Desarrollo de un videojuego como estrategia para estimular habilidades matemáticas en niños de educación básica.

Video game development, as a strategy to stimulate mathematical skills in basic education children.

José Luis Hernández Ameca (1).
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Computación, Laboratorio de Sistemas Robóticos ¨SIRO¨.
joseluis.hdzameca@correo.buap.mx

Daniel Arenas Romero (2). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Computación, Laboratorio de Sistemas Robóticos ¨SIRO¨. dani.arenasrom@gmail.com

Luis Enrique Colmenares Guillen (3). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Computación. lecolme@gmail.com

Maya Carrillo Ruiz (4). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Computación. maya.carrillo@correo.buap.mx

Minerva Hernández Ameca (5). Centro Escolar Coronel Raúl Velazco de Santiago. ameca.minerv@gmail.com

Artículo recibido en diciembre 03, 2018; aceptado en diciembre 14, 2018.

Resumen.

En el presente trabajo se hace referencia a investigaciones, desarrollos y aplicaciones sobre videojuegos cuyo objetivo es enseñar, aprender, educar y practicar diversas áreas del conocimiento. Basada en dichas referencias la presente investigación describe el desarrollo de un videojuego denominado "NUM3ROS". El diseño se ha enfocado en estimular el desarrollo de habilidades matemáticas en los niños de educación básica. El objetivo es utilizar el videojuego como una herramienta tecnológica que refuerce los conocimientos adquiridos en el aula, limitándose a los niveles donde se deben identificar los números naturales, pares, impares y primos. El videojuego se fundamenta en la teoría del conductismo, el usuario sigue una serie de pasos, para concluir los cuatro niveles del juego, donde a cada acción corresponde una reacción. Este software se presenta como una propuesta para contribuir a disminuir el bajo interés por estudiar temas relacionados con la lógica matemática y fortalecer conceptos. Al final de este artículo se muestran los resultados de las pruebas de funcionamiento del videojuego en un grupo de estudiantes de 3er año de educación básica, por último se redactan las conclusiones y las mejoras a futuro.

Palabras clave: Enseñar, Aprender, Educar, Lúdico, Conductismo.

Abstract.

The present work refers to research, developments and applications on videogames whose objective is to teach, learn, educate and practice different areas of knowledge. Based on these references, this research describes the development of a video game called "NUM3ROS". The design focused on stimulating the development of mathematical skills in basic education children. The objective is to use the videogame as a technological tool to reinforce the knowledge acquired in the classroom, limited to the levels where the natural, odd, even and prime numbers must be identified. The video game is based on the behaviorism theory; the user follows a series of steps to conclude the four levels of the game where a reaction corresponds to each action. This software is presented as a

proposal to help reduce the low interest to study topics related to mathematical logic and strengthen concepts. At the end of this article the results of the videogame performance tests that were applied to a group of 3rd grade students are shown. Finally, conclusions and future improvements are drawn up.

Keywords: Teach, Learn, Educate, Playful, Behaviorism.

1. Introducción.

De acuerdo al nuevo Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA) que puso en operación el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE), a partir del ciclo escolar 2014-2015, en coordinación con la Secretaría de Educación Pública (SEP) se han obtenido los siguientes resultados en el examen "Planea", el cual se aplica cada 3 años a nivel primaria donde: el 6.8 % de los estudiantes se ubicó en el nivel IV (nivel sobresaliente), esto significa que tales estudiantes pueden comparar números decimales; resolver problemas aditivos con números naturales, decimales y fraccionarios que impliquen dos o más transformaciones; resolver problemas que impliquen dividir o multiplicar números fraccionarios por naturales; ubicar una fracción en la recta numérica; usar las fracciones para expresar el resultado de un reparto; e identificar el término siguiente en sucesiones especiales, por mencionar algunos aprendizajes. El 13.8% alcanzo un nivel III (logro satisfactorio). El 18.9% alcanzo el nivel II (logro apenas indispensable). El 60.5% obtuvo un nivel I (logro insuficiente).

En base a los resultados mostrados anteriormente, el Sistema Educativo Nacional (SEN) reconoce que no está siendo capaz de ofrecer a la mayoría de sus estudiantes el conjunto de aprendizajes clave en el área de Matemáticas. De ahí que el derecho a recibir una educación de calidad, entendido como el derecho a aprender, no está siendo garantizado para quienes cursan la educación primaria (Secretaría de Educación Pública, 2018).

Planteamiento del problema.

A continuación, se muestra el desarrollo y aplicación de un videojuego diseñado para los alumnos del tercer grado de primaria del Colegio Cristóbal Colón de Occidente con clave de trabajo 21PPR1172N. Los cuales presentan como característica común, padres profesionistas que en promedio trabajan fuera de casa entre ocho y doce horas al día, lo cual provoca diferentes fenómenos. Uno de los fenómenos es la falta de acompañamiento por parte de los padres, en la realización de tareas (ejercicios, problemas, practicas, etc.) asignadas para la casa. Dada esta problemática los profesores de la institución buscan estimular la realización de dichas tareas. En este trabajo se muestra el desarrollo e implementación de una propuesta de solución basada en la teoría del conductismo y tecnologías de software. En base a las estadísticas obtenidas de la página oficial de la SEP, investigaciones sobre videojuegos y desarrollo de software, el presente trabajo propone mitigar el problema del bajo aprendizaje que se tiene en el área de matemáticas en la educación básica, desarrollando un videojuego que permita al alumno reforzar los conocimientos adquiridos dentro del aula, se han realizado pruebas en un grupo piloto del Colegio Cristóbal Colón de Occidente y al final de este trabajo se muestran los resultados obtenidos.

Antecedentes.

Las actividades lúdicas aparecen como una alternativa para promover el enfoque de "aprender haciendo", en la facultad de Computación, Media, y Tecnología de la Universidad de Malaysia se demostró una forma de aumentar la absorción de conceptos por parte de los estudiantes, donde el alumno pueda desempeñar un papel activo en lugar de ser solo un espectador, utilizando un software lúdico diseñado bajo la metodología de ingeniería de software (Iliana, 2015). Después de realizar experimentos con videojuegos lúdicos la Universidad de Zayed, en los Emiratos Árabes, concluye que: los juegos de software son un tipo de aplicación que se usan no solo para entretenimiento, sino también para fines serios que pueden aplicarse a diferentes dominios, como educación, negocios y atención médica (Saiqa, 2016). La Universidad de Salamanca España en su artículo Videojuegos, Consumo y Educación concluye que los simuladores facilitan el aprendizaje de destrezas concretas y que existe una gran cantidad de videojuegos

"neutros" orientados a la exploración didáctica con un alto nivel de motivación, de tal manera que los "juegos serios" funcionan como nuevos modos de enseñar y aprender, que se están utilizando en la preparación de diversos profesionales de distintos campos (Etxeberria, 2008).

El equipo de Computación y Tecnología de la Universidad de Nottingham Trent han desarrollado diferentes juegos como apoyo para personas con discapacidad intelectual en el ámbito de las matemáticas y han realizado estudios que demuestran el éxito del software lúdico (David, 2011).

Un claro ejemplo del éxito del software lúdico es el caso de "Matemáticas con Pipo" desarrollado por CIBAL Multimedia S.L. diez años atrás con el cual se pueden llegar a desarrollar habilidades en diferentes temas matemáticos (pipogames.com, 2018).

2. Métodos.

Fundamentación.

La propuesta de este trabajo se sustenta en la teoría de aprendizaje conductista, la cual se basa en las siguientes características:
• Se aprende asociando estímulos con respuestas.
• El aprendizaje está en función del entorno.
• El aprendizaje no es duradero, necesita ser reforzado.
• El aprendizaje es memorístico, repetitivo, mecánico y responde a estímulos.

El conductismo está caracterizado por su concepción asociacionista; es decir, crea conocimiento al relacionar los antecedentes de una situación con sus consecuentes (estímulo-respuesta) (Leiva, 2005).

Los conceptos de esta teoría de aprendizaje son el eje central que se basa el diseño del video juego, el cual se muestra a continuación en la siguiente sección.

Diseño conceptual.

El objetivo del videojuego es funcionar como una herramienta tecnológica que refuerce y estimule el desarrollo de habilidades matemáticas. El juego debe propiciar el reforzamiento continuo de los conceptos adquiridos en el aula, estimular al usuario a no abandonarlo y superar el reto presentado en cada nivel.

La dinámica consiste en guiar al usuario (de entre siete y nueve años) mediante una serie de instrucciones presentadas antes de comenzar a jugar en cada nivel, a continuación se debe presionar el botón ¨jugar¨ para acceder al entorno correspondiente. La dinámica del videojuego continuara hasta concluir los cuatro niveles. Para mantener la atención del usuario el juego consta de apoyos auditivos (inicio, final de nivel, aciertos y errores) y visuales (entorno acorde a su percepción de la realidad, colores llamativos e iconos previamente conceptualizados).

A continuación se definen los pasos realizados para el diseño del videojuego, y se ha utilizado el diagrama de proceso que se muestra en la figura 1.

1. Investigación de la información: Se determinan las metodologías y posibles soluciones, se consultan las diferentes estadísticas, bases de datos, trabajos realizados y teorías de aprendizaje.
2. Diseño de la información: Basados en el paso uno se ha optado por utilizar la teoría del aprendizaje conductista, la cual guía al usuario en una dinámica de acción-reacción.
3. Diseño de la iteración: Se diseña y modela el ambiente gráfico así como los personajes e iconografía y se determinan las reglas de iteración del juego.

4. Implementación: Se programa cada uno de los diseños mencionados en el paso tres y funcionalidades de la iconografía.

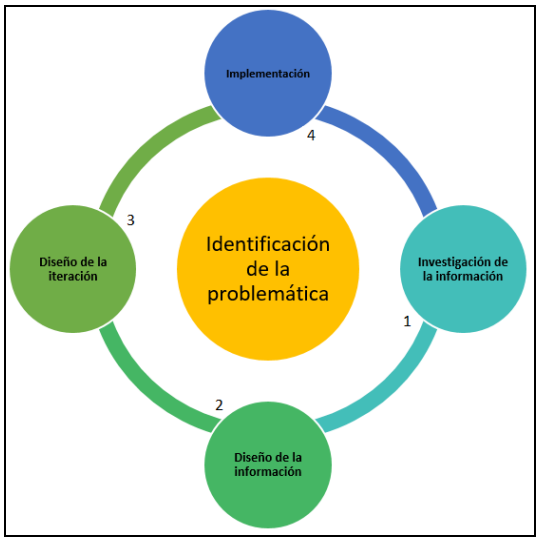


Figura 1. Diagrama de proceso para el diseño del videojuego.

3. Desarrollo.

En la figura 2 se muestra una captura de pantalla de la plataforma de desarrollo (Stencyl) gratuita, utilizada para la creación del videojuego, la cual permite desarrollar ambientes virtuales en dos dimensiones con un amplio conjunto de herramientas intuitivas. Se basa en dos lenguajes de programación (Haxe y framework OpenFL) con la ventaja de producir código fuente, para distintas plataformas desde un único código de colaboración abierta y compatible con la Interfaz de Programación de Aplicaciones (API) de flash.

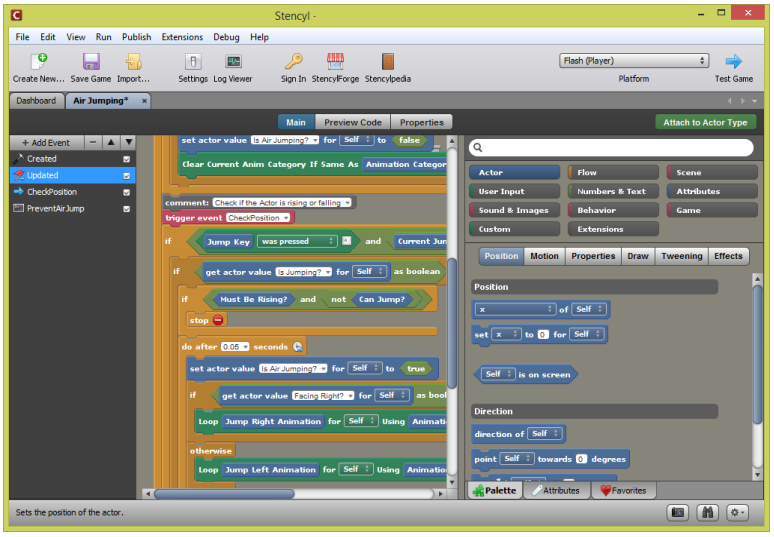


Figura 2. Captura de pantalla de la plataforma de desarrollo.

Los requisitos mínimos necesarios para la correcta ejecución del videojuego son: procesador Intel® Pentium® 4 o AMD Athlon® de 64 bits con un sistema Windows 7, memoria RAM de 2 GB, 42 Mb para su almacenamiento, resolución de pantalla 1024 x 768, Java™ Runtime Environment y Adobe Flash Player.

En la figura 3, se muestra "la pantalla de inicio" del videojuego desarrollado, donde se pueden observar tres botones correspondientes a las acciones de: JUGAR, INSTRUCCIONES y el icono de admiración (!). Al presionar el botón JUGAR inicia el primer nivel, el botón INSTRUCCIONES muestra la dinámica a seguir y las teclas de control, el botón con el signo de admiración muestra la información de los temas a tratar.

Figura 3. Pantalla de inicio del juego.

En la figura 4, se muestra la pantalla que aparece al presionar el botón ¨jugar¨ de la figura 3, para iniciar cada nivel se debe dar clic en el botón jugar ubicado en el extremo superior derecho de la pantalla.

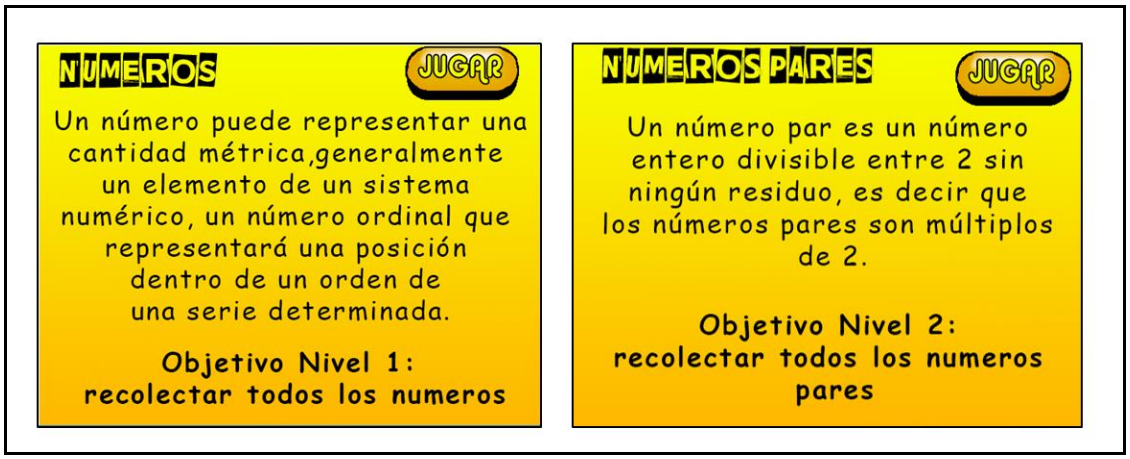


Figura 4. Instrucciones correspondientes al nivel 1 y 2.

En la figura 5, se muestra el entorno grafico del nivel 1, en la parte superior izquierda se muestran tres iconos de manzanas (representan el número máximo de errores permitidos antes de reiniciar el nivel), en la parte superior derecha se muestra la cantidad de números restantes por recolectar, en caso de no recolectar todos los números no será posible superar el nivel.

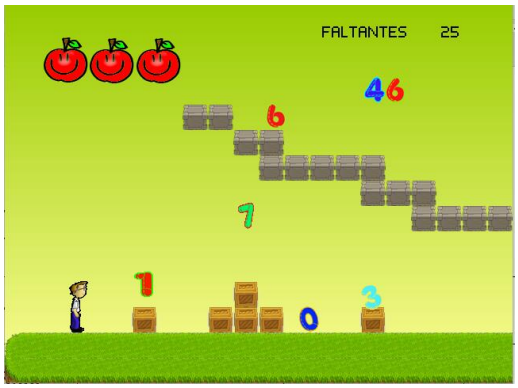


Figura 5. Captura de pantalla del nivel 1.

En la figura 6 se muestran las pantallas de los cuatro niveles con los que cuenta el juego. El reto del primer nivel es recolectar todos los números, el segundo recolectar los números pares, el tercero colectar los números impares y en el cuarto reunir los números primos.

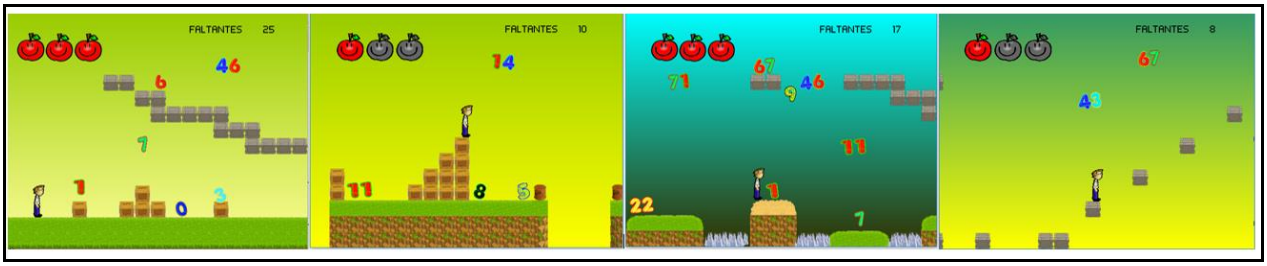


Figura 6. Niveles del videojuego en orden ascendente.

Al finalizar el cuarto y último nivel, se muestra una pantalla de felicitación como se muestra en la figura 7.

Figura 7. Pantalla de felicitación final.

El juego permite al usuario hacer múltiples intentos para superar el reto de cada nivel y abandonar la sesión cuando lo desee.

Pruebas.

Para probar el funcionamiento del videojuego, se distribuyó a los usuarios siguiendo los siguientes pasos:

•Reunión informativa con directivos y docentes.
•Presentación del plan de trabajo a padres de familia.
•Información al docente sobre uso de la rúbrica de seguimiento diario.
•Información por parte del docente a los alumnos sobre el plan de trabajo.
•Aplicación de la prueba diagnóstico.
•Aplicación de la prueba logro.
•Recopilación de información.

Para obtener los resultados sobre el funcionamiento del videojuego se realizaron los pasos a, b y c, que se describen a continuación:

a. Antes de utilizar el video juego, se aplicó la prueba diagnostico a los alumnos del tercer grado de primaria de la institución educativa en el periodo escolar (2017-2018). Se registraron los resultados con la finalidad de medir su habilidad matemática.

b. Se proporcionó un archivo ejecutable del videojuego a cada alumno, para ser jugado en casa durante una semana (lunes a viernes). Se hizo el seguimiento de la rúbrica por parte del docente y se registraron los resultados.

c. Se aplicó la prueba de logro. Se registraron los resultados con la finalidad de medir la mejora de la habilidad matemática.

Resultados.

El estudio se realizó con un grupo de 20 niños, a los cuales se les aplico la prueba diagnóstico. Los resultados se muestran en la figura 8. El propósito de la prueba diagnóstico fue medir la habilidad de los estudiantes para identificar los números naturales, primos, pares e impares, entre las múltiples opciones; cabe mencionar que la escala de calificación está en el intervalo de cero a diez.

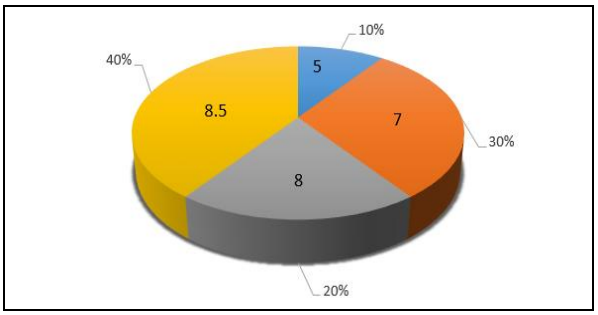


Figura 8. Porcentajes de calificaciones (0-10), obtenidos en la prueba diagnóstico.

Después de haber utilizado el videojuego se aplicó la prueba de logro, donde los usuarios mostraron mayor habilidad para identificar los mismos temas que en la prueba diagnóstico, los resultados de la prueba de logro se muestran en la figura 9.

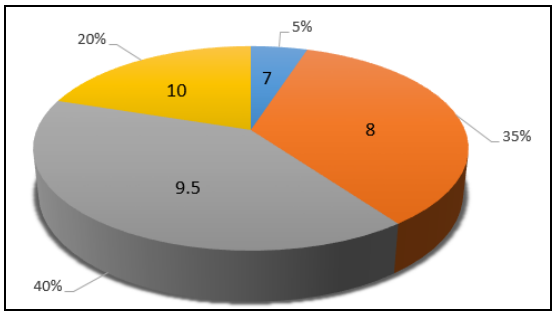


Figura 9. Porcentajes de calificaciones (0-10), obtenidos en la prueba de logro.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la rúbrica de seguimiento diario aplicada por el docente, se obtuvieron los resultados que se muestran en la figura 10 que corresponden al porcentaje de usuarios que lograron completar los cuatro niveles del videojuego.

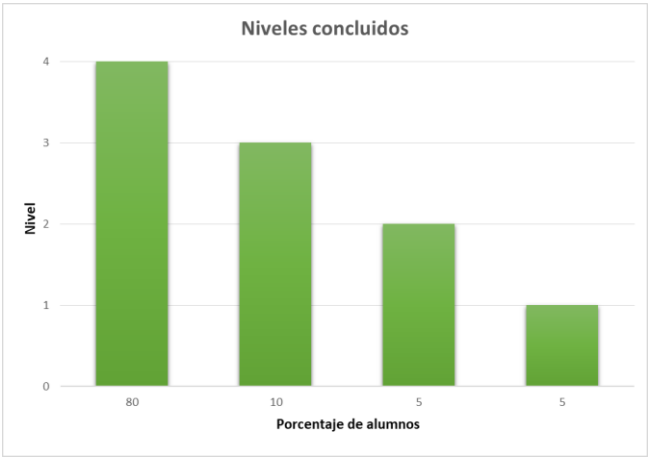


Figura 10. Porcentaje de usuarios que completaron los cuatro diferentes niveles del videojuego.

Comparando los resultados de la prueba diagnostico contra los resultados obtenidos en la prueba de logro se observó que el 80% de los alumnos que completó todos los niveles del videojuego, obtuvo mejores resultados en la prueba de logro, en comparación con el 20% que lo abandonó en algún momento de la sesión.

Conclusiones y trabajos futuros.

El videojuego se diseñó, implementó y se probó el funcionalmente dentro del Laboratorio de Sistemas Robóticos (SIRO), una vez caracterizado, se utilizo con los alumnos del 3er grado de primaria del Colegio Cristóbal Colón de Occidente.

De acuerdo a los resultados al aplicar la prueba diagnóstico (antes de usar el juego) y la prueba de logro (después de usar el juego), se concluye que el proyecto cumple con el objetivo de generar un videojuego que sirva en el ámbito de la educación, como una herramienta tecnológica que refuerza y estimula el desarrollo de habilidades en el área lógico-matemática.

Analizando los resultados de la rúbrica de seguimiento diario se concluye que el videojuego fue relevante a los usuarios porque, cumplió con la finalidad de generar mayores habilidades de identificación en los temas de los números naturales, primos, pares e impares, lo cual se corroboro con las calificaciones de las pruebas aplicadas.

Como trabajo futuro se propone implementar niveles que abarquen temas en el área de las matemáticas como: operaciones aritméticas, algebraicas, trigonométricas y diseñar nuevos retos con ambientes de elevada dificultad, que exijan una mayor comprensión y destreza de los temas.

Se propone que el videojuego pueda ejecutarse en dispositivos móviles, además de contener una función que permita medir el grado de comprensión y destreza del jugador, que muestre a otros usuarios la puntuación obtenida en tiempo real con la finalidad de motivar la sana competencia entre los jugadores (en línea y múltiples jugadores).

Agradecimientos.

Agradecemos a los integrantes del laboratorio SIRO (alumnos y profesores), que han brindado sus conocimientos, habilidades y experiencias directa e indirectamente durante el desarrollo de este proyecto. A la facultad de Ciencias de la Computación de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. A los directivos del Colegio Cristóbal Colón de Occidente, y al Centro Escolar Coronel Raúl Velazco de Santiago.

Referencias Bibliográficas.

David, Joseph Brown; James, Ley; Lindsay, Evett; Penny, Standen (2011). *Can participating in games based learning improve mathematic skills in students with intellectual disabilities.* IEEE 1st International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH), https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=6165461.

Etxeberria, Felix (2008). *Videojuegos, consumo y educación.* Salamanca, España: Revista Electrónica Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información, vol. 9, núm. 3, pp. 11-28, http://revistas.usal.es/index.php/revistatesi/article/view/16738.

Iliana, Mohd Ali (2015). *Integrating Playful Activities in Software Engineering.* Teluk, Kalong, ISBN**:** 978-1-4799-7896-0 International symposium on mathematical sciences and Computing Research (iSMSC), https://ieeexplore.ieee.org/document/7594033.

Leiva, Carlos (2005). *Conductismo, cognitivismo y aprendizaje.* Costa Rica. Tecnología en Marcha, ISSN 0379-3962, ISSN-e 2215-3241, Vol. 18, Nº. 1, https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4835877.

Pipogames.com. (2018). *PIPO GAMES Games for kids Fun educational games for Preschool and Elementary*. Islas Baleares España, http://www.pipogames.com/webonline/webingles/.

Saiqa, Aleem; Luiz, Fernando Capretz; Faheem, Ahmed (2016). *Game development software engineering process life cycle: a systematic review*. Brazilian Computer Society. Journal of Software Engineering Research and Development, pp.4-7, https://jserd.springeropen.com/articles/10.1186/s40411-016-0032-7.

Secretaría de Educación Pública (SEP), Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) (2018). *Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes*. Gobierno de México, http://planea.sep.gob.mx/ba/.

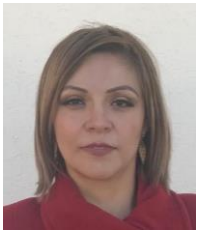
Información de los autores.

José Luis Hernández Ameca. Obtuvo el título de Ingeniero Electrónico del Instituto Tecnológico de Puebla en 2001. En 2005 recibió el título de Maestro en Ciencias de la Computación por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). En 2017 obtuvo el título de Doctor en Planificación Estratégica y Gestión de la Tecnología de la Universidad Popular Autónoma de Puebla (UPAEP). De 2002 a 2004 trabajó como Ingeniero en el departamento de implementación de proyectos de la empresa digital IUSACEL. Trabaja como Profesor en la facultad de Ciencias de Computación de la BUAP desde 2007, donde su línea de investigación es la robótica y aprendizaje.

Daniel Arenas Romero, estudiante de la carrera de Ingeniería en Ciencias de la Computación de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Actualmente se encuentra realizando sus prácticas profesionales en el laboratorio (SIRO) durante el presente año ha participado con exposición de carteles y conferencias en los congresos: IX Congreso Nacional de Tecnología Aplicada a Ciencias de la Salud (CONTACS), Congreso Nacional de Ciencias de la Computación (CONACIC), VII Congreso Nacional de Tecnologías en la Educación (CONTE). Durante su colaboración en dicho laboratorio ha participado en el concurso ¨COCOTRON¨ obteniendo el primer lugar. Participó como miembro del Comité Organizador del VII Torneo Nacional de Robótica ¨GUERRA DE DIOSES¨. Por ultimo ha sido miembro del Comité Organizador del pasado evento ¨NOCHE DE LAS ESTRELLAS SEDE BUAP 2018¨.

Luis Enrique Colmenares Guillén, realizó sus estudios de la Licenciatura en Computación en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). La Maestría en la Universidad de las Américas Puebla. El doctorado fue realizado en la Universidad Politécnica de Cataluña de Barcelona España. Actualmente es profesor investigador de la Facultad de Ciencias de la Computación de la BUAP. Pertenece a un cuerpo académico Prodep. Es miembro del Registro Conacyt de Evaluadores Acreditados (RCEA). Pertenece a dos redes temáticas Conacyt. Pertenece al padrón de Investigadores y de Consultores de la BUAP. Actualmente tiene publicaciones nacionales e Internacionales, además tiene cuatro patentes registradas y dos títulos de patente. En la Facultad de Ciencias de la Computación ha impartido las cátedras de Sistemas Operativos, Administración de proyectos, Sistemas Distribuidos, Procesamiento Digital de imágenes, Sistemas de tiempo real. Actualmente ha desarrollado algoritmos y sistemas clasificadores para el área de la Inteligencia artificial y reconocimiento de patrones.

Maya Carrillo Ruiz. Doctorado en Ciencias Computacionales por el Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica. Estancia de investigación en la Universidad de Waterloo, Canadá. Empleada de IBM de México de 1991 a 2000. Profesora Investigadora de la Facultad de Ciencias de la Computación de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla desde el año 2000. Ha fungido como vocal de la Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial. Su trabajo de investigación, se centran en la aplicación de métodos novedoso de aprendizaje automático principalmente en las áreas de análisis de sentimientos, determinación del perfil de autores y análisis de señales de electroencefalograma (EEG).



Minerva Hernández Ameca. Obtuvo el Título de Psicologia Educativa de la Normal Superior del Estado. Recibió el Título de Maestría en Gestión Educativa. Se encuentra cursando el Doctorado en Excelencia Docente. En el 2000 se incorporó a trabajar en la Secretaría de Educación Pública en Nivel Secundaria, en el 2004 al Nivel de Media Superior, actualmente se desempeña como Subdirectora Académica en Centros Escolares.