

# Realidad Extendida y Aplicaciones Móviles aplicadas a la Educación y a brindar Información al Ciudadano

María José Abásolo<sup>1,2</sup>, Wilma Gavilanes<sup>3</sup>, Evelyn Del Pezo Izaguirre<sup>4</sup>, Tomas Allisiardi<sup>5</sup>, María José Bouciguez<sup>6</sup>, Graciela Santos<sup>6</sup>, Cesar A. Collazos<sup>7</sup>, Armando De Giusti<sup>1</sup>, Marcelo Naiouf<sup>1</sup>, Patricia Pesado<sup>1</sup>, Cecilia Sanz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> III-LIDI Instituto de Investigación en Informática,  
Facultad de Informática – Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina  
{mjabasolo, degiusti, mnaiouf, ppesado, csanz}@lidi.info.unlp.edu.ar

<sup>2</sup> Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CICPBA), Argentina

<sup>3</sup> Universidad Técnica de Ambato, Ecuador

<sup>4</sup> Universidad del Río, Ecuador

<sup>5</sup> Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional del Centro de la Pcia. de Bs.As., Argentina

<sup>6</sup> Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Pcia. de Bs.As., Argentina

<sup>7</sup> Departamento de Sistemas, Universidad del Cauca, Colombia

## Resumen

La línea de investigación y desarrollo presentada en este artículo realiza actividades de análisis, desarrollo y evaluación de aplicaciones de Realidad Extendida, siendo este un término para englobar en este contexto aplicaciones de Realidad Virtual, Realidad Aumentada, Interfaces Multimodales, Visión por computador. Uno de los principales objetivos es la formación de recursos humanos y el fortalecimiento de la investigación mediante el trabajo intergrupar entre diferentes instituciones nacionales y extranjeras.

**Palabras Clave:** Realidad Extendida, Realidad Aumentada, Realidad Virtual, Interfaces multimodales, Visión por Computador

## Contexto

Las diferentes líneas de investigación están enmarcadas en diversos proyectos:

- Proyecto IDEAS-CICPBA “AMAPAS Aplicaciones Móviles para la Medición de Agentes Peligrosos para el Ambiente y la Salud” (2019-2020) dirigido por M.J.Abásolo.

- Proyecto "Computación de Alto Desempeño: Arquitecturas, Algoritmos,

Métricas de rendimiento y Aplicaciones en HPC, Big Data, Robótica, Señales y Tiempo Real" (2018-2021) acreditado UNLP Programa de Incentivos, dirigido por M. Naiouf.

- Proyecto "Metodologías, técnicas y herramientas de Ingeniería de Software en escenarios híbridos. Mejora de proceso" (2018-2021) acreditado UNLP Programa de Incentivos dirigido por P. Pesado

## Introducción

Desde hace varios años el grupo de investigación III-LIDI se dedica al desarrollo de aplicaciones en las áreas de Visión por Computador, Realidad Aumentada y Realidad Virtual, con resultados publicados en ediciones anteriores de WICC [1-9]. En este artículo se presentan los principales avances alcanzados en esas diferentes líneas de investigación fruto de un trabajo conjunto con investigadores de diferentes instituciones del país en colaboración con el extranjero.

## Realidad Aumentada en Educación Universitaria

El uso de Realidad Aumentada (RA) en educación ha tenido un gran efecto sobre todo por las posibilidades que presenta este recurso

en las aulas de clase. La motivación y el interés del alumnado han sido algunas de las potencialidades que se evidencian dentro del quehacer educativo, según señala Gavilanes et. al. [10] en su resumen de revisiones sobre RA en la educación.

Como una experiencia innovadora en la Universidad Técnica de Ambato en Ecuador se viene trabajando desde el 2018 en el diseño de materiales educativos con RA. Se trabaja con los estudiantes de la carrera de Docencia en Informática quienes son los diseñadores de los recursos. Para ello se implementó la metodología OARA desarrollada por la doctoranda Gavilanes [11][12], compuesta por 4 fases: Estructura de Información, Diseño Multimedia, Ensamblaje-Publicación y Validación. Cada una de las fases determina las acciones necesarias para desarrollar el material educativo, y una vez verificada su funcionalidad se lo publica en un sitio Web.

Los materiales educativos desarrollados son evaluados por los estudiantes consumidores quienes lo revisan y manipulan utilizando sus dispositivos móviles. Se les presenta una encuesta de aceptación tecnológica utilizando el modelo TAM y otra encuesta de validación del diseño. Los resultados alcanzados demuestran que el uso de los materiales educativos con RA desarrollados para la enseñanza universitaria tiene un alto grado de aceptación y motivación. Se determinó una mejora en el rendimiento académico y se analizaron ventajas y desventajas de las herramientas utilizadas para la producción.

### **Aplicaciones móviles y realidad extendida para niños sordos**

La evolución de las tecnologías como el internet, la Realidad Extendida, el uso de los dispositivos móviles, entre otros, se han convertido en elementos claves para el desarrollo de las tareas cotidianas de las personas en el trabajo, la escuela, el hogar, etc.. Sin embargo, hay sectores específicos de la población como los sordos que necesitan que el enfoque de su uso satisfaga en alguna medida sus necesidades de comunicación con

el entorno, más aún cuando se promueve desde los gobiernos no solo mejorar sus condiciones de vida sino también su inclusión en la sociedad.

En una publicación de la doctoranda Del Pezo [13] se evidencia que en relación a la comunidad sorda se utiliza la tecnología móvil, pero muy poca utiliza la realidad extendida (específicamente la RA). Las aplicaciones se presentan más a manera de prototipos y se orientan a satisfacer en primera línea como intérprete la comunicación entre sordos y oyentes antes que para apoyar procesos educativos. Esto, sumado a que en muchos países se promueve la enseñanza de la primera lengua, en sordos la lengua de señas, se encontró que ésta lidera como sistema de comunicación en las aplicaciones encontradas. Los estudios actuales han priorizado la enseñanza a niños en áreas específicas como lenguaje, vocabulario, matemáticas, la misma lengua de señas, entre otras, para de esta manera contribuir a su desarrollo intelectual en el ámbito académico. Estos hallazgos ratifican la importancia de enseñar técnicas complementarias que fortalezcan el proceso de comunicación entre sordos y oyentes, como la lectura labial, la que expertos recomiendan que se fortalezca en edades tempranas. Por esta razón, el interés de próximos estudios está orientado a identificar las metodologías que se aplican en la enseñanza de esta técnica para poder sugerir nuevas opciones de apoyo al proceso educativo utilizando métodos colaborativos y lúdicos a través del uso de la tecnología móvil y extendida.

### **Videojuegos para la enseñanza de la Física**

Las simulaciones, las herramientas de modelado, los mundos virtuales, los laboratorios virtuales y más recientemente los videojuegos, son algunas de las herramientas mediadoras utilizadas en la enseñanza de la Física. Bouciguez et al describen en [14] algunos videojuegos educativos para enseñar

Física y se caracterizan en función de la tecnología que involucra, los aportes y limitaciones al aprendizaje desde una perspectiva constructivista social.

El proceso de desarrollo de un videojuego educativo implica integrar componentes lúdicos, tecnológicos y educativos, lo cual requiere un trabajo articulado y continuo en equipos interdisciplinarios. La doctorando Bouciguez [15] trabajó el desarrollo del videojuego basado en misiones "SpaceEscape: The F.E.M." utilizado para una secuencia didáctica para enseñar la inducción electromagnética.

La jugabilidad educativa se define como el conjunto de propiedades que describen la experiencia del jugador en el entorno de juego, cuyo objetivo principal es proporcionar diversión a la vez de aprendizaje. La evaluación cuantitativa de la jugabilidad se puede realizar gracias a métricas que se basan en el estándar ISO 9126-4:2004 y son procedurales ya que están enfocadas al uso del videojuego y, por lo tanto, a medir la experiencia del jugador durante el proceso de juego con el producto. Al ser las métricas demasiado genéricas, González Sánchez [16] propone como complemento una evaluación cualitativa basada en inspecciones heurísticas, criterios de evaluación y cuestionarios. Las preguntas de los cuestionarios interrogan al jugador sobre su experiencia a la hora de jugar. Las mismas además de ofrecer información sobre qué propiedades de la jugabilidad educativa tienen más relevancia en la experiencia global del juego, permiten identificar qué elementos de un videojuego influyen en mayor o menor medida en ellas, permitiendo mejorar el diseño de dichos elementos.

Considerando lo antes mencionado, este tipo de evaluación adoptada requiere fundamentalmente prueba del videojuego con los jugadores, observación de dichos usuarios y la realización de cuestionarios basados en la jugabilidad educativa. Atendiendo al marco metodológico antes descrito para evaluar la jugabilidad educativa se recogió información que permitiera realizar el análisis cuantitativo

y cualitativo, en tres momentos claves: previo a la prueba con el videojuego se obtiene información sobre el perfil de jugador que tienen los estudiantes; durante la prueba se registran las jugadas de los jugadores-estudiantes mientras utilizan el videojuego; posterior a la prueba se obtiene información brindada por los participantes después de jugar sobre su experiencia con el videojuego.

Los elementos de recolección de datos principales fueron los registros en video y audio, para cuyo análisis se establecieron métricas, y cuestionarios o listas de cuestiones (listas de heurísticas), buscando investigar el grado de cada atributo de jugabilidad para obtener una medida de la experiencia del jugador.

### **Aplicaciones móviles para información de agentes peligrosos para la salud y el ambiente**

Actualmente la sociedad está fuertemente informatizada y emplea dispositivos móviles tanto para lo laboral como para la vida cotidiana, resultando indispensables para el desarrollo de diferentes tareas sin distinción de edades en detrimento de quedar aislados si no hay acceso a estos. El desarrollo de los dispositivos móviles dio lugar al surgimiento de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) móviles, lo cual permitió el crecimiento del mercado de los SIG y los conocimientos específicos del ámbito geográfico y cartográfico, ampliando la posibilidad de creación de datos e información geográfica directamente en campo, para luego ser aplicada y analizada directamente en un SIG de escritorio. Los dispositivos móviles permiten recoger con más precisión cualquier tipo de dato espacial sobre el terreno, al mismo tiempo que facilitan la creación de dicho dato espacial o la edición de uno ya existente en función de lo observado. Se unen en este punto la capacidad del dispositivo para conocer las coordenadas de su localización y las capacidades de las aplicaciones SIG para edición de datos.

Se tiene por objeto brindarles a los ciudadanos información georreferenciada referida a diferentes mediciones ambientales desde una aplicación móvil, de manera que puedan acceder a dicha información de acuerdo a su posicionamiento global. La finalidad última consiste en visualizar los datos tomados mediante una aplicación móvil basada en realidad aumentada, de modo tal que cualquier ciudadano/a pueda acceder a dicha información al enfocar con su cámara su entorno.

En particular, nos hemos centrado en mediciones de radiaciones de alta frecuencia emitidas por las antenas de telecomunicación. Se realizó una comparativa de diferentes aplicaciones móviles disponibles que permitan la entrada de datos georeferenciados. Se seleccionó la aplicación QField<sup>1</sup> como aquella que mejor cumplía con los requerimientos, considerando sus principales características técnicas y el gran alcance de sus herramientas al combinarlas con el software libre QGIS<sup>2</sup>. Se estableció un protocolo de medición de radiaciones electromagnéticas, y se llevó a cabo la toma de datos en diferentes puntos de la ciudad de Tandil a partir de un equipo medidor de radiación electromagnética. Las mediciones fueron georreferenciadas en un SIG móvil con el objetivo de obtener un mapa que refleje dichas mediciones espacialmente. De este mismo modo, se creó una capa que contiene la ubicación de las antenas próximas a los núcleos urbanos.

### Líneas de investigación y desarrollo

- Aplicaciones móviles para brindar información y servicios al ciudadano
- Aplicaciones móviles para enseñanza a niños sordos
- Realidad Aumentada aplicada a la educación universitaria

- VideoJuegos en la enseñanza de las ciencias

### Resultados y Objetivos

- Con el objetivo de formar recursos humanos desde el año 2012 se dicta la carrera de postgrado “Especialización en Computación Gráfica, Imágenes y Visión por Computadora”, Facultad de Informática de la UNLP. (Nº 11.162/12).
- Se realizó un mapa de la ciudad de Tandil donde se ubicaron antenas y mediciones de radiaciones electromagnéticas de alta frecuencia. Por el momento el mapa puede ser visualizado en Google Maps<sup>3</sup>. Se trabaja actualmente en el desarrollo de una aplicación visualizadora de los datos georeferenciados basada en RA.
- Se han desarrollado diversos materiales educativos basados en RA siguiendo la metodología OARA, y se continúa con su evaluación en el ámbito universitario de la Universidad Técnica de Ambato (Ecuador), como parte de una tesis doctoral.
- Se está realizando un relevamiento en centros educativos para niños sordos, en la ciudad de Guayaquil (Ecuador) en base al cual se espera poder definir requerimientos de una aplicación móvil lúdica para la enseñanza de lectura labial, a desarrollarse como parte de una tesis doctoral.
- Se utilizó el videojuego “SpaceEscape: The F.E.M.” en una clase universitaria de la materia de Física II, en la temática inducción electromagnética, y se evaluó la experiencia de 27 alumnos como parte de una tesis doctoral.

### Formación de recursos humanos

El equipo cuenta con un investigador formado trabajando en colaboración, para llevar a cabo la dirección conjunta de tesis doctorales, con

<sup>1</sup> <https://qfield.org/>

<sup>2</sup> <https://www.qgis.org/es/site/>

<sup>3</sup>

<https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=12TAnlxBkzDtwqZ5pMGTrxmr72z-MSZEK>

tres investigadores de universidades nacionales, de España y de Colombia.

Las siguientes diferentes tesis de grado y postgrado se desarrollan en el marco de esta línea de investigación:

- Evelyn Del Pezo I. “Modelo colaborativo y lúdico basado en Aplicaciones Móviles para apoyar la enseñanza de la lectura labial a niños sordos” Director: Abásolo M.J. y Codirector Collazos C.A. (tesis de Doctorado en Ciencias en curso).

- Wilma Gavilanes “Metodología para la evaluación del impacto de experiencias con Realidad aumentada en educación superior” Director: Abásolo M.J. y Codirector J. Cabero (tesis de Doctorado en Ciencias en curso)

- María José Bouciguez “Ambientes virtuales altamente interactivos basados en videojuegos y simulaciones para la educación en ciencias” Directores: Santos, G. y Abásolo, M.J. (tesis de Doctorado en Ciencias, Fac. Inf. de la UNLP, finalizada pendiente de entrega)

- Florencia Puppo “Reconocimiento óptico de caracteres de la etiqueta nutricional de productos alimenticios”. Directores: Abásolo M.J., Ronchetti F. (tesina de grado de Licenciatura en Sistemas en curso)

- Tomás Allisiardi. “Mapa de antenas y mediciones de radiaciones electromagnéticas de alta frecuencia en Tandil” Tutora: Abásolo M.J. (Proyecto de prácticas profesionales de la Tecnicatura en Sistemas de Información Geográfica, UNICEN).

Además, se colabora en la formación de recursos humanos de otras universidades, entre los cuales se enumeran el becario doctoral de Conicet :

- Lucas Benjamin Cicerchia “Detección de enfermedades y falta de nutrientes en cultivos utilizando algoritmos de Active Learning aplicados al sensado remoto” Directores: Claudia Russo (UNNOBA), María José Abásolo (tesis de Doctorado en Ciencias UNLP en curso)

## Referencias

[1] Abásolo M.J., De Giusti A., Naiouf M., Pesado P., Barbieri S., Gavilanes W.,

Mitaritonna A., Vincenzi, M., Bria, O.; Ronchetti, F.; Montero F., Perales López F.; Springer, V. *Aplicaciones de realidad extendida y Aplicaciones Móviles*. XXII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación WICC 2020, RedUNCI, ISBN 978-987-3714-82-5

[2] Abásolo M.J., De Giusti A., Naiouf M., Pesado P., Sanz C., Barbieri S., Boza R., Gavilanes W., Mitaritonna A., Prinsich N., Vincenzi, M., Montero F., Perales López F. *Aplicaciones de realidad virtual, realidad aumentada e interfaces multimodales*. XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación WICC 2019, Universidad Nacional de San Juan, RedUNCI, ISBN 978-987-3619-27-4

[3] Abásolo M.J., Mitaritonna A., Castañeda, S., Sanz C., Boza R., Prinsich N., Silva, T., Rosado, M.; Naiouf, M.; Pesado, P.; De Giusti, A. (2018) *Aplicaciones de visión por computador, realidad aumentada y TVDi*. XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2018, Universidad Nacional del Nordeste). p. 389-395, RedUNCI, ISBN: 978-987-3619-27-4

[4] Abásolo, M.J.; Sanz, C.; Naiouf, M.; De Giusti, A.; Santos, G.; Castro, M.; Bouciguez, M.J. G. (2017) *Realidad Aumentada, Realidad Virtual e Interacción Tangible para la Educación*. XIX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2017), pp. 1312-1316, RedUNCI, ISBN 978-987-42-5143-5

[5] Abásolo, M.; Mitaritonna, A.; Bouciguez, M.; Encina, N.; Vincenzi, M.; De Giusti, A.; Naiouf, M.; Giacomantone, J.; Manresa Yee, C. *Realidad Aumentada, Realidad Virtual, Interfaces Avanzadas y Juegos Educativos*. XVIII Workshop de Investigadores en Ciencia de la Computación (WICC 2016); Concordia, Entre Ríos, RedUNCI, ISBN 978-950-698-377-2

[6] Abásolo, M.; Mitaritonna A.; Encina N.; Vincenzi M.; Borelli L.; De Giusti A.; Naiouf

M.; Giacomantone J. *Realidad Aumentada y Realidad Virtual XVII Workshop de Investigadores en Ciencia de la Computación (WICC 2015)*, RedUNCI, ISBN 978-987-633-134-0

[7] Abásolo, M.; Mitaritonna, A.; Giacomantone, J.; De Giusti, A.; Naiouf, M.; Perales, F.; Manresa, C.; Vénere, M.; García Bauza, C. *Realidad Virtual, Realidad Aumentada y TVDI*. WICC 2014 XVI Workshop De Investigadores en Ciencias de la Computación, RedUNCI, ISBN 978-950-34-1084-4

[8] Manresa-Yee, C.; Abásolo, M.J.; Mas Sansó, R.; Vénere, M.. (2011) *Realidad Virtual, Realidad Aumentada e Interfaces Basadas en Visión*. XV Escuela Internacional de Informática, XVII Congreso Argentino de Ciencia de la Computación CACIC 2011. Editorial EDULP, ISBN 978-950-34-0765-3

[9] Mitaritonna, A., Abásolo, M.; Montero Simaro, F. (2020) *Resumen de tesis: Empoderamiento de la Conciencia Situacional en Operaciones Militares utilizando Realidad Aumentada*. XXII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación WICC 2020, RedUNCI, ISBN 978-987-3714-82-5

[10] Gavilanes, W., Abásolo, M. J., Cuji, B. (2018) “*Realidad Aumentada en la Educación: una Revisión desde la Perspectiva Pedagógica*”, Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015

[11] Gavilanes, W., Cuji, B., Toalombo, O., & Fiallos, J. C. (2021). Augmented Reality as an Academic Training Experience in Higher Education. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 1277, 106–116. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-60467-7\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-030-60467-7_9)

[12] Gavilanes López W.L., Cuji B.R., Salazar Mera J.V., Abásolo M.J. (2020) *Methodology for the Production of Learning Objects Enriched with Augmented Reality by University Students*. In: Auer M., Hortsch H.,

Sethakul P. (eds) *The Impact of the 4th Industrial Revolution on Engineering Education*. ICL 2019. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1134. Springer, Cham.

[13] Del Pezo Izaguirre, E., Abásolo, M. J., & Collazos, C. A. (2020). *Uso de tecnologías móviles y realidad extendida para personas sordas: Una revisión sistemática de la literatura de acceso abierto*. XV Conferencia Latinoamericana de Tecnologías de Aprendizaje.

[14] Bouciguez, M. J.; Santos, G. ;Abásolo, M. J. (2013) *Potencialidad de los videojuegos en el aprendizaje de Física*. Actas de WEFA 2013 I Workshop de Enseñanza de Física en Argentina, Universidad Nacional del Centro de la Pcia. de Bs. As., ISBN 978-950-658-342-2.

[15] Bouciguez, M.J., Braunmüller, M., Bravo, B., Santos, G.y Abásolo, M. J. (2019) *Desarrollo del videojuego “SpaceEscape: The F.E.M.” para una secuencia didáctica de inducción electromagnética*. X Congreso Iberoamericano de Educación Científica Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias en Debate. Montevideo, Uruguay, 25, 26-28 de Marzo del 2019

[16] González Sánchez, J. L. (2010). *Jugabilidad. Caracterización de la experiencia del jugador en videojuegos*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada.