

## **Puesta en valor de un simulador de entrenamiento mediante la incorporación de experiencia inmersiva y analíticas de aprendizaje**

Franco Lanzillotta<sup>1</sup>, Stella Maris Massa<sup>2</sup>, Adolfo Tomás Spinelli<sup>3</sup>

Grupo de Investigación en Tecnologías Interactivas

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata

[1flanzi@fi.mdp.edu.ar](mailto:flanzi@fi.mdp.edu.ar), [2smassa@fi.mdp.edu.ar](mailto:smassa@fi.mdp.edu.ar), [3spinelliadolfo@fi.mdp.edu.ar](mailto:spinelliadolfo@fi.mdp.edu.ar)

### **RESUMEN**

Los simuladores de entrenamiento son utilizados para generar entornos simulados que imitan la realidad en mayor o menor medida, a través de los cuales los usuarios pueden entrenar distintas habilidades y adquirir nuevos conocimientos. De esta manera, posibilita capacitar sin incurrir en costos operativos y sin los riesgos inherentes del escenario real. Pero la evaluación del aprendizaje y de las habilidades adquiridas durante la simulación está lejos de ser sencilla y pide métodos y modelos adicionales que produzcan evaluaciones válidas y evidencias de aprendizaje, lo que requiere datos adicionales de los aprendices.

En este marco, se ha propuesto llevar a cabo la puesta en valor de un simulador de entrenamiento para el uso de artillería antiaérea, incorporando mejoras en la simulación para aumentar la experiencia inmersiva, conjuntamente con la medición de datos y presentación de informes. Este sistema deberá inspeccionar cómo interactúa cada aprendiz con el simulador, almacenando información detallada y generando informes sobre las interacciones y los cambios en el estado interno de la simulación para un análisis posterior. De esta manera, permitirá al instructor evaluar objetivamente el desempeño del aprendiz, además de poder medir su progreso a lo largo de las sesiones de entrenamiento.

**Palabras clave:** Serious Games, Simuladores, Interacción Persona-Computadora, Analíticas de Aprendizaje.

### **CONTEXTO**

Lo reportado en este artículo forma parte del Trabajo Final de Grado de Franco Lanzillotta, estudiante avanzado de la carrera Ingeniería en Informática de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP). Este trabajo se enmarca en el proyecto “Analíticas de Aprendizaje en Simuladores de Entrenamiento”, el cual forma parte de la beca de investigación del estudiante. Su directora, la Dra. Stella Maris Massa, es también la directora del Grupo de Investigación en Tecnologías Interactivas, en el cual se desarrolla este proyecto.

Este plan articula con el Proyecto de Investigación 15/G521 (2018-2019): “Modelos y herramientas para el proceso de desarrollo de serious games”, Facultad de Ingeniería, UNMDP. El objetivo general de este proyecto es: “Proponer un Proceso de Elicitación para Serious Games en donde se combine el contexto y el perfil de usuario para mejorar tanto la experiencia del juego como la educativa”. En particular, uno de los objetivos específicos es: “Construir una solución de software que proporcione información sobre el aprendizaje de los estudiantes en un Serious Game para realizar Analíticas de Aprendizaje.”.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los simuladores son definidos por Vidal-Gomel y Fauquet-Alekhine [1] como “artefactos que simulan (parcial o completamente) la operación o el comportamiento de un sistema técnico, un equipamiento o un fenómeno natural”. Estos sistemas son utilizados para generar entornos simulados que imitan la realidad en mayor o menor medida, a través de los cuales los usuarios pueden entrenar distintas habilidades y adquirir nuevos conocimientos [2].

Los Simuladores de Entrenamiento (TS) se utilizan especialmente cuando es necesario que los usuarios puedan controlar o manipular sistemas complejos [3]. Su principal ventaja es el hecho de que su uso elimina los costos que conlleva capacitar en un escenario real y los riesgos inherentes a la actividad que se desea entrenar [4].

El uso de TS puede verse ampliamente difundido en muchas áreas en la actualidad, tales como el adiestramiento militar, el entrenamiento civil y las aplicaciones comerciales [5]. Otro ejemplo es el ámbito médico, en el cual se ha reducido el riesgo asociado con errores humanos y se ha incrementado la seguridad de los pacientes a través de la capacitación con TS [6].

Coincidiendo con Zyda [7], los TS pueden ser analizados como un caso particular de Serious Games (SG), debido a que la interacción del usuario con el entorno simulado genera una alta inmersión sensorial. Por otro lado, de acuerdo a la definición de SG que brinda el autor, lo que los separa de los videojuegos tradicionales es el hecho de que hacen uso del entretenimiento como medio para formar a sus usuarios en diversos ámbitos. Por lo tanto, los estudios realizados en esta temática pueden ser aprovechados para el desarrollo de TS.

Una etapa muy importante del entrenamiento basado en simulación es la de retroalimentación, momento en el cual tanto los aprendices como sus instructores pueden analizar los puntos fuertes y los aspectos a mejorar de las actividades realizadas [2]. Para llevar a cabo esta tarea, hacen falta herramientas que brinden información a partir de la cual se pueda evaluar el desempeño del aprendiz.

Las LA han sido definidas en el marco de la International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK '11) como “la medida, colección, análisis y presentación de datos sobre los aprendices y su contexto, con el propósito de comprender y optimizar el aprendizaje y los entornos en los que se produce”. Esta definición ha sido ampliada por Ferguson [8], quien ha añadido que las LA hacen uso de datos preexistentes que pueden ser leídos por una computadora y que las técnicas empleadas permiten el manejo de grandes conjuntos de datos, los cuales no podrían ser tratados de forma manual.

Tal como señalan Westera, Nadolski y Hummel [9], el análisis de los datos del desempeño de los aprendices en los SG posee dos diferentes etapas. En la primera, se analiza la información recopilada de cada usuario individualmente, con el fin de mejorar y personalizar su interacción con el sistema. En la segunda etapa, se trabaja con los datos de una población de jugadores para así poder evaluar y mejorar el videojuego en sí mismo.

De acuerdo con Baalsrud Hauge et al. [10], los tipos de datos a emplear en estas dos etapas son muy similares. Debido a esto, resulta imprescindible tener en cuenta la integración de las LA desde la etapa de diseño de los SG. La recomendación de estos autores es definir e incluir en el sistema una capa que se encargue de traducir las acciones de los usuarios en

información relevante para medir el comportamiento del jugador dentro del SG, para poder así analizar el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje de acuerdo a los criterios de evaluación.

El Modelo de Proceso de Desarrollo para Serious Games (MPDSG) [11] es una metodología para la construcción de Serious Games desarrollada por el Grupo de Investigación en Tecnologías Interactivas (GTI) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata. El MPDSG resulta de la combinación del Modelo de Proceso para el desarrollo de Objetos de Aprendizaje (MPOBA) [12], el modelo de Líneas de Producción de Software (LPS) [13] y el Diseño Centrado en el Usuario (DCU) [14].

El MPDSG propone un proceso de desarrollo iterativo en el cual se involucran a los distintos expertos que se encuentran relacionados con la producción del SG. En cada ciclo de este proceso se realiza una etapa de especificación, destinada a establecer los requerimientos y las características del producto. En esta etapa pueden identificarse tres fases [15]:

- **Elicitación:** se obtienen los requerimientos del videojuego, los cuales han de ser redactados de forma comprensible y no ambigua.
- **Especificación:** se elaboran, en base a los requerimientos, los documentos que describen el videojuego que se ha de desarrollar.
- **Validación:** los expertos involucrados validan los requerimientos obtenidos y los documentos redactados.

Los escenarios de Leite et al. [16] son una herramienta utilizada para realizar la descripción de los requerimientos del videojuego de forma clara y concisa en lenguaje natural. Estos

escenarios cuentan las acciones que pueden ocurrir dentro del videojuego, cuáles son los sujetos y objetos involucrados, qué cambios de estado pueden sufrir estos y cómo ocurren.

De acuerdo con lo desarrollado por Spinelli et al. [17], cuando se trata de un SG en el cual se van a implementar LA, resulta esencial definir el conjunto de habilidades a ser adquiridas por los aprendices a través de la extracción del conocimiento de los expertos. Luego, se deben relacionar con los escenarios construidos y, finalmente, determinar las variables a partir de las cuales se permite medir el alcance de estas habilidades. Todos estos elementos y relaciones debe ser validados por el juicio de los expertos y ajustarse a lo largo de las iteraciones del proceso de desarrollo.

## 2. LINEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Las principales líneas de investigación que se abordan en este proyecto son:

- Serious Games
- Simuladores de entrenamiento
- Analíticas de aprendizaje

## 3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

El objetivo general del proyecto es llevar a cabo la puesta en valor de un simulador de entrenamiento para el uso de artillería antiaérea, incorporando mejoras en la simulación para aumentar la experiencia inmersiva, conjuntamente con la medición de datos y presentación de informes que permitan realizar una evaluación objetiva del desempeño del aprendiz.

En ese marco se establecieron los siguientes objetivos específicos:

- Analizar herramientas disponibles para el desarrollo de simuladores de entrenamiento.
- Identificar información relevante del proceso de aprendizaje de los aprendices sobre la base de sus datos de interacción en el simulador de entrenamiento.
- Construir una solución que proporcione información sobre el aprendizaje de los aprendices en el simulador de entrenamiento para poder realizar analíticas de aprendizaje.

Se ha llevado a cabo la elicitación del simulador propuesto a través de entrevistas a los expertos, los cuales fueron clasificados de acuerdo a su conocimiento del dominio. A partir de las entrevistas realizadas, se confeccionaron los escenarios de Leite para describir los requerimientos del simulador. También, se determinaron las habilidades a ser adquiridas por los aprendices a través de las sesiones de simulación. A cada una de estas habilidades se le asociaron distintas variables que permitan cuantificar el desempeño de los aprendices, para que pueda ser evaluado por sus instructores. A lo largo de las iteraciones del proceso de desarrollo, todos estos elementos fueron validados con los expertos con el fin de garantizar que el producto resultante cumpla con sus expectativas y necesidades. Actualmente, se está finalizando la fase de producción con la puesta en marcha del sistema, el cual continuará siendo probado mientras es utilizado, para así poder corregir sus errores, ajustarlo y mejorarlo.

#### 4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

El estudiante Franco Lanzillotta se encuentra realizando su Trabajo Final de Grado de la carrera Ingeniería en Informática de la Facultad de Ingeniería de la UNMDP, paralelamente con

la Beca de Investigación de Estudiante Avanzado de la misma universidad, siendo la Dra. Stella Maris Massa directora de ambos proyectos, mientras que el Ing. Adolfo Tomás Spinelli es co-director del Trabajo Final de Grado.

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Vidal-Gomel, C. y Fauquet-Alekhine, P. (2016). Reflections and theoretical contributions regarding trainers' practice and simulation. *Simulation Training: Fundamentals and Applications – Improving professional practice through simulation training*, Springer, Cham, pp. 1–29.
- [2] Vázquez-Mata, G., Guillamer Lloveras, A. (2009). El entrenamiento basado en la simulación como innovación imprescindible en la formación médica. *Educación Médica*, vol. 12, no. 3, pp. 149–145.
- [3] Drews, F. A. y Bakdash, J. Z. (2013). *Simulation Training in Health Care. Reviews of Human Factors and Ergonomics*, vol. 8, no. 1, pp. 191–234.
- [4] Lechtaler, A. C., Blanc, C. F., Carden, M. L., Köhler, A., Polak, A. G. y Señorino, J. M. (2015). *Simulación Inmersiva con Realidad Aumentada. XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC)*, Salta, Salta, Argentina.
- [5] Camarasa, D. A. y Bianchi, O. M. (2012). *Desarrollo de Software de Simulación Inmersiva para Fracciones Heterogéneas. XIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC)*, Posadas, Misiones, Argentina.

- [6] Luciano, C., Banerjee, P. y DeFanti, T. (2009). Haptics-based virtual reality periodontal training simulator. *Virtual Reality*, vol. 13, no. 2, pp. 69–85.
- [7] Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, vol. 38, no. 9, pp. 25–32.
- [8] Ferguson, R. (2012). Learning analytics: drivers, developments and challenges. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, vol. 4 no. 5/6, pp. 304–317.
- [9] Westera, W., Nadolski, R., Hummel, H. (2014). Serious Gaming Analytics: What Students Log Files Tell Us about Gaming and Learning. *International Journal of Serious Games*, vol. 1 no. 2, pp. 35–50.
- [10] Baalsrud Hauge, J., Berta, R., Fiucci, G., Fernández Manjón, B. (2014). Implications of learning analytics for serious game design. *Proceedings of the 14th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, Athens, Greece, pp. 230–232.
- [11] Evans, F., Spinelli, A., Zapirain, E., Massa, S. M., Soriano, F. (2016). Proceso de desarrollo de Serious Games. Diseño centrado en el usuario, jugabilidad e inmersión. III Congreso Argentino de Ingeniería (CADI) – IX Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería (CAEDI), Resistencia, Chaco, Argentina.
- [12] Massa, S. M. (2013). *Objetos de Aprendizaje: Metodología de Desarrollo y Evaluación de Calidad*. Tesis Doctoral, Facultad de Informática, UNLP, La Plata.
- [13] Clements, P., Northrop, L. M. (2002). *Software Product Lines: Practices and Patterns*. Addison-Wesley.
- [14] Hassan Montero, Y., Ortega Santamaría, S. (2009). Informe APEI sobre usabilidad. Informe APEI 3.
- [15] Spinelli, A. T., Massa, S. M. (2018). Elicitación en Serious Game. Congreso Bienal IEEE ARGENCON 2018, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.
- [16] Leite, J. C. S. P., Haddad, G. D. S., Doorn, J. H. y Kaplan, G. N. (2000). A Scenario Construction Process. *Requirement Engineering*, vol. 5, no. 1, pp. 38-61.
- [17] Spinelli, A. T., Massa, S. M., Rico, C., Kühn, F. (2018) Diseño de Serious Games. Requerimientos del Juego – Competencias y Habilidades. XX Encuentro Internacional VirtualEduca, Buenos Aires, Argentina.