

Modelos de desarrollo de serious games Las analíticas de aprendizaje e inteligencia artificial

Stella Maris Massa¹, Lucrecia Ethel Moro, Gustavo Bacino, Guccione Leonel, Hernán Hinojal, Adolfo Spinelli, Esteban Zapirain, Carlos Rico, Franco David Kühn y Franco Lanzillota.

¹Facultad de Ingeniería/ Universidad Nacional de Mar del Plata/Argentina
(7600) Av. Juan B. Justo 4302, +54-223-4816600
smassa4@gmail.com, lucreciamoro@gmail.com, gustavobacino@gmail.com,
leonel.guccione@gmail.com, hinojal@fi.mdp.edu.ar, spinelliadolfo@gmail.com,
estebanzapirain@gmail.com, carlos@fi.mdp.edu.ar, fdkuhn@gmail.com,
franco.lanzi96@gmail.com

RESUMEN

En este trabajo se presenta el proyecto de investigación, continuación de uno anterior denominado: “El Proceso de Desarrollo de Serious Games. Modelos, herramientas y Analíticas de Aprendizaje”, en el cual se amplía el alcance de la interacción entre el jugador (estudiante) y el Serious Game (SG), aportando una retroalimentación basada en las métricas que arrojan las Analíticas de Aprendizaje (AA) del desempeño logrado durante el desarrollo del juego. Con la posibilidad de procesar grandes volúmenes de datos, los sistemas de recomendación, son un enfoque práctico para proporcionar la información más adecuada al usuario en función de su comportamiento y contexto.

Este proyecto tiene como objetivo construir un marco teórico-práctico para la incorporación de recomendaciones en un SG a partir de las métricas de evaluación obtenidas de las AA.

Nuestra propuesta en este proyecto, se enfoca en adaptar y refinar el SG utilizando técnicas de Inteligencia Artificial y mejorando el análisis de los procesos relacionados con el aprendizaje.

Se combinan tres tendencias principales en la investigación del aprendizaje con tecnologías: Serious Games, Analíticas de Aprendizaje e Inteligencia Artificial (IA).

Palabras clave: Modelos de desarrollo, Analíticas de Aprendizaje, Inteligencia Artificial, Serious Games.

CONTEXTO

En el presente proyecto, continuación del anterior: “El Proceso de desarrollo de Serious Games. Modelos, Herramientas y Analíticas de Aprendizaje” (15/G585), se profundiza el proceso de análisis de los resultados arrojados mediante AA, en un SG, para la obtención de métricas relacionadas con el desempeño (estudiante /aprendiz y docente/instructor), en los diversos contextos de aplicación como defensa, atención médica, educación, gestión de emergencias, planificación urbana e ingeniería.

En el mismo, se amplía el alcance de la interacción entre el jugador y el SG aportando una retroalimentación al docente (instructor) y al estudiante (aprendiz) basada en las métricas de la performance o desempeño logrado en el desarrollo del juego.

INTRODUCCIÓN

El aporte de los videojuegos al aprendizaje se ve evidenciado en muchos aspectos. Los jugadores aprenden a obtener información de múltiples fuentes, a tomar decisiones rápidamente, a deducir las reglas del juego, a crear estrategias para superar obstáculos, a experimentar y comprender sistemas complejos y a trabajar colaborativamente [1].

Estas ventajas hacen de los SG una gran oportunidad para enseñar distintas habilidades y situaciones del mundo real. El objetivo final de un SG es la diversión, inmersión y aprendizaje. Si bien el propósito de todo proceso conducente a formar o entrenar en algún aspecto es el aprendizaje, la diversión, como sinónimo de esparcimiento, es un aspecto que debe estar presente en un SG precisamente porque su propio nombre lleva incorporada la palabra juego (en lo que parece un oxímoron, por aquello de juego serio). Si bien su objetivo principal no es el entretenimiento, esto no significa que los SG no puedan contener esa característica [2].

Un caso particular de SG son los Simuladores de Entrenamiento (TS), los cuales son especialmente utilizados en aquellos dominios donde se requiere que las personas manipulen o controlen sistemas complejos [3]. Estos simuladores están siendo ampliamente utilizados en diversos ámbitos, como el adiestramiento militar, el entrenamiento civil y las aplicaciones comerciales [4].

Actualmente, las AA resultan de mucho interés a la hora de obtener resultados cuantitativos respecto del desempeño de los estudiantes o aprendices. Si bien su inclusión dentro de los SG se encuentra en constante crecimiento, aún se ha trabajado poco sobre su uso puntual en los TS.

Las AA tienen su origen en los conceptos de inteligencia empresarial, el uso de datos en una empresa para facilitar la toma de decisiones. Estas ideas han sido apropiadas por los ámbitos educativos con el objetivo de brindar nuevas herramientas que permitan comprender y optimizar el aprendizaje, así como los entornos en los que este tiene lugar [5].

Hershkovitz et al. [6] señalan que las AA han tenido un enorme progreso en los últimos años, debido a que se han ido incorporando métodos estadísticos avanzados y técnicas de aprendizaje automático. Esto ha permitido que se puedan capturar y analizar una mayor cantidad de datos, así como también ha

mejorado la calidad de la información que se obtiene como resultado de dichos análisis.

En proyectos anteriores [7 - 9] hemos investigado la integración de las AA en los SG y desarrollado la elicitación de los objetivos pedagógicos y los elementos básicos de jugabilidad e inmersión de un SG [10]. Se han definido los requerimientos del mismo y las habilidades a ser desarrolladas por los estudiantes, conjuntamente con las variables y eventos relacionados con ellas [11]. Finalmente, se ha concluido en el desarrollo de SG a los cuales se le han incorporado AA para poder obtener información relevante del proceso de aprendizaje de los estudiantes [12].

Se trabajó con la metodología de Kitchenham [13] para el desarrollo de una revisión sistemática de la literatura en relación a la integración de AA en TS. A partir de los artículos hallados, se ha comprobado que, si bien la temática se encuentra en crecimiento, aún no existe mucha información disponible y son pocos los desarrollos que se han realizado [14].

En el caso de los TS, la evaluación del aprendizaje y de las habilidades adquiridas durante la simulación es una tarea muy compleja. Por lo tanto, hacen falta métodos que permitan recopilar y analizar los datos resultantes de las interacciones de los aprendices, para poder así medir su desempeño y producir evidencias válidas del aprendizaje.

En este marco, se propuso llevar a cabo la puesta en valor de un TS para el uso de artillería antiaérea, incorporando mejoras en la simulación con el fin de aumentar la experiencia inmersiva, conjuntamente con la medición de datos y presentación de informes. Este sistema inspecciona 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, a partir de la integración de las AA en el TS. De esta manera, permite al

instructor evaluar objetivamente el desempeño del aprendiz, además de poder medir su progreso a lo largo de las sesiones de entrenamiento [15]. Como casos de estudio, podemos mencionar los trabajos realizados y publicados por integrantes de este Grupo de investigación (Grupo de investigación en tecnologías interactivas, GTI): [16 – 17].

Estas características están alineadas con las tendencias claves, los desafíos y los desarrollos importantes en tecnología educativa propuestos en el informe anual Horizon (2021) para educación superior [18]. Dicho informe incluye "seis tecnologías pronosticadas como importantes para la enseñanza, el aprendizaje y la investigación creativa en el futuro". A corto plazo estas son: inteligencia artificial (IA), modelos de cursos mixtos e híbridos, analítica del aprendizaje, micro-credenciales, recursos educativos abiertos (REA) y calidad en el aprendizaje en línea.

Ya el informe anual Horizon 2012, señalaba a las AA como uno de los campos a tener en cuenta a mediano plazo, definiéndolas como "el análisis de una amplia variedad de datos producidos por estudiantes, con el objetivo de evaluar su progreso académico, predecir sus futuros resultados e identificar riesgos potenciales" [19].

Riedel, Essa & Bowen [20], en su publicación de EDUCAUSE definieron la IA como "sistemas informáticos que realizan tareas que generalmente se cree que requieren procesos cognitivos humanos y capacidades de toma de decisiones", y esa definición todavía parece adecuada.

Si bien la pandemia del Covid-19 ha detenido prácticamente a industrias enteras, la IA parece haber podido mantener su progreso a un ritmo casi vertiginoso, y el peligro de otro "invierno de la IA" parece remoto. Según el Índice de IA de 2021, el progreso en el procesamiento del lenguaje natural ha sido tan rápido que los avances técnicos han comenzado a superar los puntos de referencia

para probarlos. La IA ha avanzado hacia el "aprendizaje autosupervisado".

Tal como indica Alonso-Fernández [21], la manera particular en que se obtengan los datos determinará profundamente las posibilidades tanto en el análisis como en la visualización, ya que implicará la cantidad de información que se recibirá y la riqueza de la misma.

Las visualizaciones de resultados también deben ajustarse a las necesidades de los diferentes agentes involucrados, estudiantes y docentes, como parte del uso educativo del juego, así como para desarrolladores o gestores, que estarían más interesados en el correcto funcionamiento del juego, pero también desean conocer si éste está cumpliendo con los objetivos de aprendizaje previstos.

Con la posibilidad de procesar grandes volúmenes de datos (big data, minería de datos educativos, AA), los sistemas de recomendación son un enfoque práctico para proporcionar la información más adecuada al usuario en función de su comportamiento y contexto.

Duval [22] introdujo las recomendaciones como una solución "para lidiar con la paradoja de la elección". La retroalimentación tiene el potencial de apoyar el rendimiento académico, promover la motivación, el aprendizaje auto-supervisado y la autoeficacia de los estudiantes, con la finalidad de acortar la brecha entre su desempeño actual y el deseado por ellos [23].

Tal como señalan Westera, Nadolski y Hummel [24], el análisis de los datos del desempeño de los estudiantes/aprendices en los SG posee dos diferentes etapas. En la primera, se analiza la información recopilada de cada usuario individualmente durante el juego (mediante las AA), con el fin de mejorar y personalizar su interacción con el sistema. En la segunda etapa, posterior al juego, se trabaja con la información obtenida de las AA para adaptar el SG generando nuevas intervenciones que contribuyan a

mejorar el aprendizaje. Nuestra propuesta en este proyecto, se enfoca en adaptar y refinar el SG utilizando técnicas de IA, mejorando el análisis de los procesos relacionados con el aprendizaje en el SG.

En ese marco, se establecen los siguientes objetivos específicos:

- Consolidar y estandarizar las actividades que conforman el proceso de incorporación de Analíticas de Aprendizaje en los Serious Games.
- Sistematizar el proceso de generación de reportes que visualicen la información relevante del proceso de aprendizaje de los estudiantes sobre la base de sus datos de interacción en Serious Games.
- Diseñar e implementar un sistema adaptativo en los Serious Games incorporando recomendaciones mediante técnicas de Inteligencia Artificial a partir de las Analíticas de Aprendizaje.
- Desarrollar un trabajo de campo en el que se analizará la viabilidad y posibilidades del Proceso de integración de recomendaciones en Serious Games.

La mayoría de las publicaciones en el ámbito de la línea de investigación que abordamos están enfocadas en la implementación de estas tecnologías en el ámbito educativo, pero las soluciones propuestas son varias, sin encontrarse lineamientos generales más allá de la definición de las propias AA.

Sistematizar los procesos de producción de SG, particularmente la selección de estrategias para extraer información relevante del proceso de aprendizaje del jugador/estudiante, contribuirá con la difusión de buenas prácticas en un sector en expansión y permitirá la apertura de líneas de investigación mediante la elaboración de un marco de referencia sobre metodologías y tecnologías emergentes.

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

La formación de recursos humanos se considera un aspecto imprescindible e insoslayable. Integrantes del proyecto se encuentran desarrollando y dirigiendo seis tesis de postgrado, en el marco del proyecto de investigación, correspondientes al Doctorado en Humanidades y Artes- Mención Ciencias de la Educación (UNR); al Doctorado en Modelado y Simulación Computacional (UNMdP); a la Maestría en Ingeniería de Software (UNLP) y a la Especialización en Docencia Universitaria (UNMdP).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *Computers in Entertainment (CIE)*, 1(1), pp. 21–21.
- [2] Massa, S.M. (2017). Serious Games y aprendizaje. Nuevos desafíos educativos en Massa, S.M. y Bacino, G.A. (comp.), *Videjuegos en Serio. Creando Serious Games para aprender jugando*, pp. 11-26. Mar del Plata, Argentina: Universidad Nacional de Mar del Plata.
- [3] Drews, F. A. & Bakdash, J. Z. (2013). Simulation Training in Health Care. *Reviews of Human Factors and Ergonomics*, 8(1), pp.191–234.
- [4] 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.
- [5] Ferguson, R. & Shum, S. B. (2012). Social learning analytics: Five Approaches, LAK '12: Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge, 2012, pp. 23–33.
- [6] Hershkovitz, A., Knight, S., Dawson, S., Jovanovic, J. & Gasevic, D. (2016). About 'learning' and 'analytics'. *Journal of Learning Analytics*, 2(3), pp. 1–5.
- [7] Massa, S.M. y Kühn, F. (2018). Analíticas de Aprendizaje para Serious Games. XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC), Corrientes, Corrientes, Argentina, 2018.
- [8] Kühn, F. y Massa, S.M. (2018). Learning Analytics in Serious Games: a systematic review of literature. IEEE ARGENCON 2018 Congress, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.

- [9] Massa, S. M., Moro, L., Bacino, G., Pirro, A., Evans, F., Hinojal, H., Spinelli, A., Zapirain, E., Rico, C., Kühn, F. y Lanzillotta, F. (2020). El proceso de desarrollo de Serious Games Modelos, herramientas y analíticas de aprendizaje. WICC 2020, XXII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. El Calafate, Santa Cruz, Argentina. Universidad Nacional de la Patagonia Austral. RedUnci. Publicado en Actas, 878-882, 2020. ISBN 978-987-3714-82-5.
- [10] Spinelli A. y Massa, S. M. (2018). Elicitation in Serious Game. IEEE ARGENCON 2018 Congress, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.
- [11] Spinelli, A., Massa, S.M., Rico ,C. y Kühn F. (2018). Diseño de Serious Games. Requerimientos del Juego – Competencias y Habilidades. XX Encuentro Internacional Virtual Educa, Buenos Aires, Argentina, 2018.
- [12] Kühn, F. (2019). Juegos Serios y Analíticas de Aprendizaje: Implementación en el entorno educativo. Trabajo Final de Grado, Facultad de Ingeniería, UNMDP, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.
- [13] Kitchenham, B. (2004). Procedures for Performing Systematic Reviews. Joint Technical Report. Keele University TR/SE-0401 and NICTA 0400011T.1.
- [14] Lanzillotta, F., Massa, S.M. y Spinelli, A. (2020). Learning analytics in training simulators: a systematic review of literature. IEEE ARGENCON 2020. Resistencia, Chaco, Argentina, Publicado en Actas, 1-872, 2020. DOI:10.1109/ARGENCON49523.2020.9505456.
- [15] Lanzillotta, F. (2020). Puesta en valor de un simulador de entrenamiento mediante la incorporación de experiencia inmersiva y analíticas de aprendizaje. Trabajo Final de Grado, Facultad de Ingeniería, UNMDP, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.
- [16] Fantini, L.M., Spinelli, A.T. y Kühn, F. (2021). Juegos serios en el proceso de aprendizaje de lectoescritura. Encuentro Argentino y Latinoamericano de Ingeniería. 5° Congreso Argentino de Ingeniería. (CADI). 11° Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería (CAEDI). 3° Congreso Latinoamericano de Ingeniería (CLADI). Buenos Aires, Argentina.
- [17] Zapirain, E., Kühn, F., Agüero, M., Pieroni, A. y Echeverría Luchini, L. (2021). Diseño de un juego serio como herramienta de revitalización cultural. Encuentro Argentino y Latinoamericano de Ingeniería. 5° Congreso Argentino de Ingeniería. (CADI). 11° Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería (CAEDI). 3° Congreso Latinoamericano de Ingeniería (CLADI). Buenos Aires, Argentina.
- [18] Pelletier, K., Brown, M., Brooks, D., McCormack, M., Reeves, J., Arbino, N., Bozkurt, A., Crawford, S., Czerniewicz, L., Gibson, R., Linder, L., Mason, J. & Mondelli, V. (2021). EDUCAUSE Horizon Report 2021. Teaching and Learning Edition (Boulder, CO: EDUCAUSE, 2021).
- [19] Johnson, L., Adams Becker, S. & Cummins, M. (2012). NMC Horizon Report: 2012 K-12 Edition. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- [20] Riedel, K., Essa, A & Bowen, K. (2017). 7 Things You Should Know. About Artificial Intelligence in Teaching and Learning. EDUCAUSE Learning Initiative (ELI).
- [21] Alonso-Fernández, C. (2016). Gaming learning analytics for serious games. Trabajo fin de Grado. Facultad de Informática. Universidad Complutense de Madrid.
- [22] Duval, E. (2011). Attention please! Learning analytics for visualization and recommendation. Proceedings of the 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK '11), Banff, AB, Canada (pp. 9–17). New York: ACM.
- [23] Gajardo Muñoz, C. (2019). Falta de eficacia en la retroalimentación en el proceso evaluativo de los estudiantes. Tesis de grado Magister, Facultad de Educación, Universidad del Desarrollo, Chile.
- [24] Westera, W., Nadolski, R. y Hummel, H. (2014). Serious Gaming Analytics: What Students Log Files Tell Us about Gaming and Learning. International Journal of Serious Games, 1(2), pp. 35–50.