

## Marco de trabajo para la evaluación de usabilidad de objetos de aprendizaje basados en Realidad Aumentada

Lucas G. Kucuk<sup>1</sup>, Jorge Ierache<sup>2</sup>, Gladys Dapozo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Informática, Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones, <sup>1</sup>kucuk@hotmail.es

<sup>2</sup> Grupo de Realidad Aumentada, Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas, Universidad Nacional de la Matanza,

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires, <sup>2</sup>jierache@unlam.edu.ar

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste, <sup>3</sup>gndapozo@exa.unne.edu.ar

### RESUMEN

En el presente artículo se expone una línea de trabajo orientada a evaluar la usabilidad en objetos de aprendizajes basados en realidad aumentada, en la que se abordará el estudio de estándares. El mismo integra el análisis de la aplicación de realidad aumentada en objetos de aprendizaje como soporte pedagógico en escuelas técnicas de la provincia de Misiones. Esto se despliega en una línea de investigación que aborda el desarrollo de un producto software basado en realidad aumentada acorde a estándares de calidad y usabilidad.

### CONTEXTO:

El proyecto se desarrolla en el marco del Trabajo Final de la Maestría en Tecnologías de la Información de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones.

### 1. INTRODUCCIÓN

Según [1] y [2], se manifiesta que la relación existente entre los objetos de aprendizaje basados en RA y la calidad del mismo, vistos como un producto software, permiten analizar si la calidad del producto indicaría mejoras en los índices de usabilidad y en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los usuarios. A partir del análisis de

información referido al tema, se puede afirmar que el objetivo principal de esta línea es definir un marco de trabajo de usabilidad de objetos de aprendizaje basados en realidad aumentada.

#### 1.1. Objetos de Aprendizaje

La revolución tecnológica actual requiere una revolución también en el campo educativo, una transformación más profunda en las prácticas de enseñanza y aprendizaje y no sólo en los materiales educativos. En [1] y [11] se afirma que los docentes corren el riesgo de ofrecer “vino viejo en botella nueva”. Requiere, por tanto, de “pedagogías emergentes” [12] que exploren con éxito las posibilidades que propician las nuevas tecnologías.

#### 1.2. La realidad aumentada como innovación para la enseñanza

En la actualidad, la tecnología ha tomado un rol preponderante en cualquier ámbito. En todos los casos, el tener conocimiento sobre las herramientas tecnológicas que pueden utilizarse en cada campo resulta importante, y hasta incluso, no tenerlo puede ser excluyente. Por ello, resulta un gran reto conseguir que las nuevas propuestas tecnológicas estén al alcance de todas las personas, y a su vez, la interacción con éstas sea lo más natural posible.

En el caso concreto de la RA (desde ahora realidad aumentada) las lecciones extraídas de su aplicación educativa indican que las mejores prácticas responden a un

enfoque pedagógico de legado constructivista, orientado al aprendizaje activo (“learning by doing”), puesto que los alumnos son quienes deciden cómo combinar la información aumentada o cómo interactuar con la simulación virtual. La relación del estudiante con el objeto de aprendizaje no está basada, por tanto, sólo en la consulta de un contenido intelectual sino que implica una experiencia de inmersión en el entorno de aprendizaje [1][2].

La RA se puede definir en base al Reality-Virtuality Continuum presentado por Milgram y Kishino [7], donde se la define como la integración de elementos reales y virtuales, pero considerándola más cercana al mundo real. Es una tecnología que complementa la percepción e interacción con el mundo real y permite al usuario estar en un entorno real aumentado, con información adicional generada por la del entorno real) y la Virtualidad Aumentada (más cerca del entorno virtual).

La RA es posible gracias a diferentes tecnologías que permiten esta experiencia aumentada de la realidad. Para esto, son fundamentales tanto los dispositivos de display utilizados para que el usuario cuente con el entorno aumentado que surge de combinar el mundo real y virtual, como también las técnicas de tracking y registración que, en base a diferentes sensores y mecanismos pueden detectar la posición y orientación de un objeto para situar de manera correcta el contenido virtual sobre el mundo real. Los resultados muestran que esta tecnología impacta positivamente en los estudiantes, ya que los ayuda a vivenciar experimentos que no podrían suceder en un laboratorio real (por ejemplo, la visualización de las moléculas en movimiento).

En [6] se realiza un relevamiento de varios ejemplos de RA aplicados en distintas asignaturas tales como física, química, geografía y matemática, que incluyen además ejemplos de juegos educativos de educación primaria que pueden ser aplicados al nivel educativo secundario. Vinculan estas experiencias de RA con diferentes teorías educativas como el aprendizaje multimedia, la teoría del aprendizaje basado en experiencias y

la teoría de la visión animada. En sus conclusiones afirman que algunas características de diseño de las actividades de RA pueden reducir la carga cognitiva de los estudiantes y permitir interacciones en forma más natural para adquirir el conocimiento disciplinar correspondiente. En [13] se describe el desarrollo e implementación de un framework que se categoriza como objeto de aprendizaje planteado desde la propuesta de un juego de mesa utilizando tecnologías de realidad aumentada, lo cual también afirma haber logrado excelentes resultados desde el punto de vista pedagógico.

Las nuevas tecnologías aportan al campo de la educación aspectos innovadores que suponen una mejora cualitativa en las formas de enseñar y aprender. En particular, el aporte de la Realidad Aumentada (RA) está siendo cada vez más reconocido por los investigadores de la educación, donde se destaca que la coexistencia de objetos virtuales y entornos reales permite a los estudiantes visualizar conceptos abstractos y relaciones espaciales complejas. Esta situación se valora especialmente en el ámbito de la enseñanza de la Informática [8].

Si se analiza los objetos de aprendizaje basados en RA visto como un producto software, es necesario indicar que actualmente se encuentra un espacio intelectual poco estudiado que se refiere a la calidad del mismo, no solo considerando los aspectos técnicos de la calidad de software del objeto, sino también los aspectos consecuentes de la utilización de éstos en la educación.

### **1.3. Usabilidad en aplicaciones de realidad aumentada**

Durante la última década, el avance logrado por los dispositivos móviles ha dado origen a una nueva generación de desarrollo de software, impulsando el crecimiento de aplicaciones específicas y estimulando la creación de un mercado asociado. Sin embargo, a pesar de este avance, la limitante es el acompañamiento de criterios para garantizar la usabilidad y la adaptación de técnicas apropiadas para su evaluación. Si bien se han realizados grandes esfuerzos por

mejorar la recepción y aceptación por parte del usuario, el estudio de la usabilidad está marcado por criterios de evaluación generales, los cuales no se adaptan a las particularidades de contextos de uso específico, como en las aplicaciones de Realidad Aumentada [5] [6].

La escasez de especificaciones que se presentan al realizar una evaluación sobre este contexto, permite investigar y definir una visión alternativa que brinde un aporte significativo en el proceso de evaluación de usabilidad. Uno de los propósitos principales de este trabajo es explotar los conceptos generales definidos en las normas y procedimientos evaluados para obtener un mayor grado de especificación y poder llevar a cabo una evaluación que dé un valor agregado a la hora de medir la usabilidad sobre las aplicaciones del contexto.

## 2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Para lograr los objetivos de este proyecto se proponen las siguientes etapas y objetivos:

- **Definir un marco de trabajo para la evaluación de usabilidad de objetos de aprendizaje basado en realidad aumentada.**

Del relevamiento previo de antecedentes en el tema, se detecta una cantidad significativa de trabajos académicos que exponen el uso de tecnologías de realidad aumentada aplicadas a la educación. En las aulas, los docentes han ratificado sus resultados positivos, por ejemplo en [9] se presenta un estudio en el cual se tomó la opinión de 81 docentes, los resultados muestran que la RA puede ser tomada como una herramienta inclusiva en las aulas, salvo para las personas con discapacidad visual, además se destaca su potencial para conciliar la brecha digital, pero presentando la necesidad de que los docentes tengan conocimientos informáticos básicos para emplearla. Por su parte, en [10] se resalta que por medio de la masificación de los dispositivos móviles y con la web 2.0, los profesores poseen nuevas herramientas para motivar a los estudiantes de

diferentes niveles educativos y en diversos campos de estudio, por ejemplo, se relata en este trabajo, una experiencia educativa con una aplicación móvil llamada “AMBAR” que integra RA para el aprendizaje de idioma inglés [11]. Si bien existen muchos estudios como los mencionados, que indican una mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje, no se define un marco de trabajo que unifique criterios de usabilidad de los objetos de aprendizaje que intervienen.

- **Desarrollo de objetos de aprendizaje basados en realidad aumentada.**

Esta etapa integrará un profundo análisis para el desarrollo de objetos de aprendizajes que involucren la utilización de realidad aumentada y que además se ajuste al marco de trabajo o método definido. Este proceso debe involucrar los requerimientos técnicos y pedagógicos por parte del/los usuario/s que la utilicen y lo que propicie el marco de trabajo propuesto (estándares, mediciones de calidad, criterios de usabilidad, etc).

Considerando que el ambiente de aplicación del marco de trabajo a definirse en este proyecto, así como también la evaluación de usabilidad de objetos de aprendizaje basados en realidad aumentada se dará en el marco de una institución educativa secundaria técnica de la provincia de Misiones, se realizará un estudio de criterios adaptativos al contexto con el fin de determinar la eficiencia y eficacia de las actividades del marco de trabajo propuesto en el proceso de aprendizaje.

- **Validación del marco de trabajo en objetos de aprendizaje.**

Los objetos de aprendizajes serán validados desde un producto software diseñados como soporte pedagógico para docentes y alumnos de la Escuela Provincial de Educación Técnica N° 23, nivel secundario; lo cual requerirá el diseño de intervenciones en dicha institución para la articulación de contenidos curriculares y recopilación de la información

obtenida. Este objetivo integra el análisis de resultados obtenidos a partir de la validación efectuada.

La fase de validez del marco de trabajo en términos de eficiencia y eficacia, y del producto software obtenido, es evaluada desde la combinación de dos modelos de trabajo:

**a) KMbM (Knowledge-based and Model-based Methods).**

Estos se basan en los conocimientos disponibles y no requieren el acceso directo a los usuarios. Por lo que son especialmente útiles cuando no es posible recoger datos directamente de los usuarios. Está subdividido en tres categorías: Evaluación por expertos, evaluación basada en documentos y evaluación basada en modelos (Heuristic Evaluation)[7][13].

**b) DGM (Data Gathering Methods).**

Estos métodos se centran en las formas de recopilar conocimiento sobre las características relevantes de los usuarios, las tareas y el contexto en el que se utilizan los sistemas interactivos. Algunos ejemplos: entrevistas, cuestionarios o “thinking aloud”[13].

El producto software basado en realidad aumentada que se propone en este proyecto, será evaluado en términos de “calidad del producto software”. Mientras que los objetos de aprendizaje obtenidos a partir de él, serán evaluados a partir de “evaluación heurística”[5]. Este tipo de evaluación permite identificar si la facilidad de uso está ligada a la satisfacción del usuario. También permite analizar que la consecución rápida de objetivos está ligada a la efectividad, para este caso, se refiere a objetivos de aprendizaje. Finalmente, la utilización de recursos es una característica que este tipo de evaluación permite evaluar para obtener la eficiencia.

### 3. RESULTADOS OBTENIDOS/ ESPERADOS

Si bien el proyecto se encuentra en sus etapas iniciales, actualmente se ha realizado un relevamiento bibliográfico respecto a modelos de usabilidad utilizados y aplicables en objetos de aprendizaje basados en realidad aumentada.

Así también, se encuentra en desarrollo una aplicación como objeto de aprendizaje basado en RA, bajo plataforma Vuforia Developer Portal en conjunto con Android Studio, teniendo en cuenta los estudios anteriormente citados y los métodos DGM (Data Gathering Methods) [3] y KMbM (Knowledge-based and Model-based Methods)[6][13].

La contribución más novedosa es que el marco de trabajo permite el intercambio de roles entre usuarios adaptando la usabilidad del producto a la necesidad de aprendizaje.

El resultado esperado es formalizar el marco de trabajo mediante el desarrollo de la aplicación basada en realidad aumentada que posibilite el acceso a objetos de aprendizaje, además de la validación de la usabilidad con usuarios (docentes y estudiantes) pertenecientes a una escuela de formación técnica de nivel secundario de la provincia de Misiones.

La validación, pruebas de ejecución y recopilación de información sobre los resultados de la usabilidad de los objetos de aprendizajes basados en realidad aumentada y aplicación del marco de trabajo definido se realizará en la Escuela Provincial de Educación Técnica N° 23 de la provincia de Misiones, con alumnos y docentes desde el primer año hasta el sexto con orientación en electromecánica. Se ha seleccionado esta escuela, debido a que esta propuesta puede extenderse a toda la formación técnica de la provincia y es un área sin precedentes de aplicación de esta tecnología.

### 4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

En esta línea de trabajo participan los directores, docentes investigadores de la Universidad Nacional de La Matanza y la Universidad Nacional del Nordeste, con antecedentes de investigación en los temas que

se abordan. El desarrollo del proyecto será realizado por un estudiante de la Maestría en Tecnologías de la Información de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Jorge Martín-Gutiérrez, José Luís Saorín, Manuel Contero, Mariano Alcañiz, David C. Pérez-López, y Mario Ortega. Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students. *Computers & Graphics*, 34(1), pp.77-91, 2010. ISSN 0097- 8493.
- [2] Ángela Di Serio, María Blanca Ibáñez, y Carlos Delgado Kloos. Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68(0), 586-596, 2013. ISSN 0360-1315.
- [3] T.G. Kirner, F.M.V. Reis, y C. Kirner. Development of an interactive book with augmented reality for teaching and learning geometric shapes. En 7th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI 2012), pp. 1-6, 2012.
- [4] Natali Salazar Mesía, Cecilia Sanz, Gladys Gorga, Experiencia de enseñanza de programación con Realidad Aumentada, Actas de las XXII Jenui. Almería, 6-8 de julio 2016, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Buenos Aires, Argentina ISBN: 978-84-16642-30-4 Páginas: 213-220.
- [5] MEDINA, Guillermo Pablo; GIRARDI, Hernán. Análisis de usabilidad de aplicaciones de realidad aumentada en dispositivos móviles: un procedimiento para la medición y evaluación. 2013. Tesis Doctoral. Facultad de Informática.
- [6] Marc Ericson C. Santos, Angie Chen y Takafumi Taketomi. Augmented Reality Learning Experiences: Survey of Prototype Design and Evaluation 2014. *IEEE Transactions On Learning Technologies*, vol. 7, no. 1, pp. 38-56, marzo de 2014.
- [7] Paul Milgram, Haruo Takemura, Akira Utsumi, Fumio Kishino. Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. 1994. *Telemanipulator and Telepresence Technologies*, 2351, pp. 282-292.
- [8] Rana M. Tamim, Robert M. Bernard, Eugene Borokhovski, Philip C. Abrami y Richard F. Schmid. What Forty Years of Research Says about the Impact of Technology on Learning a Second-Order Meta-Analysis and Validation Study. *Review of Educational Research*, marzo de 2011, Vol. 81, No. 1, pp. 4-28.
- [9] V. Díaz Marín, "Posibilidades de uso de la Realidad Aumentada en la educación inclusiva. Estudio de caso," *ENSAYOS. Rev. la Fac. Educ. Albacete*, vol. 31, no. 2, pp. 57-67, 2016.
- [10] M. Morales Hernández, C. Benitez Quecha, D. Silva Martinez, M. Altamirano Cabrera, and H. Mendoza Gómez, "Aplicación móvil para el aprendizaje del inglés utilizando realidad aumentada," *Rev. Iberoam. Prod. Académica y Gestión Educ.*, 2015
- [11] KNOBEL, Michele; LANKSHEAR, Colin (ed.). *DIY media: Creating, sharing and learning with new technologies*. Peter Lang, 2010.
- [12] ADELL, Jordi; CASTAÑEDA, Linda. Tecnologías emergentes, ¿ pedagogías emergentes. *Tendencias emergentes en educación con TIC*, 2012, p. 13-32.
- [13] Ierache J., Mangiarua N., Bevacqua S., Becerra M., Verdicchio N., Duarte N., Sanz D., Ortiz F, Igarza S. 2014. "Herramienta de Realidad Aumentada para facilitar la enseñanza en contextos educativos mediante el uso de las TICs". *Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software*, 1(1): 1-3, ISSN 2314-264