

## Cuento con realidad aumentada para fomentar la lectura

José Hernández Santiago<sup>1,2</sup>, José Sergio Ruiz Castilla<sup>2</sup>,  
Beatriz Hernández Santiago<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Tecnológico de Estudios Superiores de Chimalhuacán,  
México

<sup>2</sup> Universidad Autónoma del Estado de México,  
México

jose\_hernandez\_santiago@teschi.edu.mx  
jhernandezs@uaemex.mx, betty\_hsbth@hotmail.com,  
jsergioruizc@gmail.com

**Resumen.** En 2019 el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) declaró que el 42.5% de la población alfabetizada mexicana, con edad mayor o igual a 18 años. Los lectores que leen literatura, con el promedio de 3.3 obras leídas por persona. Actualmente hay una tendencia a migrar las publicaciones impresas hacia un medio digital. Los dispositivos digitales son más atractivos para las nuevas generaciones, pero disminuye el tiempo de atención ante las diferentes distracciones presentadas en los mismos medios como aplicaciones, multimedia e internet. En esta investigación se presenta la integración de la realidad aumentada sobre un libro infantil impreso para fomentar la lectura en edad temprana, haciendo más atractiva la actividad al incluir un medio digital. El sistema despliega en cada página animaciones de los personajes y del texto, es acompañado con audio y video de acuerdo a la escena del libro, respetando el enfoque del escritor. El libro con realidad aumentada permite atraer más lectores al fomentar la imaginación mientras se interactúa con el libro. Los resultados mostraron que los niños preferían leer con la experiencia de realidad aumentada y hubo una mejora de 89% en la comprensión del cuento.

**Palabras clave:** Libro con realidad aumentada, aplicación móvil, educación, fomento de lectura.

### The Story with Augmented Reality for Promoting Reading

**Abstract.** The *Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)* in 2019 registered 42.5% of the literate Mexican population that reads literature. Readers are around 18 years old. The average is 3.3 works per person. Currently there is a trend towards the migration of printed publications to digital media. The digital format is more attractive for the new generations but it diminishes the attention for example in multimedia or internet. In this work, we present the integration of augmented reality on a children's printed book. With the mission of motivating reading at an early age. Furthermore, reading was more attractive in a digital medium. The system showed texts and personages animated on each page. Also, it added audio and video according to the book scene. Always, rescuing the

writer's approach. The book with augmented reality can attract more readers and motivate the imagination as the reader interacts with the book. The results showed that children prefer to read with the experience of augmented reality. We finally found an 89% improvement in understanding the story.

**Keywords:** Book with augmented reality, mobile application, education, promotion of reading.

## 1. Introducción

El nivel de lectura en México, de acuerdo con estudios realizados en febrero del 2019 por el INEGI [1], muestra que 42 de 100 personas, mayores de 18 años, leyeron al menos un libro. El porcentaje de población que leyó algún material considerado por Módulo de lectura (MOLEC), paso de 84.2% en 2015 a 74.8% en 2019, con promedio de 3.3 obras por persona, siendo la falta de interés una de las razones principales, con el 21.7%. La temática más leída en los libros fue literatura con 42.5%, el 78.7% declara que comprende más de la mitad de la lectura, el 33.5% de la población declaró haber tenido fomento de la lectura gracias a que sus padres o tutores les leían.

Para los profesionistas el dominio de la lectura y comprensión de libros representa una capacidad de adaptación en un medio que requiere actualización constante, repercutiendo en mejores condiciones laborales y la posibilidad de auto superación; mientras que para la sociedad representa estar siempre actualizado sobre los hechos, tener cultura general y una actitud autocrítica.

En el ámbito educativo, la lectura de libros es la base de la enseñanza; sin embargo, es una actividad poco fomentada. Solo el 25% de la información es retenida realizando un proceso de lectura, pero puede alcanzarse un 80% si se acompaña con imágenes [2].

En años recientes la Secretaria de Educación Pública realizó un esfuerzo por dotar de *Tablets* a los alumnos de nivel básico. Los dispositivos móviles a pesar de sus beneficios, también han generado algunas desventajas como distracción y reducción del tiempo de atención en los niños.

La Realidad Aumentada es una de las tecnologías emergentes que ha tenido gran auge, gracias a los dispositivos móviles, que permiten integrar elementos virtuales en una escena en tiempo real. Esta tecnología ha tenido muchas aplicaciones en diversas áreas incluyendo en el campo de la educación, a pesar de las mejoras en cuanto a motivación mostrada por los alumnos, aun se debate si realmente beneficia la adquisición de conocimientos frente a las herramientas multimedia que ya son usadas en las clases.

Con la finalidad de colaborar con el desarrollo de software que apoye a los niños en la adquisición del hábito de lectura, en este trabajo se presenta el desarrollo de una aplicación móvil que aprovecha la motivación de los niños frente a esta nueva tecnología como la Realidad Aumentada para resaltar las historias de los cuentos impresos, haciendo más atractiva la actividad de la lectura.

El cuento infantil que se usó como base se titula "*Si yo fuera un gato*" del autor Carlos Silveyra con ilustraciones de Sonia Esplugas. La aplicación solo tiene fines didácticos y de investigación, por lo que no se considera su comercialización.

Los resultados indican que la aplicación ha permitido que los niños se acostumbren más rápido a la actividad de lectura y que el 89% prefieran esta experiencia con la guía de la Realidad Aumentada.

## 2. Trabajos relacionados

Se han incluido aplicaciones con Realidad Aumentada (RA) para reforzar sus actividades docentes en niveles básicos de educación, por ejemplo, en [3] usaron la RA para enseñar historia y ciencias sociales en las clases del tercer curso de primaria en España; sin embargo, no obtuvieron mejoras significativas en el aprendizaje debido a la metodología empleada, aunque sí mejoró la motivación de los alumnos.

Otra investigación con alumnos de primaria y secundaria se presenta en [4], donde analizaron 21 artículos que emplearon juegos con RA para el proceso de enseñanza, donde los estudiantes mostraron beneficios en memoria a largo plazo, habilidades para resolver problemas, incremento en la motivación y mejora en las habilidades colaborativas; los estudios fueron aplicados en temas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. De forma similar, se ofrece un análisis en [5], donde se explica que también se han detectado consecuencias negativas como “*túnel de atención*”, dificultades en la usabilidad, inefectividad en la integración de las clases y diferencias en el aprendizaje.

En [6] se discute si la aplicación de la RA permitirá el acceso universal de la educación en línea, analizan nueve artículos sobre: cursos de arquitectura, botánica, anatomía, arte, inglés, entre otros. Con la conclusión, de que las disciplinas que se enfocan en entrenamiento práctico aprovechan mejor esta tecnología para provocar en los alumnos: interés, motivación, colaboración, actitud analítica de los problemas más allá de mostrar una mejora en su desempeño.

En [7] se usó un entorno con RA para entrenar a los alumnos para reducir el riesgo en el manejo de materiales, mostrando una mejora de 14.25% frente a los que aprendieron los conceptos en un salón. También los investigadores en [2], encontraron que la RA funciona bien para enseñar tareas sobre física y mecánica, ya que les permite a los alumnos experimentar con el fenómeno físico y entenderlo mediante el ajuste de los parámetros.

En esa investigación, 20 alumnos interactuaron con 12 problemas de mecánica del libro de física de nivel secundaria con RA, indicando que la aplicación es: funcional, conveniente, interesante y motivadora, aunque no hay pruebas del desempeño de los alumnos. De forma similar, en [8] se diseñó una aplicación móvil con RA para enseñar experimentos básicos de física a niños de nivel secundaria, teniendo una evaluación favorable por los profesores; sin embargo, solo lo evaluaron dos expertos y tampoco midieron si hubo mejora en el desempeño de los alumnos. Mientras que otros investigadores han desarrollado *frameworks* para permitirle a los profesores crear proyectos con RA destinados a la educación.

En [9] por ejemplo, se presenta una plataforma web para que los profesores puedan desarrollar RA usando los libros de preparatoria, permitiendo agregar imágenes, audio, video, control por *touch* y comandos de voz para que el alumno pueda realizar preguntas sobre el contenido del libro; sin embargo, no se evaluó el desempeño de los alumnos, solo reportan la aceptación de los alumnos sobre el uso de RA en los libros y



Fig. 1. Calidad de las páginas como Image Targets.

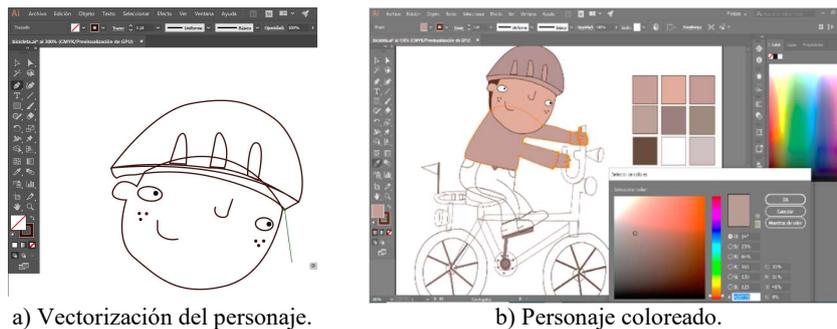


Fig. 2. Creación del material visual.

mencionan que uno de los mayores problemas es la creación de contenido para la RA. Un *framework* básico es presentado en [10], donde se enfocan en agilizar el proceso de creación de libros con RA por los profesores de educación primaria.

En [11] se presenta un *framework* web para el desarrollo de juegos con RA para reforzar los conceptos vistos en la clase, presentando cuestionarios aleatorios de opción múltiple, sus resultados mostraron que 80% de los alumnos aprobaron los exámenes sobre el contenido del juego.

Otro intento [12], se basa en crear objetos de aprendizaje con contenido de RA, mediante una guía propuesta para los profesores, mostrando una mejora del 20% en la efectividad en comparación con el contenido multimedia tradicional. Un análisis de 98 aplicaciones con RA se muestra en [13], donde se encontró que la mayoría usan la RA para desplegar objetos 3D y datos, repercutiendo en un bajo nivel en el proceso educativo.

En el caso de utilizar los libros con RA, en [9] se resaltan algunos problemas como el hecho de que el profesor debe incluirlo en la planeación de las clases y a veces la RA

no refleja claramente el concepto que esta textualmente en el libro; se requiere una constante actualización del contenido de las aplicaciones debido a las actualizaciones periódicas de los libros de educación pública; requiere que cada alumno cuente con su libro y dispositivo para usar la RA.

Una perspectiva sobre la respuesta emocional de los estudiantes respecto a la RA usada en el aprendizaje es presentada en [14], donde se concluye que es necesario incluir en la planeación del desarrollo de aplicaciones, las emociones positivas que se desean desarrollar para repercutir en la mejora del aprendizaje.

En [15], de forma similar encontraron que 70% de los usuarios que usaron aplicaciones con RA que incluía retroalimentación por audio e interacción, se mostraron interesados, cautivados, emocionados e impresionados; sin embargo, algunos mostraron frustración por la dependencia de las aplicaciones con el Internet, instrucciones poco claras y problemas al manipular los contenidos en 3D.

En los artículos antes citados, las estadísticas de las pruebas experimentales con los alumnos indican que la RA está siendo sobrevalorada en el campo de la enseñanza, concluyen que las herramientas tecnológicas correctamente aplicadas pueden llevar a un aprendizaje significativo, obtener una actitud positiva de los estudiantes respecto al aprendizaje, incrementar su motivación y mejorar su aprendizaje.

Abordando este último enfoque, en el que hay evidencias de la aceptación de la RA en los libros por parte de los niños, en este artículo se presenta una aplicación móvil para el sistema operativo *Android* que permite guiar al usuario en la lectura de un cuento, haciendo pausas para la lectura, mostrando animaciones y efectos de sonidos en las escenas para cada página, reforzando la actividad de lectura y haciéndola atractiva para los niños. El software propuesto puede integrarse fácilmente en el proceso de enseñanza para complementarlo, permitiendo motivar al alumno para practicar la lectura fuera del aula.

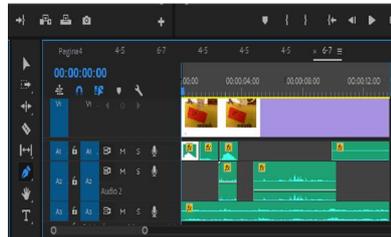
### 3. Preliminares

#### 3.1. Realidad aumentada

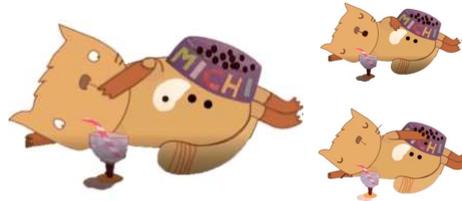
La Realidad Aumentada (RA) tiene su origen en 1992 cuando Tom Caudell definió este término [16]. La RA combina elementos virtuales con una vista del entorno real en una misma experiencia. Para lograrlo, debe ajustar los elementos virtuales al punto de vista de la cámara para integrarlos con la escena real.

En la RA se usa el concepto de *tracking*, cuyo objetivo es seguir un patrón sin importar la escala y orientación. La tecnología base usa *Image Targets*, que consiste en un arreglo de características como representación reducida de una imagen para que el motor de RA pueda detectarla y rastrearla siempre que este al menos parcialmente en el campo de visión de la cámara sin importar la posición, escala y orientación de la imagen original.

Para lograr detectar estas características en la imagen, usa el algoritmo de Visión Artificial *Speeded Up Robust Features (SURF)* que surgió en 2006 como mejora del algoritmo *Scale Invariant Feature Transform (SIFT)*. Las variantes actuales permiten definir botones virtuales sobre el *Image Target* para interactuar con el usuario, usar imágenes de diferentes caras para definir *Targets* de tipo prisma y cilindro; al incluir

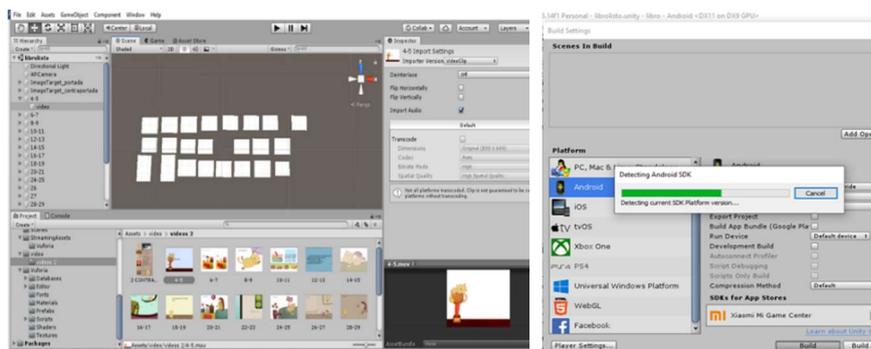


a) Edición del audio.



b) Edición de la animación.

Fig. 3. Edición.



a) Proyecto en Unity-Vuforia.

b) Compilación para el S.O. Android.

Fig. 4. Calidad de las páginas como Image Targets.

más vistas del objeto de referencia se pueden crear *Object Targets*, que permiten usar un objeto real en lugar de una imagen plana. Actualmente hay una tendencia a dejar de usar *Image Targets* y en su lugar detectar una superficie plana como el piso para usarlo de referencia y colocar el contenido de la RA.

Existen diversas plataformas para desarrollar RA, las más usadas son la combinación de *Vuforia* con el IDE *Unity* para generar aplicaciones destinadas al Sistema Operativo *Android*.

## 4. Metodología

### 4.1. Creación y evaluación de los “Image Targets”

De acuerdo a los diferentes tipos de *targets* disponibles para crear RA, se seleccionaron los *Image Targets* ya que concuerdan con el proyecto puesto que el cuento incluye muchas ilustraciones.

El primer paso del método propuesto consiste en evaluar si las imágenes del libro pueden ser usadas como referencia para crear *Image Targets* que servirán como base para ubicar la zona donde se debe colocar el contenido multimedia y ajustarlo a su posición. Debe tenerse en cuenta que una página con colores uniformes, con pocos



Fig. 5. Realidad Aumentada con animación sobre las portada y contraportada.



Fig. 6. Realidad Aumentada con imágenes sin fondo sobre las páginas del cuento.

detalles y muchas áreas vacías, como la Figura 1.a, provocará que el algoritmo *SURF* tenga poca precisión al seguir su ubicación en el espacio, por lo que se prefieren páginas con texto, ilustraciones con alto contraste y detalles que generen una gran cantidad de puntos característicos como se muestra en la Figura 1.b.

Un problema que puede surgir en la ejecución es que el brillo causado por el material de las hojas interfiera con el seguimiento o *tracking* de los *Image Targets*, por lo que se debe preferir texturas tipo mate.

#### 4.2. Creación del material audiovisual basado en el libro

El siguiente paso es vectorizar los personajes e ilustraciones de cada página para digitalizarlos, como se muestra en la Figura 2.a y poder animarlos posteriormente. En la Figura 2.b se puede observar que se trató de igualar los colores para respetar la identidad del libro.

El siguiente paso fue agregar los efectos de sonido (Figura 3.a) y animar las escenas (Figura 3.b). Se incluyen animaciones y audios para todas las páginas del libro, donde los personajes realizaban acciones de acuerdo a la imagen o texto original del autor; por ejemplo, en la Figura 3.b se puede ver que en la animación del personaje “Michi”, este come, bebe y deja caer algunas de las croquetas.

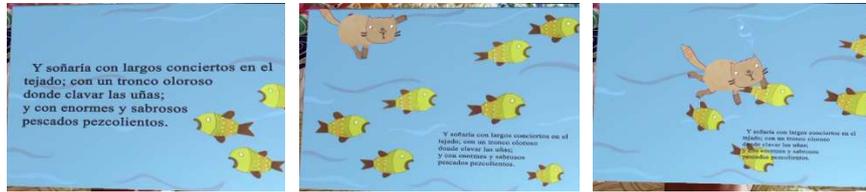


Fig. 7. Realidad Aumentada con animación sobre las páginas del cuento.

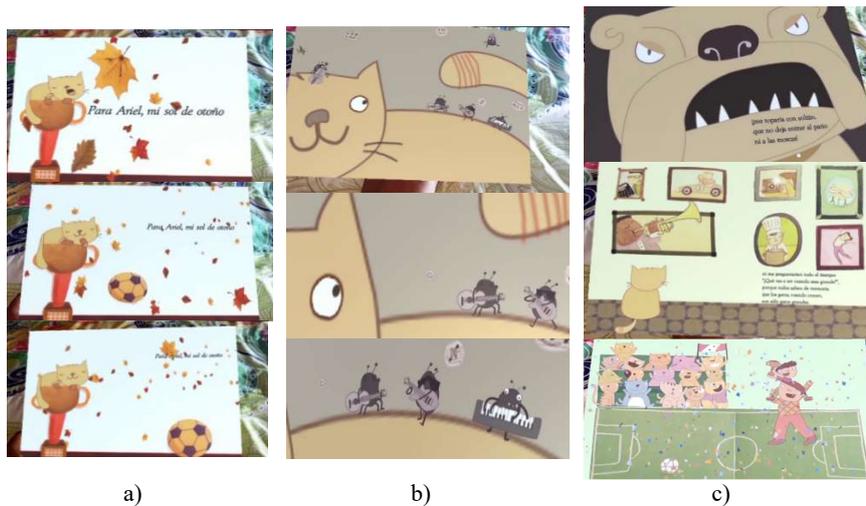


Fig. 8. Realidad Aumentada con efectos de sonido sobre las ilustraciones del cuento.

### 4.3. Integración del material audiovisual sobre los “Image Targets”

Para integrar el material con los *Image Targets*, se empleó el software *Unity* con la librería *Vuforia*, configurando los permisos para usar la cámara del celular. En la Figura 4.a se muestra una vista previa del diseño terminado y en la Figura 4.b la compilación de la aplicación para el Sistema Operativo *Android* versión 4.0 o superior, requiriendo 157 Megabytes para ser instalado en el celular debido a que se incluyeron 43 *Image Targets* con sus respectivas animaciones y sonidos.

En la Figura 5.a se puede ver las pruebas realizadas en la portada, donde se anima la aparición del texto, la luna, las estrellas y la transformación del niño en gato; mientras que en la Figura 5.b se muestra la animación para el gato, la presentación de la foto del autor, así como un video de la entrevista y presentación del cuento.

Estas animaciones tienen como objetivo atraer a los lectores infantiles y que los padres también se interesen por la obra del autor. Otros ejemplos del uso de la aplicación son mostrados en la Figura 6, donde las imágenes de los personajes son resaltados y presentados en vertical usando imágenes con formato PNG sin fondo.

Un ejemplo de las animaciones incluidas en el libro, puede verse en la transición en la Figura 7, donde el personaje sueña con ser un gato y nadar para atrapar los peces. En esta escena el texto aparece gradualmente al principio, estando sincronizado con la

**Tabla 1.** Resultados de las pruebas con niños.

Pregunta	Lectura con el libro impreso	Lectura con el libro usando Realidad Aumentada
Le interesa la lectura	44%	100%
Comprende la historia	56%	89%
Le interesa el cuento	72%	91%
Pediría el cuento como regalo	71%	100%

**Tabla 2.** Resultados de las pruebas con adultos.

Pregunta	Porcentaje
Conoce los libros con RA	15%
Le interesa el cuento con RA	95%
Fácil de usar la app	80%
Regalaría el libro con RA	100%

animación para que se pueda leer y reflejar la acción. Las animaciones se ajustan a la posición del libro gracias al *tracking* de los *Image Targets* realizada por la Realidad Aumentada, de esta forma el lector percibe que los personajes del cuento realmente se están moviendo sobre la página.

Se crearon animaciones y sonido para que la mayoría de las páginas resultaran atractivas para los niños, algunos ejemplos representativos se muestran en la Figura 8.a, donde la escena muestra la animación del viento soplando las hojas de otoño y un balón rebotando; en la Figura 8.b se muestra la animación de la banda de pulgas tocando una canción a los oídos del gato; en la Figura 8.c se muestran escenas donde hay sonidos característicos como el ladrido del perro “*sultan*”, personajes representando oficios y la celebración al ganar un partido de *football*.

## 5. Resultados

Las pruebas se realizaron con niños y adultos que asistieron al Planetario Digital en Chimalhuacán, Estado de México. En la primera prueba se encuestaron 27 niños de edades entre 7 y 11 años, quienes leyeron el cuento original de forma impresa y después el cuento con Realidad Aumentada.

El contraste puede notarse en la Figura 9, donde 72% indicó interesarles el cuento impreso debido a las ilustraciones, mostrando un mayor interés de 91% cuando usaron la aplicación con RA y notaron las animaciones; en cuanto a la comprensión de la historia, inicialmente solo el 56% logró identificar personajes e historia en general, subiendo a 89% con el uso de la RA; el 71% pediría el cuento impreso como regalo, pero al leer el cuento con RA, el 100% contestó que preferiría que le regalaran un cuento con RA; finalmente el interés que indicaron tener sobre la lectura paso de 44% a 100% con RA. Ver la Tabla 1.

La segunda prueba se realizó con 23 adultos, familiares de los niños anteriormente encuestados, los resultados se muestran en la Figura 10, de los cuales solo 15% sabían que los libros pueden tener Realidad Aumentada, 95% mostró interés por el cuento con RA, a 80% les pareció fácil de usar la app y 20% tuvo dificultades al no estar cómodo

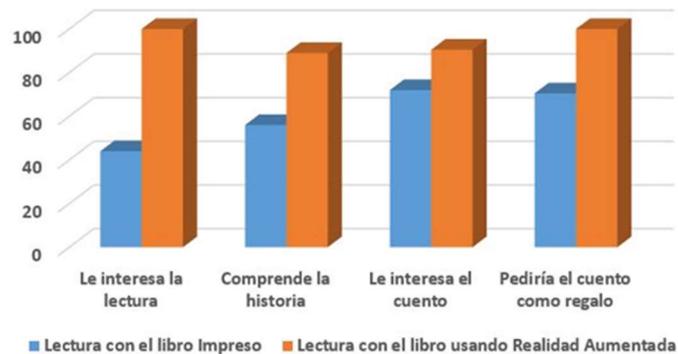


Fig. 9. Resultados de las encuestas con niños.

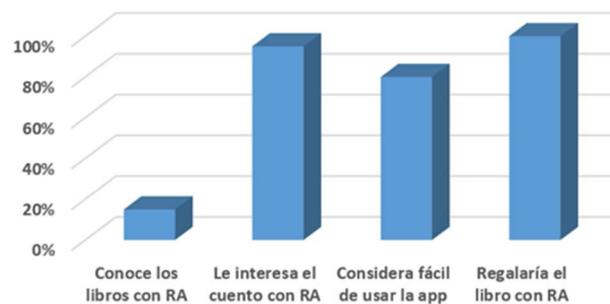


Fig. 10. Resultados de las encuestas con adultos.

con el uso de los *Smartphones*; finalmente el 100% indicó que le regalaría un libro con RA a su hijo para fomentar su hábito de lectura. Ver la Tabla 2.

## 6. Conclusión

La lectura tradicional requiere libros impresos cuyo costo limita su acceso, incluso con los medios digitales que facilita el acceso a libros gratuitos, solo el 42.5% de la población alfabetizada mexicana, con edad mayor o igual a 18 años, lee literatura. En el caso del fomento de la lectura en edades tempranas, de acuerdo al INEGI, solo el 33.5% tuvieron la experiencia de que sus padres o tutores les leyeron.

La inclusión de una aplicación móvil capaz de mostrar animaciones y audios con realidad aumentada sobre las páginas de un cuento infantil permitirá enriquecer el proceso de aprendizaje y fomentar el hábito de lectura.

Esta forma de guiar al lector es preferida por los niños encuestados, llegando a un 89% el nivel de comprensión de la lectura del cuento como lo reflejaron los resultados. En esta versión se usaron audios y animaciones 2D debido a que el estilo de las ilustraciones podría cambiar si se convertían a modelados 3D. Todas las páginas del cuento tienen Realidad Aumentada, incluyendo la portada y contraportada; sin embargo, algunas páginas no tenían los suficientes puntos característicos para crear un

*Image Target* de calidad, afectando la estabilidad del posicionamiento de las animaciones, esto se resolvió al incluir algunas etiquetas sobre las hojas para incrementar la cantidad de puntos característicos en las zonas vacías y mejorar la precisión en el proceso de reconocimiento de la página por lo que se recomienda trabajar con el diseño del libro antes de la impresión por la editorial.

Otro problema es que la aplicación solo funciona con una versión del libro, ya que, debido a las modificaciones en las nuevas reimpressiones, estas evitan que se reconozca algunas páginas. La aplicación de tecnología actual es una ventaja que los desarrolladores de software educativo pueden seguir aprovechando para proveer a los alumnos de aplicaciones de alta usabilidad, intuitivas, que aumente su interés y mantengan su motivación por aprender.

Aún hay trabajos que realizar, por ejemplo, la evaluación automática de la lectura correcta de los usuarios mediante reconocimiento de voz y el seguimiento del hábito de lectura para que los profesores puedan revisar los avances.

**Agradecimientos.** Un especial agradecimiento al Tecnológico de Estudios Superiores de Chimalhuacán, institución que nos ha apoyado y que fomenta este tipo de investigación. Se agradece también a las Ingenieras en Animación Digital y Efectos Visuales, Hernández Martínez Blanca Estela y Reséndiz Flores Madai, cuyo trabajo de tesis permitió darle seguimiento a esta investigación.

## Referencias

1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Población lectora en México con tendencia decreciente en los últimos cinco años [Online], (2019) [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2019/EstSociodemo/MOLEC2018\\_04.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2019/EstSociodemo/MOLEC2018_04.pdf)
2. Daineko, Y., Ipalakova, M., Tsoy, D., Shaipiten, A., Bolatov, Z., Chinibayeva, T.: Development of practical tasks in physics with elements of augmented reality for secondary educational institutions. *Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics*, 10850, pp. 404–412 (2018) doi: 10.1007/978-3-319-95270-3\_34
3. Piqueras, E. M., Cózar, R., González-Calero, J. A.: Incidencia de la realidad aumentada en la enseñanza de la historia. Una experiencia en tercer curso de educación primaria. *Enseñanza & Teaching*, vol. 36, no. 1, pp. 23–39 (2018) doi: 10.14201/et20183612339
4. Pellas, N., Fotaris, P., Kazanidis, I., Wells, D.: Augmenting the learning experience in primary and secondary school education: A systematic review of recent trends in augmented reality game-based learning. *Virtual Reality*, vol. 23, pp. 329–346 (2018) doi: 10.1007/s10055-018-0347-2
5. Papanastasiou, G., Drigas, A., Skianis, C., Lytras, M., Papanastasiou, E.: Virtual and augmented reality effects on K 12, higher and tertiary education students' twenty first century skills. *Virtual Reality*, vol. 23, pp. 425–436 (2019) doi: /10.1007/s10055-018-0363-2
6. Tsai, C.W.: The applications of augmented reality for universal access in online. *Universal Access in the Information Society*, vol. 18, pp. 217–219 (2019) doi: 10.1007/s10209-017-0589-x
7. Guo, W.: Improving engineering education using augmented reality environment. *Learning and Collaboration Technologies. Design, Development and Technological Innovation*, vol. 10924, pp. 233–242 (2018)
8. Abu, J. A., Gopalan, V., Zulkifli, A. N., Alwi, A.: Design and development of mobile augmented reality for physics experiment. *User science and engineering*. In: Abdullah, N.,

- Wan Adnan, W., Foth, M. (eds) *User Science and Engineering, i-USEr 2018, Communications in Computer and Information Science*, vol. 886, pp. 47–58 (2018) doi: 10.1007/978-981-13-1628-9\_5
9. Lytridis, C., Tsinakos, A.: Evaluation of the ARTutor augmented reality educational platform in tertiary education. *Smart Learning Environments*, vol. 5, pp. 1–15 (2018) doi: 10.1186/s40561-018-0058-x
  10. Ali, L., Ullah, S.: A new framework for easy and efficient augmentation of primary level books. *Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics*, vol. 10850, pp. 311–321 (2018) doi: 10.1007/978-3-319-95270-3\_26
  11. Ierache, J., Mangiarua, N. A., Becerra, M. E., Igarza, S.: Framework for the development of augmented reality applications applied to education games. *Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics*, vol. 10850, pp. 340–350 (2018) doi: 10.1007/978-3-319-95270-3\_28
  12. Guimarães, M. P., Alves, B. C., Durelli, R. S., Guimarães, R. F. R., Dias, D. C.: An approach to developing learning objects with augmented reality content. *Computational Science and Its Applications ICCSA 2018*, vol. 10963, pp. 757–774 (2018) doi: 10.1007/978-3-319-95171-3\_59
  13. O’Shea, P. M., Elliott, J. B.: Augmented reality in education: an exploration and analysis of currently available educational apps. *Immersive Learning Research Network*, vol. 621, pp. 147–159 (2016) doi: 10.1007/978-3-319-41769-1\_12
  14. Khairuddin, AN. A., Redzuan, F., Daud, N. A.: Evaluating students’ emotional response in augmented reality-based mobile learning using kansei engineering. *User Science and Engineering*, vol. 886, pp. 79–89 (2018) doi: 10.1007/978-981-13-1628-9\_8
  15. Irshad, S., Awang, D. R., Muhamad, N. I. A., Mohd, S. R., Omar, Y.: Measuring user experience of mobile augmented reality systems through non-instrumental quality attributes. *User Science and Engineering*, vol. 886, pp. 349–357 (2018) doi: 10.1007/978-981-13-1628-9\_3
  16. Caudell, T. P., Mizell, D. W.: Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. In: *Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences*, vol. 2, pp. 659–669 (1992)