrollados como UK y China, consideraron en sus políticas

educativas como alta prioridad, la integración de las TICS para el desarrollo y distribución de los EVA, así como se planeó como prioridad en los objetivos educativos de Europa para el 2010 (Malcolm Padmore, 2006).

En el sistema educativo mexicano, existen debilidades educativas, principalmente en el área de matemáticas, así lo muestra la Evaluación Nacional de Logro Académico en Centros Educativos (ENLACE, 2014) del 2014, donde el rendimiento insuficiente o elemental es de un 60.7%, y para bueno y excelente de un 39.3%, en el último grado del nivel medio superior. La aplicación de los EVA puede ayudar a reforzar la educación en general, sin embargo, las matemáticas son una de las áreas que requieren especial atención por los resultados antes citados. La aplicación de los EVA es viable, puesto que los estudiantes y profesores se encuentran en acercamiento continuo a las tecnologías de información mediante dispositivos móviles y la existencia del fomento gubernamental para el equipamiento informático en escuelas.

En este trabajo se propone el desarrollo de un EVA, el cuál emplea un enfoque de aprendizaje basado en juegos, con temas de álgebra elemental. El EVA contiene herramientas para la administración de información de estudiantes y de profesores, así como un conjunto de bloques integrado por video-tutoriales, video-juegos y autoevaluaciones.

2 EL APRENDIZAJE BASADO EN JUEGOS

Los juegos son una alternativa a los métodos tradicionales de enseñanza, puesto que incluye al estudiante en la dinámica del aprendizaje con emociones positivas, es decir, despierta su interés de manera recreativa. El aprendizaje basado en juegos fomenta el pensamiento creativo y pensamiento divergente, además de ser excelentes para romper el hielo en clases (Fuszard, 2001); por otro lado, en este mismo estudio se afirma que los juegos tienen un rol importante en la construcción de la auto-confianza del estudiante, además de reducir la brecha entre los estudiantes que aprenden lentamente de los que aprenden rápidamente.

Los juegos tienen flexibilidad para ser adaptados a los EVA, donde el número de modelos disponibles es extenso, invitando al estudiante a aprender de una manera divertida y relajada (Boyle, 2015), además que los juegos basados en computadoras desarrollan otras habilidades del estudiante como: mejora en los reflejos, en la coordinación de ojos-manos e incremento en la autoestima (Lawrence, 1986; Griffiths, 1997) y algunas otras que se citarán más adelante.

El EVA propuesto adopta el enfoque de enseñanza basada en juegos, explicándose las herramientas desarrolladas en la siguiente sección.

3 ENTORNO VIRTUAL DE APRENDIZAJE

Los entornos virtuales de aprendizaje son sistemas que utilizan las TIC para proveer herramientas, modelos y servicios que apoyan los procesos de enseñanza-aprendizaje, en donde interactúan aprendices y educadores. Los EVA permiten su acceso y distribución mediante navegadores web; debe contar con una interfaz gráfica intuitiva para el acceso a sus módulos para gestionar cursos, material digital, información académica, seguimiento de estudiantes, entre otras; eliminan la barrera de la distancia, puesto que se pueden acceder desde cualquier sitio con conexión a internet; permiten la libre repetición de alguna lección o sesión de entrenamiento. Los detalles del EVA propuesto se darán en la sección 5.

4 HERRAMIENTA PARA EL APRENDIZAJE DE ALGEBRA

En esta sección, se describen las herramientas desarrolladas para la enseñanza de álgebra. El contenido temático es del nivel medio superior de los Colegios de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Oaxaca (CECYTEO), México. Las herramientas se dividen en los módulos de Aprendizaje, Reforzamiento y Evaluación:

- **Aprendizaje:** Orientadas a explicar los temas de álgebra. En la dinámica de las explicaciones, se toman en cuenta los canales sensoriales textual, visual y auditivo, basado en el esquema del proceso del pensamiento (Moreno&Valdez, 2005). Por otro lado (Walther, 1996) menciona que los medios robustos, tales como videoconferencias son mejores para tareas complejas o “equivocas”; las matemáticas son consideradas como actividades complejas o equivocas. En base a estos hechos, los módulos de aprendizaje desarrollados en el software propuesto, se incluyen elementos textuales, auditivos y animaciones para explicar los temas, usando un lenguaje familiar para el estudiante y abordando situaciones de la vida cotidiana. Sin embargo, integrar estos elementos en las lecciones multimedia no es suficiente, en (Mayer, 2005; Mayer&Moreno, 2003; Chan&Black, 2006; Ginns, 2005) mencionan que para mejorar el aprendizaje de los estudiantes, es necesario seguir los principios de la teoría cognitiva para el aprendizaje en multimedia; en (Mayer&Clark, 2011) se detallan también estos principios que han sido considerados en el desarrollo de los módulos de aprendizaje de este trabajo.

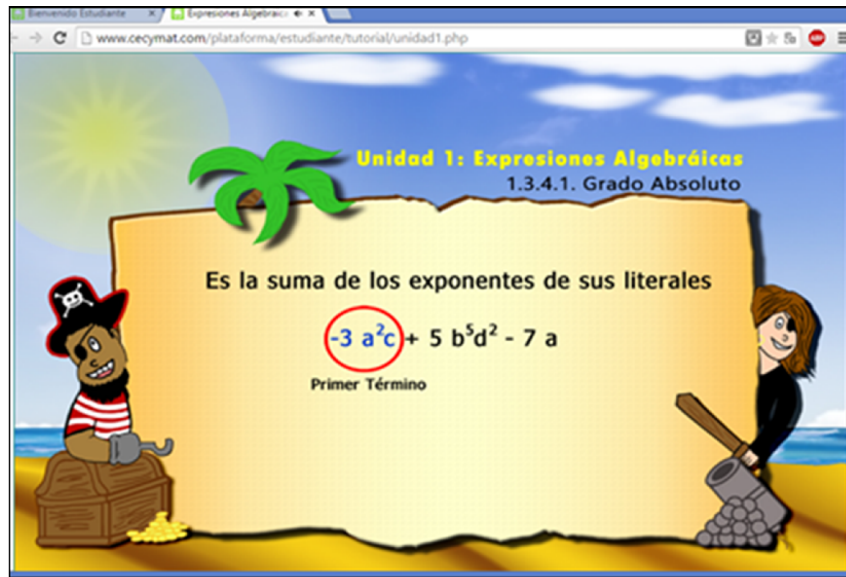


Fig. 1. Interfaz de lección "Grado Absoluto de Expresiones Algebraicas".

En la Fig. 1 se muestra un ejemplo de la interfaz de las lecciones contenidas en el entorno virtual de aprendizaje. En ella se explican las lecciones mediante animaciones narradas, empleando un lenguaje familiar al estudiante para motivarlo y facilitarle el aprendizaje. Algunas de las características del módulo de lecciones que siguen los principios de la teoría cognitiva son las siguientes:

- Principio de la Redundancia: Este principio expone que: "Los estudiantes aprenden mejor con animación y narraciones, siendo redundante la presentación de material textual relacionada a la narración". Por este motivo, las lecciones desarrolladas contienen narraciones de una forma complementaria, más no igual al contenido textual presentado. Es importante no presentar "exactamente" la misma información en diversas modalidades para evitar la redundancia y saturación de los medios sensoriales del aprendiz. Las lecciones presentan información en modalidad textual, visual y auditiva siguiendo estos principios.
- Principio de Contigüidad: Este principio expone que: "los estudiantes aprenden mejor cuando correspondientes palabras e imágenes son presentadas simultáneamente en lugar de sucesivamente". En el desarrollo de las lecciones, se contempla explicar el tema, concepto o ejercicio plasmando los elementos necesarios en una misma pantalla temporal, descartando la presentación de elementos de la explicación de manera sucesiva. Además, este principio recomienda alinear la información textual o etiquetas sobre los elementos que intervienen en la explicación. En las lecciones de álgebra, se resaltan y se señalan textualmente los elementos bajo estudio. Por ejemplo el nombre de los exponentes, los coeficientes, términos, operadores, signos, entre otros elementos, son resaltados o señalados textualmente para que el estudiante los identifique sin ningún inconveniente. En la Fig. 1, se observa como la información textual para identificar al *primer término* es alineada, además se remarca este elemento en la animación mediante un círculo y se explica en la narración cuál es el grado absoluto del mismo.
- Principio de la Coherencia: Principio que establece que: "Los estudiantes aprenden mejor cuando palabras, imágenes y sonidos extraños o desconocidos para ellos son excluidos". En la implementación de lecciones se ha utilizado un lenguaje al nivel del estudiante, las lecciones son relacionadas con objetos y términos que los estudiantes conocen, además, debe evitarse la saturación de elementos que no intervienen en la explicación que pueden provocar distracción. En este caso, aunque se parecería omitir este principio, los personajes y el paisaje que aparecen en la Fig. 1, tienen como única función de estimular las emociones positivas, que benefician el aprendizaje (Isen&Reeve, 2005, Plass J.L. e. a., 2013), además de encontrarse dentro del contexto de juego del EVA, donde se creó una historia para el estudiante, que consiste en aventurarse en islas de aprendizaje y recorrerlas para lograr el objetivo final, que es graduarse en el aprendizaje de álgebra.
- Principio de la Personalización: El contenido narrativo debe dar la sensación de ser emitida por un par, esto es, por un individuo similar al estudiante. Por esto las narraciones en las lecciones de álgebra contienen características similares a la voz de un adolescente, con un estilo conversacional en lugar de usar el estilo formal. En cuanto a los personajes contenidos tanto en lecciones como en los juegos no deben ser de profesores o personajes formales, por lo tanto, se hace uso de los personajes de la historia empleada en el EVA.

Adicionalmente, se consideraron aspectos de color de acuerdo a (Plass J.L., 2013). En este estudio se concluye que los colores cálidos como el amarillo o el naranja inducen a positivas emociones en lugar de usar colores neutrales. En los diseños realizados en las lecciones y los juegos, se buscan despertar emociones positivas que motiven al estudiante a usar las herramientas desarrolladas para aprender de una manera fuera de lo tradicional.

Posterior al estudio de las lecciones de cada bloque de temas algebraicos, mediante video-tutoriales, se procede a una etapa de repaso del bloque llamada reforzamiento.

- **Reforzamiento:** Integrado por un conjunto de videojuegos, que tienen como fin exponer retos o ejercicios de los temas abordados en el módulo de aprendizaje. Estos videojuegos se encuentran organizados en 4 bloques, donde cada bloque contiene más de un tema de álgebra. Cada bloque representa un nivel, exigiendo cumplir satisfactoriamente con los retos relacionados con los temas de cada bloque, si un nivel no es superado no podrá continuar con el siguiente. El objetivo de este módulo es entrenar o practicar con los temas de manera recreativa y despertar el interés del estudiante.

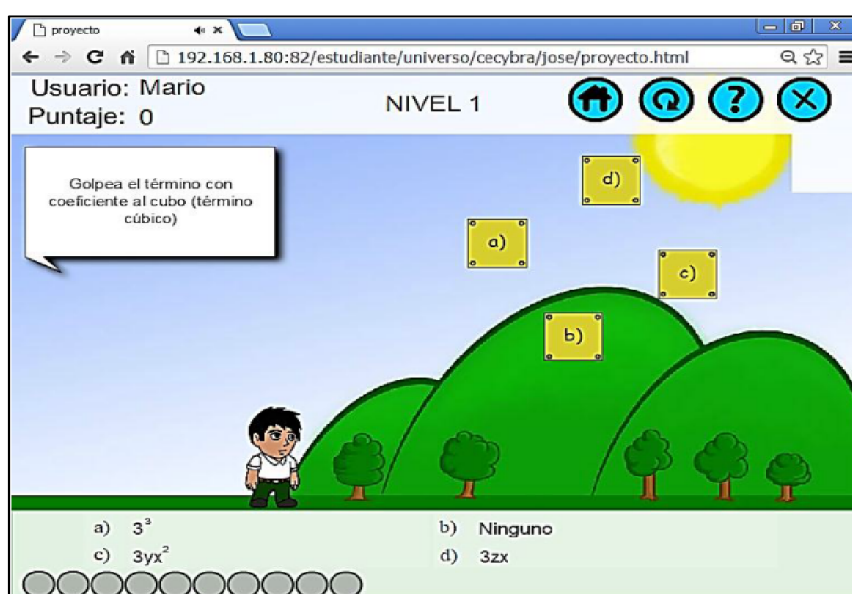


Fig. 2. Ejemplo de interfaz de reforzamiento o videojuego.

- **Autoevaluación:** Consiste en una prueba de conocimientos por cada bloque, donde se expone un problema de álgebra con un conjunto de posibles respuestas para ser seleccionadas. Las pruebas deberán ser aprobadas para continuar con el siguiente nivel o con la siguiente isla de aprendizaje. El objetivo de éste módulo es medir el nivel de aprendizaje en cada bloque.

Información generada por el estudiante como: puntaje, tiempo dedicado, nivel de avance, entre otras, serán almacenada en la base de datos para ser revisada por el profesor del estudiante. Con esta información podrá ver su rendimiento y el tiempo invertido en las lecciones del EVA. Esta información servirá para tomar medidas correctivas por parte del instructor, o para detectar los temas en los cuales los estudiantes presentan mayor dificultad. Los módulos de adquisición de esta información se describen en los llamados *módulos de reportes*.

5 MODULOS ADICIONALES DEL ENTORNO VIRTUAL DE APRENDIZAJE

En esta sección, se describe el EVA que aloja las herramientas o módulos para el aprendizaje de álgebra, así como algunos módulos auxiliares para administrar información de profesores y principalmente de estudiantes. Los módulos que integran el EVA son los siguientes:

1. El Módulo de Contenido: permite gestionar el contenido educativo.
2. El Módulo de Grupos de Estudio: se centra en gestionar los grupos de estudio.
3. El Modulo del Estudiante: gestiona la información de todos los estudiantes, donde ellos pueden consultar o registrar su información

4. El Modulo del Administrador: permite controlar el acceso de los profesores y otros usuarios al sistema.
5. El Módulo de Configuración: Se encarga de la recopilación de información y las configuraciones necesarias para el buen funcionamiento del sistema en cada uno de los 39 planteles del CECYTE.
6. Módulo de Informe y Estadísticas: muestra el aprovechamiento o notas obtenidas por el estudiante en cada bloque temático, dentro de la plataforma educativa.

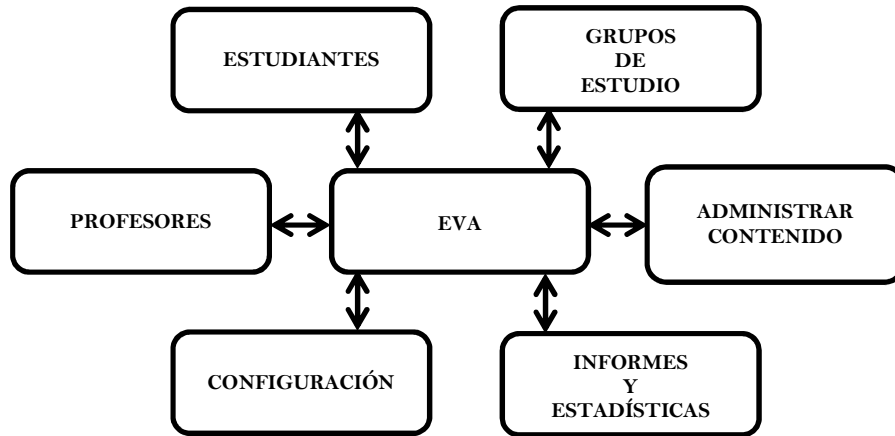


Fig. 3. Módulos del EVA

5.1 MÓDULO DEL ESTUDIANTE

Esta sección cuenta con funcionalidades diseñadas para que el estudiante registre y consulte su información, en la Fig. 4 se ve la interfaz gráfica del acceso y opciones presentadas al estudiante.

- **Universo Matemático:** Este módulo está diseñado para contener todas las herramientas educativas: videotutoriales, videojuegos de reforzamiento y autoevaluaciones.
- **Módulo de Estadísticas:** Toda la información generada por el uso de las herramientas de aprendizaje es almacenada en la base de datos, este módulo permite al estudiante consultar esta información. También se anexó la función de poder generar informes generales y específicos.



Fig. 4. Servicios para el estudiante del EVA

Dentro del módulo de estadísticas es posible consultar información de las actividades de estudio del estudiante, ya sea el tiempo invertido a una lección o tutorial, el puntaje obtenido en las actividades de reforzamiento o en las autoevaluaciones. A este conjunto de actividades de estudio les denominamos *partidas*. En la Fig. 5, se observa una consulta de partidas de un estudiante.

ID	Tipo	Nombre	Registro	Duración	Nivel	Preguntas	
						Buenas	Malas
1	Tutorial	Operaciones Fundamentales	2014-05-05 15:00:00	50 Min.	0	0	0
2	Juego	Hermanos Jose	2014-05-05 15:00:00	50 Min.	3	10	5
3	Examen	Expresiones Algebraicas	2014-05-05 15:00:00	50 Min.	0	7	3

Fig. 5. Consulta de Partidas dentro del módulo estadística

Para consultar el detalle de una partida registrada, el estudiante debe pulsar sobre una de las partidas y de inmediato se desplegará la información de la partida con más detalle, ver Fig. 6.

Resultados Del Jugador		Datos De La Partida	
Nombre:	Jose Pablo Santiago Cabrera	Tipo:	Examen
Nivel Alcanzado:	Nivel 0	Nombre:	Expresiones Algebraicas
Duración de Partida:	50 Min.	Objetivo(s):	Evaluar Expresiones Algebraicas
Respuestas Correctas:	7 Correctas.	Numero Preguntas:	15 Preguntas.
Respuestas Incorrectas:	3 Incorrectas.	Criterio De Evaluación:	Preguntas Correctas
Numero de Repeticiones:	3 Repeticiones.		

4.7

Calificación

[Imprimir](#)

Fig. 6. Consulta del detalle de partida

6 DISTRIBUCIÓN

El EVA propuesto no solo busca solucionar el problema de gestión de información, si no también contempla una solución para su distribución, en la cual se propone tres niveles de implantación para el usuario final.

- Nivel 3 (En la nube): El EVA se aloja en un servidor web de la Universidad del Istmo Campus Ixtepec, lugar donde se desarrolló y donde se concentra la información de todos los planteles CECYTEO para su estudio. Su acceso será mediante una url.
- Nivel 2 (Intranet): Esta modalidad ocupa de una computadora en un centro de cómputo que funcionará como servidor local. El EVA funcionará en una red de área local. Recomendable cuando no se pueda acceder al servidor web principal por problemas de conectividad a internet.

- Nivel 1 (Equipo): Esta opción instala la aplicación en un equipo de cómputo. Aunque no podrá interactuar con otros estudiantes a través del EVA, esta opción ideal para que el estudiante instale parte de las aplicaciones en su computadora personal y pueda hacer uso de sus funcionalidades sin necesidad de estar en una red.

Mediante estos niveles, se flexibiliza el uso de las aplicaciones de las funcionalidades del EVA de acuerdo a las necesidades específicas del usuario. El nivel 3 permitirá concentrar y analizar la información de todos los planteles para conocer el impacto del EVA en los estudiantes.

7 ACCESIBILIDAD MÓVIL AL ENTORNO VIRTUAL EDUCATIVO

Con la diversificación de dispositivos, los estudiantes usualmente cuentan con móviles (teléfonos inteligentes y tabletas) debido a su bajo costo o portabilidad en relación a una laptop o computadora de escritorio. El EVA ha sido diseñado para dar al estudiante la ventaja de ser accedida desde una gran variedad de dispositivos, además de contar con 3 niveles de instalación de la aplicación, dando flexibilidad en su distribución.

Tabla 1. Pruebas de accesibilidad y compatibilidad con dispositivos móviles

DISPOSITIVO	DESCRIPCIÓN
	<p align="center"><u>Celular LG Pro Lite</u></p> <p>Modo de acceso: Explorador Google Chrome Tipo de Acceso: Red Inalámbrica Servicio: Perfil del Estudiante</p>
	<p align="center"><u>Dispositivo Móvil Para Internet con Pantalla Táctil. Marca COBY</u></p> <p>Modo de acceso: Explorador Dolphin Browser Tipo de Acceso: Red Inalámbrica Servicio: Juego de reforzamiento “Hermanos José”</p>
	<p align="center"><u>IPAD Generación I</u></p> <p>Modo de acceso: Explorador Safari Tipo de Acceso: Red Inalámbrica Servicio: Consulta de Partidas</p>

El acceso al EVA, usando dispositivo móvil, incluye los niveles 2 y 3, que hacen uso de una intranet e internet respectivamente. El correcto funcionamiento de las herramientas de aprendizaje instaladas localmente (nivel 1 de distribución) para dispositivos móviles, dependerá en gran medida de la capacidad de hardware que éstos tengan.

8 CONCLUSIONES

El EVA se desarrolló para reforzar el aprendizaje de algebra elemental a nivel bachillerato. El aprendizaje se encuentra organizado en tres actividades importantes de manera secuencial: Repaso de lecciones en video-tutoriales, reforzamiento de conocimientos con aprendizaje basado en juegos y autoevaluación de los conocimientos. Las aplicaciones para el aprendizaje de algebra desarrolladas siguen los principios de la teoría cognitiva para el aprendizaje multimedia, puesto que estos principios sirven de guía para integrar adecuadamente los elementos multimedia y mejorar el aprendizaje. El enfoque de aprendizaje basado en juegos ofrece ventajas como la motivación y recreación durante el aprendizaje, estas ventajas son integradas en la etapa de reforzamiento del EVA propuesto. El EVA ofrece ventajas de distribución y compatibilidad con dispositivos móviles para incrementar la difusión entre estudiantes. Los servicios de consultas e informes para supervisar el rendimiento de estudio por parte del mismo estudiante y profesores, permiten detectar deficiencias en el aprendizaje y retroalimentar las dinámicas de enseñanza dentro y fuera del aula de clases.

AGRADECIMIENTO

Este proyecto se desarrolló con el apoyo y financiamiento del Programa para el Mejoramiento del Profesorado No. PROMEP/103.5/13/7354 así como al Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Oaxaca (CECYTEO).

REFERENCIAS

- [1] Adel Ben Youssef, M. D. (2008). The Impact of ICT on Student Performance in Higher Education: Direct Effects, Indirect Effects and Organisational Change. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento, Fundació Universitat Oberta de Catalunya*, 5 (1) 45-56.
- [2] Boyle, S. (03 de 04 de 2015). *University College Dublin*. Obtenido de <http://www.ucd.ie/t4cms/UCDTLT0044.pdf.pdf>
- [3] Chan&Black. (2006). Learning Newtonian mechanics with an animation game: The role of presentation format on mental model acquisition. . *American Education Research Association Annual*.
- [4] ENLACE. (24 de 03 de 2014). *Evaluación Nacional de Logros Académicos en Centros Escolares*. Obtenido de http://www.enlace.sep.gob.mx/content/gr/docs/2014/historico/ENLACE_Media_2014_nacionales_e_historicos_Mod.pdf
- [5] Fuszard, B. (2001). *Fuszard's innovative teaching strategies in nursing*. Gaithersburg, MD: Aspen Publishers.
- [6] Ginns. (2005). Meta-analysis of the modality effect. Learning and Instruction. *Learning and Instruction*, Vol. 15 pp. 313-331.
- [7] Griffiths, M. (1997). Video games and clinical practice: issues, uses and treatments. *British Journal of Clinical Psychology*, 36. pp. 639-641.
- [8] Isen&Reeve. (2005). The influence of positive affect on intrinsic and extrinsic motivation: facilitating enjoyment of play, responsible work behavior and self-control. *Motivation and Emotion*, 29(4) 297-325. <http://dx.doi.org/10.1007/s11031-006-9019-8>.
- [9] John Gardner, M. M. (2005). *Evaluating The Potential for Virtual Learning*. Belfast, UK.: Northern Ireland. Statistics and Research Agency.
- [10] Jung, I. (2005). ICT-Pedagogy Integration in Teacher Training: Application Cases. *Educational Technology & , (8) 2*, 94-101.
- [11] Lawrence, G. (1986). Using computers for the treatment of psychological problems. *Computer in Human Behavior*, 2. pp. 43-62.
- [12] Malcolm Padmore, L. H. (2006). Reviewing the Potential of Virtual Learning Environments in Schools. *Lecture Notes in Computer Science. Springer Verlag Heidelberg. Volume 3942*, 203-212.
- [13] Mayer. (2005). *Multi-Media Learning*. Cambridge: University Press.
- [14] Mayer&Clark. (2011). *E-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning*. San Francisco CA, US: John Wiley & Sons.
- [15] Mayer&Moreno. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. In *Web-Based Learning: What Do We Know? Where Do We Go?* Greenwich, CT: Information Age Publishing.

- [16] Moreno&Valdez. (2005). Cognitive load and learning effects of having students organize pictures and words in multimedia environments: The role of student interactivity and feedback. *Educational Technology Research and Development*, 53 (3), 35-45.
- [17] Plass J.L., e. a. (2013). Emotional design in multimedia learning: Effects of shape and color on effect and learning. *Learning and Instruction*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.02.2006>.
- [18] Plass J.L., e. a. (2013). Emotional design in multimedia learning: Effects of shape and color on effect on learning. *Learning and Instruction*. Elsevier, 1-13.
- [19] UNESCO. (15 de 01 de 2015). *Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación*. Obtenido de Las TIC en la Educación: <http://www.unesco.org/new/es/unesco/themes/icts/>
- [20] Walther, J. (1996). Computer-Mediated Communication: Impersonal, Interpersonal and . *Communication Research*, 20(1), 3-43.
- [21] Wilson, B. (1996). *Constructivist Learning Environments: Case Studies in Instructional Design*. Englewood Cliffs, NJ.: Educational Technology Publications.