

Aplicación móvil 3D para fomentar el pensamiento computacional infantil.

3D app to promote children's computational thinking.

Allan Eduardo Ojeda Pat (1).
Estudiante. Facultad de Matemáticas. Universidad Autónoma de Yucatán.
allan.ojedaa@gmail.com.

Cinhtia González Segura (2). Facultad de Matemáticas. Universidad Autónoma de Yucatán.
gsegura@correo.uady.mx.

Michel García García (3). Facultad de Matemáticas. Universidad Autónoma de Yucatán.
michel.garcia@correo.uady.mx

Artículo recibido en octubre 01, 2017; aceptado en octubre 12, 2017.

Resumen.

Diversos estudios recientes han evidenciado que aprender a programar favorece el razonamiento lógico y otras competencias tales como la abstracción y la descomposición. Sin embargo, en México, el sistema educativo no considera la inclusión de materias relacionadas con la programación en el nivel básico. En este trabajo se describe el desarrollo de un videojuego 3D para móviles creado con el fin de ayudar a que los niños de educación primaria logren desarrollar habilidades relacionadas con el pensamiento computacional, de una forma entretenida y lúdica. Los niveles del videojuego están ambientados con elementos de la cultura maya. Se describen los resultados de un análisis pre-test y post-test aplicado a un grupo de niños de primaria. Los resultados preliminares indican que después de usar el video juego se obtiene una mejora significativa en el desempeño de los niños, por lo que se concluye que el videojuego contribuye positivamente en el desarrollo del pensamiento computacional.

Palabras Clave: Pensamiento computacional, pensamiento lógico matemático, video juego 3D educativo, programación gráfica, educación básica, cultura maya.

Abstract.

Several recent studies have shown that learning to program encourage the logical reasoning and other skills as abstraction and decomposition. However, in Mexico, the educational system does not consider the inclusion of subjects related to programming at the basic level. This work describes the development of a 3D educational video game for mobile devices created with the purpose of helping to primary school children to develop the skills related with computational thinking, in an entertainment and playful manner. The game levels have been designed with elements of the Mayan culture. The results of the analysis after the application of one pre-test and post-test on primary school children are described. The preliminary results indicate that after using the video game it is obtained a significant improvement on children's performance, it is therefore concluded that the video game contributes positively on the computational thinking skill development.

Keywords: Computational thinking, mathematical logical thought, educational 3D video game, graphics programming, elementary education, Mayan culture.

1. Introducción.

Aunque el uso de dispositivos móviles y la enseñanza de la programación en niños, es un tema en discusión (Wing, 2008), algunos autores afirman que las habilidades de programación deben ser enseñadas a cualquier persona en el mundo y no solo a personas que estudian profesiones relacionadas con la computación (Oluk y Korkmaz, 2016). Por consiguiente, varios países alrededor del mundo han implementado la enseñanza de la

programación en su plan curricular de estudios, en la educación básica (Moreno y Robles, 2015); tal es el caso de Inglaterra que fue uno de los primeros países (Basogain, X., Olabe, M. y Olabe, J., 2015) en implementar este cambio. En México, en el plan curricular de estudios para el nivel básico no se ha incluido alguna materia relacionada en el ámbito de la programación (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2016), aun cuando el nuevo modelo educativo se contempla el desarrollo de competencias necesarias para hacer frente a los desafíos del siglo XXI.

Problemática.

La educación en México requiere especial atención en las áreas de matemáticas y español. En particular, la evaluación PISA 2015, refleja poco avance en los últimos tres años en áreas como las matemáticas y el pensamiento lógico (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico [OCDE], 2016). Un estudio realizado (Basogain et al., 2015) menciona que diversos problemas pertenecientes a la evaluación de PISA 2015 pueden ser resueltos utilizando un enfoque de programación, y que habilidades como la creatividad, razonamiento y pensamiento crítico son reforzadas mediante la habilidad del pensamiento computacional (Basogain et al., 2015).

Otros estudios han destacado que las personas pueden obtener múltiples habilidades cuando aprenden a programar, como es el caso del pensamiento computacional, que involucra la resolución de problemas, el diseño de sistemas, y el entendimiento del comportamiento humano (Wing, 2006) por medio del uso de conceptos relacionados con la programación.

Justificación.

Modelos alrededor del mundo han dado a conocer la importancia de enseñar la programación a nivel primaria con el fin de incentivar a los niños a programar por medio de diferentes lenguajes de programación visuales (Basogain et al., 2015). La idea de usar un juego que permita la programación visual destaca por la facilidad que otorga a los usuarios de aprender instrucciones por medio de la utilización de bloques gráficos, sin tener que escribir líneas de código, de esta manera se evitan problemas relacionados con la sintaxis del lenguaje (Mladenović, M., Rosić, M., y Mladenović, S., 2016) (Maloney, J., Resnick, M., Rusk, N., Silverman, B., y Eastmond, E., 2010). Además, desarrollar el pensamiento computacional usando video juegos permite enganchar a los niños a cumplir con las diversas tareas mientras juegan y desarrollan habilidades computacionales (Lee, T., Mauriello, M., Ahn, J., y Bederson, B., 2014).

Por otro lado, la tendencia creciente por el uso de las TIC, el internet y los dispositivos móviles ha permitido conectar a más personas de todas las edades en un mundo más digitalizado (World Internet Project, 2013) y globalizado, como el actual. El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2016) afirma que, el 56.34% de la población Yucateca se considera internauta, es decir que navega por internet por medio de un dispositivo para diversos fines y un 52.43% de la población cuenta con Smartphones o teléfonos inteligentes.

Considerando esta digitalización mediática de la sociedad Yucateca y con el objetivo de promover el desarrollo del pensamiento computacional en la población infantil de la región, surge la idea de construir un videojuego que permita a niños de nivel primaria desarrollar el pensamiento computacional desde temprana edad, a través de una interfaz lúdica basada en elementos locales de la cultura maya, presente en Yucatán.

En la siguiente sección se describen algunos trabajos relacionados con el desarrollo realizado, posteriormente se describe la metodología empleada para el desarrollo de la interfaz y los personajes, después se muestran las pruebas realizadas con un grupo de niños de nivel básico, finalmente se describen los resultados y las conclusiones.

2. Métodos.

El pensamiento computacional es considerado como una habilidad que debe ser enseñada desde temprana edad e incluida en el aprendizaje básico debido a las ventajas que aporta en el aprendizaje de todas las áreas (Bell, T., Alexander, J., Freeman, I., y Grimley, M., 2009) (Kazimoglu, C., Kiernan, M., Bacon, L., y Mackinnon, L., 2012). El desarrollo temprano de habilidades computacionales no solo permitirá mejorar la resolución de

problemas matemáticos y de computación, si no permitirá un desarrollo integral en la toma de decisiones, razonamiento y de abstracción ante cualquier problema, en cualquier área (Wing, 2006).

Entre las características involucradas en el pensamiento computacional para la solución de problemas, se encuentran las siguientes (Basogain et al., 2015)(Conery, L., Stephenson, C., Bar, D., Barr, V., Harrison, J., & James, J., 2011)(CODE, 2017):

- La capacidad de análisis, abstracción y descomposición de información.
- Descomposición de grandes problemas en otros más pequeños.
- Formulación de problemas en términos computacionales.
- Organización de datos de manera lógica.
- Identificación de patrones mediante similitudes entre objetos y situaciones.
- Representación de datos mediante modelos y simulaciones.
- Automatización de soluciones mediante pensamiento algorítmico.
- Identificación, análisis e implementación de posibles soluciones con el objeto de encontrar la combinación de pasos y recursos más eficiente y efectiva.
- Generalizar y transferir ese proceso de solución de problemas a una gran diversidad de estos.
- Elaboración de algoritmos para realizar una tarea de forma automatizada.

Existen diversas aplicaciones que promueven el pensamiento computacional desde temprana edad, tal es el caso del trabajo que está realizando CODE.org. Esta organización se encarga de crear material de apoyo para educadores con el fin de enseñar en las escuelas la importancia aprender a programar (CODE, 2016). Sus programas de estudio permiten de manera innovadora y entretenida enseñar los principios básicos de la programación a niños a partir de 6 años y hasta los 18 años, por medio de guías interactivas y software de programación para computadoras.

De esta misma organización se destaca el proyecto de “La hora del código”; creado con el fin de promover los principios básicos de programación a cualquier persona de cualquier edad, a través de un video juego interactivo el usuario debe resolver distintos niveles con diferentes escenarios mediante la comprensión del problema planteado e indicando conjuntos de instrucciones para su solución. “La hora del código” ha sido altamente promovida como una manera eficaz de incentivar los conceptos de la programación a cualquier persona, gracias a que ha tenido a grandes colaboradores exitosos que han aportado varias versiones del programa con temáticas de ficción como Star Wars, Minecraft, Disney y Angry Birds, de los cuales resulta más llamativo hacia las personas.

En los últimos años, también se han formulado diversos proyectos que buscan promover el pensamiento computacional. Por ejemplo, CTArcade (Lee et al., 2014) promueve el aprendizaje de habilidades lógicas por medio de la resolución de un juego conocido como “Tic-Tac-Toe” o “El juego del gato”. El usuario tiene como propósito entrenar por medio de una interfaz gráfica un personaje para tratar de ganar la mayor cantidad de veces contra la computadora. El video juego fue evaluado en niños de 10 a 15 años y sus autores afirman que por medio del diseño y resolución del juego se mejoraron habilidades como la resolución, abstracción y creación de estrategias de juego.

Otra aplicación que fue desarrollada y evaluada para motivar la programación por medio de un video juego es RoboBuilder (Weintrop, D., y Wilensky, U., 2013) que permite la creación y diseño de estrategias para que un robot pueda desplazarse y atacar de manera estratégica a enemigos en diferentes escenarios de guerra. Aquí se propone el diseño de estrategias usando conceptos computacionales a través de un lenguaje de programación visual. En este caso, los autores afirman que el aprendizaje se logra de manera satisfactoria tomando en cuenta un concepto más que interviene cuando se trabaja con un entorno visual: el constructivismo. El constructivismo es una forma de aprendizaje basado en la experimentación y ganancia cognitiva por medio de la resolución de un problema. En términos de computación son las herramientas cognitivas que permiten el desarrollo de estrategias para resolver un problema mediante la programación (Weintrop, D., Holbert, N., Horn, M. S., y Wilensky, U., 2016).

Otra propuesta desarrollada propone facilitar la enseñanza y el aprendizaje de temas básicos de la programación mediante un video juego llamado "Program your robot" diseñado en un contexto educativo (Kazimoglu et al., 2012). El objetivo del juego es asistir y ayudar a un robot para que avance por diversas plataformas a través de la

construcción de un plan de escape que se construye con dos tipos de comandos: de acción y de programación. Los comandos de acción ejecutan movimientos específicos en el robot y los comandos de programación permiten crear ciclos y condiciones. De su evaluación a 25 estudiantes la mayoría afirmó que encontró divertido jugar el video juego. El autor de esta propuesta (Kazimoglu et al., 2012) considera que los usuarios estarán alentados a completar cada una de las actividades de programación gracias a que los videojuegos son atractivos y motivacionales.

3. Desarrollo.

La aplicación se desarrolló para ser utilizada en un dispositivo móvil, tomando en cuenta el auge en el uso de los mismos en niños, jóvenes, adultos y en personas mayores (World Internet Project, 2013). Se planteó el desarrollo del juego para el sistema operativo Android 4.0 o superior, disponible para el 97.4% de los usuarios activos en Google Play (Android Developers, 2016). Se espera que el acceso al internet por medio de un dispositivo móvil no sea un impedimento para poder descargar y probar el juego desarrollado.

La idea principal del videojuego es incentivar el pensamiento computacional y difundir la cultura maya yucateca a los hispano hablantes y a los maya hablantes por medio de un video juego diseñado para niños de primaria, considerando que hasta el momento existe poco material publicado que integre aspectos relacionados con la cultura yucateca y el idioma maya, y no se han encontrado trabajos que aborden también el pensamiento computacional.

El objetivo principal del videojuego es usar comandos gráficos que representan diversas acciones que puede realizar el personaje para superar un reto. Al ejecutar la secuencia de los comandos indicados por el usuario, se generan los movimientos asociados y se evalúa de forma visible si dicha secuencia es correcta para superar el reto planteado. Se contemplan diferentes niveles con escenarios y retos con mayor complejidad. De esta manera, se requiere que el usuario razone y elija el conjunto de acciones que permiten resolver cada reto. Se espera que con este tipo de razonamiento se logre incentivar la resolución de problemas mediante la descomposición de acciones que en conjunto la solucionan, una habilidad que forma parte del pensamiento computacional (Basogain et al., 2015) (Wing, 2006).

Para resolver el problema planteado en cada nivel, el jugador genera bloques secuenciales de código en donde cada sentencia o acción se ejecuta una después de otra (Díez, 2016). Esto concuerda con la definición de algoritmo: la abstracción de un proceso que toma ciertas entradas, ejecuta una secuencia de pasos y produce ciertas salidas para satisfacer un objetivo deseado (Wing, 2011). Así, también se busca que el usuario conozca la ejecución de un algoritmo al observar la realización de una secuencia específica de movimientos.

Al principio del juego, el usuario elige al personaje que protagoniza una historia. Cada historia refleja la identidad yucateca de los habitantes en actividades y escenarios específicos, donde se tendrá que resolver un reto planeado. En los niveles 1, 2 y 3 se debe generar una secuencia de acciones que permita mover al personaje del juego a un lugar en específico. En el nivel 4 se debe generar una secuencia de acciones que permita al personaje del juego recolectar objetos del escenario.

La cultura local está presente como una manera temática de dar a conocer personajes, lugares, objetos representativos de la cultura yucateca. El video juego en su primera versión posee 4 niveles, cada uno con su propio escenario en el que se agregan más objetos conforme se avanza, como se observa en la figura 1.



Figura 1. Ambientación del videojuego 3D por niveles.

Cada nivel inicia con una explicación de la actividad que realiza la persona en su vida cotidiana y se muestran los comandos gráficos disponibles. Un incentivo del juego es la adquisición de monedas de diferente valor conforme se avanza. La temática de los escenarios y niveles del video juego están basados en locaciones representativas y la inclusión de objetos, personajes, tradiciones y costumbres que recaen en un término conocido como identidad maya.

Elementos como la indumentaria tradicional, construcciones antiguas, cocina regional, actividades agropecuarias y hogareñas, costumbres y tradiciones son para nuestro caso los elementos que rescatan la identidad maya en Yucatán, es decir, los aspectos característicos que dan un sentido y refieren al elemento de pertenencia al ser considerado maya, mestizo o maya yucateco (Be, 2011; Comisión Nacional para el desarrollo de los pueblos indígenas, 2006; Espejo, 1999).

En el nivel 1 el escenario es una casa típica yucateca hecha con hojas de guano y maderas. Los niveles 2, 3 y 4 se ambientan con una parcela con animales y plantas que dan sustento a la familia, para cosechar y comer. La actividad agropecuaria está presente como trabajo en la vida cotidiana de los yucatecos (Be, 2011).

El video juego permitirá al usuario interactuar de manera repetitiva hasta encontrar una solución correcta para el reto planteado. El constructivismo estará presente y el usuario logrará su aprendizaje por medio de la experimentación con prueba y error para la resolución de los diversos problemas que se presenten los escenarios del video juego (Kafai, Y. y Resnick, M., 1996; Weintrop, D., y Wilensky, U., 2013).

Como parte de la retroalimentación, el usuario sabrá si ha acertado o fallado en su intento a partir de la animación que observará cuando se ejecuten los movimientos asociados a la secuencia de comandos indicados. En la lista de comandos del usuario se marcará cual comando ha desencadenado el fallo que ha terminado la emulación, con el fin de indicarle el punto donde debe hacer un cambio en la secuencia de acciones. Se espera que el usuario aprenda y corrija sus propias secuencias de movimientos, logrando así ser el protagonista de su propio aprendizaje (Weintrop et al., 2016) (Lee et al., 2014).

Creación de los personajes en 3D.

Blender es una herramienta para generar animaciones en 3D, permite el modelado y diseño de personajes y objetos, el usuario puede generar la estructura o malla y agregarle diversas propiedades como esqueletos o huesos que le permitan generar un movimiento libre en diversas partes del mismo (Blender, 2016). En este caso se generó el modelo en 3D de un personaje que contiene las partes del cuerpo en forma rectangular y posteriormente se le agregó una estructura básica de huesos que permita generar un movimiento libre, como se ilustra en la figura 2.

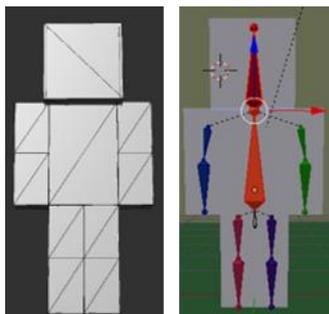


Figura 2. Modelo de los personajes del juego.

Para generar los rasgos visuales de cada personaje se diseñaron texturas correspondientes a las vestimentas tradicionales yucatecas, la guayabera y el terno, que fueron añadidas al personaje siguiendo los patrones gráficos del cuerpo modelado en 3D. Las texturas creadas están relacionadas con las partes del cuerpo de tal manera que se toman y se despliegan en la zona correspondiente. Esto se ilustra en la figura 3.

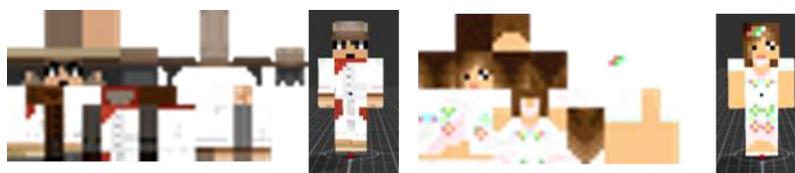


Figura 3. Texturas del personaje (hombre y mujer).

Las animaciones correspondientes a cada personaje se generaron mediante el motor de animaciones que provee Blender. Las dos animaciones utilizadas durante el juego corresponden a las acciones de caminar y recoger objetos se muestran en la figura 4.

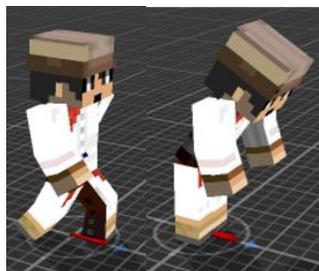


Figura 4. Animaciones del personaje mestizo.

Escenografía y ambientación maya en 3D.

El motor de programación Unity permite exportar contenido a diversas plataformas móviles, web, escritorio y video consolas por medio de la inclusión de los SDK de cada plataforma correspondiente. Se eligió porque permite la creación de contenidos dinámicos usando diferentes propiedades gráficas para personalizar los escenarios y los personajes del juego. La interacción del personaje con el mundo virtual se logra por medio de características de comportamiento que se asignan a cada objeto gráfico a través de un entorno de programación usando el lenguaje de C# (Ouazzani, 2012) (Unity, 2016).

La escenografía del videojuego se trabajó en un entorno en 3D para visualizar de manera correcta al personaje y las diversas actividades que realiza. Cada nivel del videojuego posee una escenografía en la que el personaje se desenvuelve para cumplir su objetivo planteado. Cada objeto que forma parte del escenario tiene asociadas características para distinguir los elementos con claridad e interactuar con lo necesario.

El personaje puede estar posicionado por encima los planos del juego ejerciendo peso de manera similar al mundo real con la gravedad. De tal manera que los movimientos del personaje sean más reales. Los objetos,

obstáculos y zonas en blanco tienen etiquetas asociadas que reaccionan al contacto con el personaje, de tal manera que se ejecutan acciones distintas en diversas situaciones.

Interfaz de los comandos.

La selección de comandos se realiza mediante una interfaz *drag and drop* que permite el arrastre y ubicación de objetos hacia áreas específicas, de tal forma que la secuencia de comandos indique los movimientos que realizará el personaje principal para cada reto. La tarea del usuario es arrastrar los comandos y colocarlos en la caja de ejecución que se encuentra en la parte inferior, hasta generar la secuencia de movimientos que permita al personaje cumplir con su objetivo (Ver figura 5).



Figura 5. Interfaz para arrastrar y soltar los comandos en el video juego.

En cada nivel del juego se presenta esta interfaz, aunque las opciones de comandos disponibles aumentan conforme el personaje avanza en los niveles, tal como se indica en la Tabla 1.

Tabla 1. Comandos disponibles en el videojuego.

Comando	Bloque Gráfico	Descripción	Nivel
Avanzar		El personaje recorre una unidad de medida desde su posición actual.	1
Girar a la derecha		El personaje gira 90° de lado derecho.	2
girar a la izquierda		El personaje gira 90° de lado izquierdo.	3
Recoger frutas		El personaje realiza el movimiento de recoger las frutas desde su posición actual.	4

La secuencia de movimientos a ejecutar se genera internamente leyendo de izquierda a derecha los comandos que el usuario pone en la caja de ejecución, para accionarlos y generar la animación del personaje.

4. Pruebas y resultados.

Se diseñaron dos instrumentos para aplicar antes y después de utilizar el videojuego. Las cuatro áreas que se evaluaron en estos instrumentos son:

- La descomposición: el usuario deberá dividir el problema completo en un conjunto de problemas más sencillos, conformadas por las acciones que deba realizar el personaje.
- Los patrones: el usuario podrá observar que en cada ejercicio hay similitudes entre los objetos y situaciones.

- **Abstracción:** El usuario deberá descartar detalles no necesarios para crear una solución genérica del problema actual que pueda ser usado para resolver problemas similares.
- **Diseño de algoritmos:** El usuario deberá crear una lista de comandos que permite realizar la tarea indicada.

En la evaluación del pre test se obtuvo un análisis del panorama general del grupo al resolver diversos problemas mediante la descomposición, abstracción y generación de soluciones, habilidades que pertenecen al pensamiento computacional (Wing, 2006). Cada ejercicio incluido en los instrumentos se puntuó considerando el incremento en la dificultad de resolución contemplada en cada una de las 4 áreas de interés antes mencionadas.

Las pruebas se realizaron con un grupo de 10 niños de 9 a 12 años, 5 hombres y 5 mujeres, seleccionados de una escuela primaria de la ciudad de Tizimín. El requisito para participar fue que previamente hubieran utilizado un dispositivo móvil.

A cada participante se le facilitó una tableta electrónica con el videojuego en ejecución explicando cada una de las funciones que puede realizar el personaje elegido. Después de responder el primer instrumento, los participantes estuvieron probando el juego hasta completar los 4 niveles. Es importante recalcar que al ser un juego de aprendizaje desarrollaron su propia solución para cada uno de los niveles por medio de prueba y error. Posteriormente al uso del videojuego, se aplicó un segundo instrumento (post-test) con reactivos ligeramente diferentes a los del primer instrumento, para comparar el avance que se obtuvo en las mismas 4 áreas contempladas. La comparación de resultados se ilustra en la Figura 6.

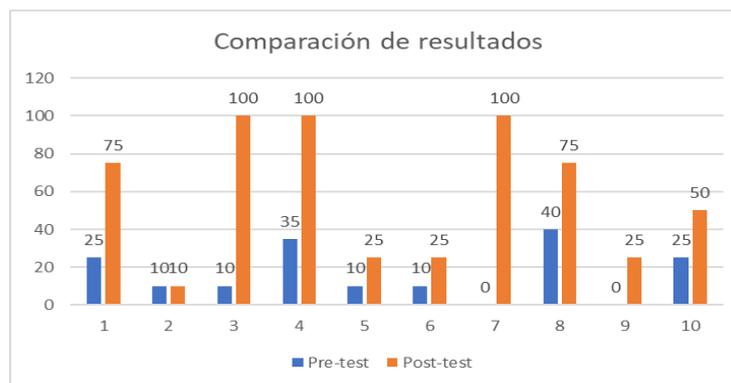


Figura 6. Puntajes obtenidos en el pre-test y post-test.

El promedio del grupo antes de utilizar el videojuego fue de 16.5 puntos y después de utilizarlo fue de 58.5, en ambos casos la escala fue de 1 a 100 puntos, por lo que se observa que hubo un incremento del 42%. Es decir, después de utilizar el videojuego se obtiene una mejora en los resultados de descomposición de problemas, identificación de patrones, abstracción y diseño de algoritmos, habilidades asociadas con el pensamiento computacional en los niños.

Por otro lado, se pudo observar que el interés de los niños por interactuar con el videojuego es un elemento que motiva fuertemente el aprendizaje y promueve otras habilidades como la perseverancia, la concentración y el manejo de herramientas tecnológicas para el aprendizaje, como se observa en la figura 7.



Figura 7. Niños de primaria usando el video juego.

Además, la presencia de elementos culturales que ambientan el videojuego resultó novedoso para los participantes y permitió apreciar con orgullo el valor que tiene su cultura, en particular la vestimenta, viviendas, costumbres y tradiciones, entre otros.

Conclusiones.

Se presenta el desarrollo de una propuesta de video juego cuyo objetivo primordial es enseñar habilidades que forman parte del pensamiento computacional en niños. Se describe una interfaz diseñada en 3D ambientada con elementos de la cultura maya y la lógica de un videojuego que presenta retos cuya superación requiere poner en práctica habilidades relacionadas con el pensamiento computacional. Después de aplicar una evaluación de tipo pre-post test, se observa que el puntaje promedio de los participantes mejora después de interactuar con el videojuego desarrollado. Esto conduce a afirmar que el videojuego desarrollado contiene elementos que promueven el desarrollo del pensamiento computacional, específicamente en áreas relacionadas con descomposición de problemas, identificación de patrones, abstracción y diseño de algoritmos.

Los resultados confirman que por medio de un videojuego es posible mejorar diversas habilidades, en particular aquellas relacionadas con el pensamiento computacional. En este caso, esto se logra en un ambiente entretenido, interactivo y divertido que además promueve la valoración de diversos elementos de la cultura maya al estar presentes en la ambientación del videojuego.

Como trabajo futuro se propone desarrollar una interfaz en la lengua maya para ofrecer la posibilidad de que los niños que habitan en comunidades del interior de estado puedan interactuar con el videojuego en su lengua natal.

Agradecimientos.

Los autores agradecen a la Fundación F.K. Kellogg el apoyo recibido durante la realización de este trabajo enmarcado en el proyecto “Talleres itinerantes de ciencia y tecnología en Yucatán” registrado en el SISTPROY con clave FMAT-2013-0012, así como a la Universidad Autónoma de Yucatán por las facilidades otorgadas durante la ejecución del mismo.

Referencias Bibliográficas.

- Android Developers. (2016).** Sitio web de programadores Android. Recuperado de: <https://developer.android.com/about/dashboards/index.html>
- Basogain, X., Olabe, M. y Olabe, J. (2015).** Pensamiento Computacional a través de la Programación: Paradigma de Aprendizaje. En *Revista de educación a distancia (RED)*, 46(6),1-33, doi:10.6018/red/46/6.

- Be, P. (2011).** Dimensiones culturales e identidades situadas: la herencia maya en migrantes yucatecos a Estados Unidos. En *Estudios de cultura maya*, 38, 167-192. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-25742011000200007&lng=es&tlng=es
- Bell, T., Alexander, J., Freeman, I., y Grimley, M. (2009).** Computer Science Unplugged: school students doing real computing without computers. En *The NZ Journal of Applied Computing and Information Technology*, 13(1), 20–29, Recuperado de: <http://www.cosc.canterbury.ac.nz/tim.bell/cseducation/papers/Bell%20Alexander%20Freeman%20Grimley%202009%20JACIT.pdf>
- Blender. (2016).** Sitio web de Blender. Recuperado de: <https://www.blender.org/about/>
- CODE. (2016).** Sitio web de CODE, Anybody can learn. Recuperado de: <http://blog.code.org/>
- CODE. (2017).** Computational Thinking. Recuperado de <https://studio.code.org/unplugged/unplug2.pdf>
- Comisión Nacional para el desarrollo de los pueblos indígenas (CDI). (2006).** Elementos para el Desarrollo Integral de la Región Maya Peninsular, Campeche, Quintana Roo y Yucatán. Recuperado de: http://www.cdi.gob.mx/dmdocuments/region_maya_peninsular.pdf
- Conery, L., Stephenson, C., Bar, D., Barr, V., Harrison, J., & James, J. (2011).** Pensamiento Computacional (PC) en educación escolar. Recuperado de: <http://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/PensamientoComputacional1.pdf>
- Díez, M. (2016).** Análisis Numérico: Lógica de programación y diagramas de flujo. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/338147953/Tema-1-pdf>.
- Espejo, F. (1999).** El orgullo de ser Yucateco. Recuperado de: <http://www.mayas.uady.mx/yucatan/yuc15.html>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2016).** Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares. Recuperado de: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/Encuestas/Hogares/modulos/endutih/>
- Kafai, Y. y Resnick, M. (1996).** Constructionism in Practice: Designing, Thinking, and Learning in a Digital World. Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Mahwah, NJ.
- Kazimoglu, C., Kiernan, M., Bacon, L., y Mackinnon, L. (2012).** A Serious Game for Developing Computational Thinking and Learning Introductory Computer Programming. En *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 47, 1991–1999, doi:10.1016/j.sbspro.2012.06.938.
- Lee, T., Mauriello, M., Ahn, J., y Bederson, B. (2014).** CTArcade: Computational thinking with games in school age children. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 2(1), 26–33, doi:10.1016/j.ijcci.2014.06.003.
- Maloney, J., Resnick, M., Rusk, N., Silverman, B., y Eastmond, E. (2010).** The Scratch Programming Language and Environment. En *ACM Trans. Comput. Educ.*, 10(4), 1-15, doi:10.1145/1868358.1868363.
- Mladenović, M., Rosić, M., y Mladenović, S. (2016).** Comparing Elementary Students' Programming Success Based on Programming Environment. En *International Journal of Modern Education and Computer Science (IJMECS)*, 8(8), 1–10, doi:10.5815/ijmeecs.2016.08.01.
- Moreno, J. y Robles, G. (2015).** Analyze your Scratch projects with Dr. Scratch and assess your Computational Thinking skills. En Scratch conference 2015 (Scratch2015AMS). Amsterdam, Netherlands. Recuperado de: <http://jemole.me/replication/2015scratch/InferCT.pdf>

- Oluk, A. y Korkmaz, Ö. (2016).** Comparing Students Scratch Skills with Their Computational Thinking Skills in Terms of Different Variables. En *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 8(11), 1–7, doi:10.5815/ijmecs.2016.11.01.
- Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico. (2016).** PISA 2015 Resultados Clave. Recuperado de: <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-ESP.pdf>
- Ouazzani, I. (2012).** Manual de creación de videojuego con Unity 3D. Recuperado de: http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/16345/PFC_Iman_Ouazzani.pdf?sequence=1
- Secretaría de Educación Pública. (2016).** Programas de estudio Primaria. Recuperado de: <http://www.curriculobasica.sep.gob.mx/index.php/prog-primaria>
- Unity. (2016).** Sitio web Unity - Overview. Recuperado de: <https://unity3d.com/es/unity>
- Wing, J. (2006).** Computational Thinking. En *Commun. ACM*, 49(3), 33–35. doi:10.1145/1118178.1118215.
- Wing, J. (2008).** Computational Thinking and Thinking about Computing. En *Philos. Trans. A Math. Phys. Eng. Soc.*, 366, 3717-3725, doi:10.1098/rsta.2008.0118.
- World Internet Project. (2013).** Estudio 2013 de hábitos y percepciones de los mexicanos sobre Internet y diversas tecnologías asociadas. Recuperado de: <http://www.wip.mx>
- Weintrop, D., y Wilensky, U. (2013).** Robobuilder: a computational thinking game. En *Sigcse'13*, 736, doi:10.1145/2445196.2445430.
- Weintrop, D., Holbert, N., Horn, M. S., y Wilensky, U. (2016).** Computational Thinking in Constructionist Video Games. En *International Journal of Game-Based Learning (IJGBL)*, 6(1), 1–17, doi:10.4018/IJGBL.2016010101.
- Wing, J. (2011).** Research notebook: Computational thinking—What and why? The Link Magazine. Recuperado de: <https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>.

Información de los autores.



Allan Eduardo Ojeda Pat es pasante de la licenciatura en Ciencias de la computación por la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Yucatán, en la Unidad Multidisciplinaria Tizimín. Sus áreas de interés se relacionan con el desarrollo de software, procesamiento de imágenes y desarrollo de videojuegos educativos.



Cinthia Maribel González Segura es Licenciada en Ciencias de la Computación por la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Yucatán. Maestra en Ciencias de la Computación por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Cuenta con estudios de Doctorado en Sistemas y Ambientes Educativos de la Universidad de Guadalajara y actualmente está desarrollando una tesis orientada al modelado de evaluación de competencias en entornos b-learning. Es profesora titular de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Yucatán desde 2002, donde imparte asignaturas del área de robótica, desarrollo web, teoría computacional y metodología de la investigación. Colabora con las líneas de investigación orientadas al software educativo, aplicación de nuevas tecnologías computacionales y desarrollo de software de aplicación.



Michel García García es Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Acapulco. Maestro en Ciencias de la Computación por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Cuenta con estudios del Doctorado en Sistemas y Ambientes Educativos de la Universidad de Guadalajara. Es profesor titular de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Yucatán desde 2006. Sus áreas de interés son la implementación de algoritmos inteligentes y su aplicación en la educación superior, la tecnología robótica aplicada a la enseñanza, el desarrollo de algoritmos de inteligencia artificial en la solución de problemas de robótica móvil y la aplicación de técnicas de minería de datos para la búsqueda de patrones.