

Inteligencia Artificial y Videojuegos: Una alianza problemática

Federico Peinado Gil
Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España

Resumen

La intersección entre la inteligencia artificial y los videojuegos narrativos lleva décadas prometiendo transformar radicalmente la experiencia de los jugadores, aunque en la práctica no terminamos de ver los frutos de esa ansiada colaboración. La tecnología ofrece la capacidad de generar mundos virtuales, situaciones dinámicas donde la historia evoluciona de manera única para cada jugador, creando una experiencia personalizada. Los algoritmos de aprendizaje automático y procesamiento del lenguaje natural permiten que los personajes no jugables respondan de manera más realista y fluida a las acciones y comunicaciones del jugador, mejorando la inmersión y la interactividad. Además, la inteligencia artificial puede ser utilizada para diseñar complejas tramas narrativas, ofreciendo múltiples caminos y desenlaces posibles, permitiendo a los personajes ejecutar complejos planes, tomar sofisticadas decisiones y realizar sorprendentes movimientos. Sin embargo, como demuestran varios años de investigación en el campo, la propia naturaleza del videojuego como medio artístico antepone la expresividad del medio y la subjetividad de la experiencia a la eficacia en la resolución de problemas, de modo que a menudo la informática presenta serias dificultades -analizadas en esta investigación- para intervenir en los procesos de innovación que afrontan tanto los videojuegos comerciales de grandes editoriales como los de productoras independientes.

Palabras clave

narración interactiva; experiencia; diseño de videojuegos; inteligencia artificial generativa

1. Introducción

El interés en aplicar la Inteligencia Artificial (IA) a los videojuegos ha existido prácticamente desde los inicios de este medio de expresión, siendo especialmente notorio en el ámbito de la academia a partir del simposio en Inteligencia Narrativa que la Asociación Americana de Inteligencia Artificial celebró en 1999 (Mateas y Sengers, 1999), aunque habían existido proyectos anteriores.

Teóricamente los avances en IA facilitan la generación procedimental (automática o semiautomática) de mundos virtuales, representados de manera textual o incluso gráfica, donde los jugadores pueden interactuar entre sí a través de sus avatares y con otros personajes controlados por el propio sistema. La novedad de la IA estaría en su capacidad de responder a esas interacciones, haciendo avanzar una historia coherente y a la vez adaptada a los intereses explícitos o implícitos de los jugadores. Para ello se presupone al sistema cierta capacidad de conocimiento y razonamiento, sentido común, gestión afectiva, procesamiento de lenguaje natural, incluso competencia en el diseño lúdico y narrativo.

La IA en el videojuego narrativo permitiría jugar historias con variantes y desenlaces casi infinitos, siempre acordes a las decisiones que toma el jugador pero a la vez ajustadas a las guías que los diseñadores del título hayan establecido, de modo que esto suponga para ellos el menos esfuerzo posible.

En este artículo revisamos brevemente lo ocurrido durante en estos últimos 25 años, explicamos el tipo de proyectos de investigación que nuestro grupo de investigación está realizando actualmente, valorando algunos resultados preliminares y discutimos los problemas de fondo por los cuales esa transformación profunda de la experiencia de juego que buscamos aún no ha llegado a producirse.

2. Estado de la cuestión

La informática y el videojuego son fenómenos profundamente relacionados, ya que fue el nacimiento de las computadoras el que permitió que el juego de sobremesa o incluso el juego electrónico evolucionar al introducir un sistema capaz de automatizar su lógica y unos dispositivos capaces de representar su mundo y permitirnos actuar sobre él.

Sin embargo en este trabajo no abordamos la relación histórica (ej. el ajedrez como juego clave en los inicios de la IA) o la relación temática (ej. títulos como *Portal* (Valve, 2007) donde aparecen robots inteligentes), ni nos preguntamos por la capacidad de la IA de jugar videojuegos (Vinyals et al., 2019) sino que nos interesa el uso de la IA como herramienta para desarrollar una nueva generación de videojuegos.

Para poner en contexto la investigación, vamos a exponer ciertas nociones y contenidos, estructurando la sección en tres partes. En la primera hablaremos sobre el concepto de IA y cómo ha sido su evolución en las últimas décadas. En la segunda se presenta la evolución de los videojuegos y el concepto de videojuego narrativo que manejamos en este artículo. Finalmente en la tercera parte revisamos los proyectos que han tratado de aplicar la IA a la generación procedimental de videojuegos narrativos.

1.1. Inteligencia artificial

La IA es un campo de la Informática que se enfoca en crear sistemas que pueden realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana. A la hora de definir lo que es IA y lo que no, se habla de que existe una "frontera móvil", en relación a la naturaleza cambiante del término del tiempo debido al desarrollo tecnológico: a menudo lo que se consideraba un logro de la IA en el pasado es visto como una funcionalidad "trivial" de ordenadores personales y teléfonos móviles en el presente. Por ello, para etiquetar propiamente como IA a un sistema, este debe abordar problemas "difíciles" para la tecnología informática del momento pero "asequibles" en cierto sentido para el ser humano.

La historia de la IA se remonta a los años 50, cuando pioneros como Alan Turing y John McCarthy comenzaron a explorar la posibilidad de crear máquinas inteligentes. En las décadas siguientes, los enfoques simbólicos, que se basaban en reglas y símbolos para representar el conocimiento y el razonamiento, dominaron el campo. Estos enfoques llevaron al desarrollo de sistemas expertos y lenguajes de programación declarativos.

Los enfoques simbólicos enfrentaron serias limitaciones en el manejo de la complejidad y la incertidumbre del mundo real. Esto condujo al surgimiento de enfoques subsimbólicos, como las redes neuronales artificiales, inspiradas originalmente en la estructura y el funcionamiento del cerebro humano, aunque más cercanas actualmente al modelado estadístico. Estos enfoques permitieron avances significativos en áreas como el reconocimiento de patrones y el aprendizaje automático.

En la actualidad, uno de los hitos más destacados de la IA son los llamados "Transformadores". Introducida por primera vez en 2017, esta arquitectura revolucionó el procesamiento del lenguaje natural al generar, mediante técnicas de aprendizaje profundo y un enorme volumen de entrenamiento sobre textos de todo tipo, modelos como BERT (Devlin et al., 2019) o GPT (Brown et al., 2020). A los modelos generados con estos sistemas se les conoce como grandes modelos del lenguaje (LLMs, de Large Language Models). Estos modelos han alcanzado un gran rendimiento en una variedad de tareas lingüísticas, facilitando la comprensión del lenguaje humano por parte de las máquinas, y hoy día se trabaja con tecnologías similares para desarrollar modelos de IA generativa capaces de elaborar textos, imágenes, videos, etc. con una asombrosa coherencia interna.

1.2. Videojuegos

Los videojuegos por su parte han evolucionado mucho desde sus primitivos comienzos en los años 50 y 60, cuando los primeros juegos electrónicos como *Spacewar!* (Russell et al., 1962) aparecieron en los laboratorios de investigación. A medida que la tecnología avanzaba, también lo hacían los mundos virtuales de estos juegos, creciendo tanto en complejidad como en inmersión.

Primero con las consolas de videojuegos en los años 70 y luego con los microordenadores en los 80, los jugadores pudieron disfrutar de títulos más elaborados en sus hogares, impulsando la popularidad del fenómeno a nivel social.

En los años 90 la tecnología detrás de los videojuegos siguió avanzando, con mejoras muy destacadas en los apartados multimedia (gráficos, sonidos y cantidad de contenido), pero también en materia de jugabilidad y narrativa.

Utilizando una definición muy abierta del término podemos considerar como “videojuegos narrativos” a aquellos que se preocupan de contar historias razonablemente complejas en las que está involucrado el jugador, a menudo ofreciéndole decisiones que afectan al curso de la trama. Serían narrativos desde el pionero de la ficción interactiva *Adventure* (Robinett, 1979) al más reciente juego de rol *The Witcher 3: Wild Hunt* (CD Projekt Red, 2015), pasando por obras como el juego de acción táctica *Metal Gear Solid* (Kojima, 1998).

Las historias épicas con tramas intrincadas, momentos emocionales y personajes memorables siguen siendo fundamentales en los videojuegos narrativos de hoy día. Aunque lo más interesante desde el punto de vista de la generación procedimental son esas ramificaciones, potencialmente infinitas, que una historia puede tener gracias a la agencia que concedamos al jugador, y cuya producción “manual” es sumamente costosa y puede quedar oculta si el jugador decide explorar el espacio narrativo de una manera distinta a la prevista.

El diseñador de videojuegos, y en particular el diseñador narrativo, es quien habitualmente construye esas historias, al menos en sus aspectos ramificados e interactivos, sirviéndose para ello de las herramientas tecnológicas o no que tenga a su alcance.

1.3. Inteligencia artificial para videojuegos

La IA suele ser costosa en términos computacionales, lo que puede limitar su implementación en máquinas como videoconsolas o dispositivos móviles. Además en el ámbito de los videojuegos es necesario responder en tiempo real y de manera muy flexible a las acciones del jugador, e incluso a veces puede ser conveniente aprender con el tiempo, lo cual limita el tipo de algoritmos o técnicas a utilizar.

Si para que un sistema sea considerado IA debe abordar un problema difícil para una máquina pero factible para la inteligencia humana, el trabajo del diseñador humano y el de esa IA pueden verse en “competencia” desde el punto de vista de la producción, a la hora de desarrollar un videojuego. Por un lado ambos, diseñador e IA, tienen el objetivo de conseguir comportamientos interesantes en el juego, pero del primero se espera “humor y espejos” (Millington, 2019), soluciones creativas pero no necesariamente tecnológicas ni costosas para lograrlo, mientras que de la segunda se esperan algoritmos complejos, herramientas sofisticadas y un proceso exigente de pruebas y control de calidad. No es extraño que en la práctica a día de hoy todavía la industria prefiera esas soluciones de autoría humana, más controladas y predecibles, a dejar la producción en manos de la IA generativa. Demasiada autonomía puede llevar a situaciones impredecibles o incoherentes en la narrativa del juego, mientras que demasiado control puede limitar la sensación de libertad y exploración que caracteriza a muchos juegos narrativos.

En la actualidad lo habitual para implementar el comportamiento de los personajes no jugadores del juego o para generar procedimentalmente contenido jugable o narrativo es recurrir a técnicas informáticas más básicas (como comportamientos de dirección, mallas de navegación, árboles de decisión, scripting *ad hoc*, máquinas de estado o árboles de

comportamiento). Varias décadas atrás estas técnicas posiblemente fueron IA, y de hecho la industria del videojuego sigue considerándolas “IA para videojuegos” (Millington, 2019), pero desde el punto de vista del desarrollo informático son soluciones bien conocidas y fiables que otorgan bastante control al diseñador humano pero también proporcionan suficiente “emergencia” en el comportamiento (Salen y Zimmerman, 2004), permitiendo que este se adapte al amplio rango de situaciones que pueden producirse en un videojuego moderno.

Algunas técnicas son menos convencionales y, aunque también llevan décadas en uso, está más aceptado que las consideremos IA. Un ejemplo sería la planificación automática, aplicada especialmente en juegos de estrategia y de rol, usando paradigmas como GOAP (Goal-Oriented Action Planning) utilizado en videojuegos comerciales (Orkin, 2006). Otro similar sería los sistemas de reglas (Gruenewoldt et al., 2005), muy relacionados con sistemas expertos e incluso con lógica probabilista en ocasiones.

Un gran hito de esta IA algo menos convencional aplicada a videojuegos, aunque sea un título algo más experimental, fue *Façade* (Mateas y Stern, 2003), que proponía una “obra de teatro” interactiva sobre un matrimonio en crisis en la que los personajes no jugadores eran capaces de comprender el lenguaje natural que expresaba por escrito el jugador y tomar decisiones ajustándose a distintos marcos sociales que se dan en una conversación íntima con amigos. Muchos proyectos similares, combinando diseños arriesgados con técnicas sofisticadas de IA, surgieron en la comunidad científica del llamado Interactive Digital Storytelling. La hipótesis de trabajo de buena parte de esta comunidad es que la IA puede diseñar complejas tramas narrativas o gestionarlas en ejecución al menos, ofreciendo múltiples caminos y desenlaces posibles al juego, permitiendo a los personajes ejecutar complejos planes y tomar decisiones en las que intervengan factores narrativos.

Finalmente, el aprendizaje automático ha supuesto otro hito relativamente reciente en el desarrollo de videojuegos. Los algoritmos genéticos y sobre todo el aprendizaje por refuerzo y el aprendizaje profundo (Skinner y Walmsley, 2019) usando distintas arquitecturas de redes neuronales artificiales mencionadas en el apartado anterior se están utilizando cada vez más en la industria del videojuego. Si la IA ofrece la capacidad de generar mundos virtuales, situaciones dinámicas donde la historia evoluciona de manera única para cada jugador, con estos algoritmos y la mejora en las capacidades de procesamiento del lenguaje natural, los personajes no jugadores deberían ser capaces de reaccionar de manera más realista y fluida a las acciones y comunicaciones del jugador, mejorando la inmersión y la interactividad.

Las mayores expectativas están puestas actualmente en la “revolución” que supuestamente va a traer a la industria del videojuego el uso habitual de los LLMs. Este trabajo se centra precisamente en identificar las razones por las cuales todavía no vemos los frutos de esa tecnología en los productos disponibles actualmente y por las que seguramente estamos aún lejos de que el mero progreso tecnológico, aunque sea de una magnitud y relevancia como este, resuelva este “conflicto” entre el trabajo del diseñador y la misión de la IA, conflicto que las técnicas de “IA más convencional” hacen la labor de paliar actualmente.

3. Objetivos y metodología

El objetivo de este artículo es analizar las dificultades que enfrenta la IA al intentar intervenir en los procesos de desarrollo e innovación de los videojuegos narrativos.

Para abordar este objetivo, se ha comenzado con un repaso de la literatura existente en el campo de la IA y los videojuegos, que ha sido resumido en la sección anterior.

Después, en lugar de plantear un experimento puntual, se analizan los resultados de varios estudios que han sido realizados durante este último curso académico en el contexto del Proyecto de Investigación Nacional AITools4Games (PID2021-123368OB-I00). Algunos de estos estudios forman parte de Trabajos de Fin de Grado (TFGs), concretamente los de dos alumnos de la Facultad de Informática, y de Tesis Doctorales en marcha, concretamente el de una doctorando de primer año.

Por otro lado también se han aprovechado las prácticas de la asignatura “Inteligencia Artificial para Videojuegos” del Grado en Desarrollo de Videojuegos de la Universidad Complutense de Madrid, durante el segundo cuatrimestre del curso académico 2023-2024, para tener un mayor número de sujetos (40 alumnos de tercer curso). Se han realizado con ellos las pruebas deseadas para obtener evidencias sobre cómo es la relación entre los desarrolladores de videojuegos y las tecnologías de IA.

En concreto este grupo más amplio de alumnos han recibido formación “convencional” en IA para Videojuegos durante tres meses, realizando prácticas en Unity para familiarizarse con dicha tecnología, y después han tenido un mes más para realizar un proyecto de tema libre en el que se les animaba a explorar e ir más allá en las técnicas de IA que podían aplicar.

4. Resultados y discusión

En esta sección presentamos los resultados obtenidos en los estudios mencionados anteriormente y a continuación los discutimos tratando de interpretar lo observado.

4.1. Resultados

En el caso del primer TFG (Fernández y Peinado, 2024) se ha elaborado un marco de desarrollo para personajes no jugadores en videojuegos basado en la planificación jerárquica de redes de tareas. El objetivo de este estudio era tratar de ofrecer un modelo flexible que permita a los diseñadores de videojuegos elegir entre un enfoque más proactivo o reactivo para sus personajes, pudiendo combinar ambos dinámicamente según la situación, trabajando sobre la tecnología que tenemos actualmente pero yendo un paso más allá.

En el caso de la tesis doctoral (González y Peinado, 2024), se analiza la capacidad de los modelos de lenguaje como ChatGPT para desempeñar el papel de un director de juegos de rol, comparándola con expertos humanos. El experimento realizado evalúa la habilidad de ambos para narrar historias, presentar desafíos y aplicar reglas en situaciones típicas, para identificar los aspectos en los que estos LLM pueden “competir” con la creatividad humana.

En el caso del segundo TFG (Sánchez, González y Peinado, 2024) vamos un paso más allá con el uso de LLMs como ChatGPT, tratando de generar eventos y conversaciones en historias interactivas para videojuegos narrativos. Se ha desarrollado un juego de aventuras *point&click* en Unity donde los sucesos se generan dinámicamente a partir de un material inicial, con la participación de un jugador humano y el control indirecto de ChatGPT para responder a las interacciones del jugador.

Y finalmente en el caso de los proyectos libres de la asignatura de “Inteligencia Artificial para Videojuegos”, se han categorizado según dos criterios. El primer criterio es *si proponen o no* al menos el “esqueleto” de un videojuego narrativo, en un sentido muy amplio; por ejemplo, aventuras en primera persona, RPGs, roguelikes, simuladores sociales, o juegos de acción y sigilo, o acción y terror. El segundo criterio es *si utilizan o no* alguna técnica de IA que vaya más allá de lo convencional y visto en las prácticas; por ejemplo lógica difusa, algoritmos de generación procedimental de contenido o técnicas de coordinación entre personajes no jugadores. Algoritmos de movimiento, variantes de las máquinas de estado o los árboles de comportamiento y técnicas como los *smart objects* se han considerado convencionales

Resumimos la naturaleza de los trabajos presentados en la siguiente tabla:

Tabla 1- Proyectos de tema libre presentados por los alumnos en “Inteligencia Artificial para Videojuegos”

No narrativo Convencional	Narrativo Convencional	No narrativo No convencional	Narrativo No convencional	No apto o sin acceso	Total
6	14	6	7	7	40

4.2. Discusión

Tras varios años de investigación en el campo, y aunque nosotros hayamos trabajando siempre desde un enfoque tecnológico, parece evidente que la naturaleza del videojuego como medio artístico antepone la expresividad del medio y la subjetividad de la experiencia a la eficacia en la resolución de problemas. Al final y al cabo lo que busca en un videojuego no es un comportamiento realista sino creíble, comportamientos de apariencia satisfactoria que tampoco pueden ser abiertamente incoherentes ni absurdos. Es por esto que a menudo la IA presenta serias dificultades para integrarse con éxito en los sistemas tanto de videojuegos comerciales de grandes editoriales como de productoras independientes, y en cierta medida los estudios realizados ofrecen algunas razones para ello.

En el caso del primer TFG pudimos comprobar cómo los avances en tecnología de IA en videojuegos son siempre muy graduales. Hay muchas cuestiones de usabilidad que están en juego y es necesario que los desarrolladores se familiaricen con las nuevas herramientas, incluso aunque estas no sean muy disruptivas.

En el caso de la tesis doctoral, aparentemente LLMs como ChatGPT sí consiguen generar texto bastante similar al que produce un humano. Pero en el estudio asociado al segundo TFG quedó patente que si extendemos el ámbito a la generación procedimental de contenido para videojuegos, las alucinaciones e incoherencias propios de estos sistemas en el estadio

actual de la tecnología hacen inviable imaginar estos modelos integrados en videojuegos comerciales, ya que es necesario un nivel de coherencia importante a la hora de orquestar todos los eventos y las conversaciones de un videojuego, por onírico y abierto que quiera ser el trasfondo.

Finalmente, en el caso de los proyectos libres de la asignatura de IA para videojuegos, queda claro que -sin existir ningún requisito al respecto- la mayoría de los alumnos están interesados en aplicar técnicas de IA a videojuegos que pueden considerarse narrativos. Sin embargo, a pesar de que explícitamente se les fuerce a utilizar técnicas no convencionales, la mayoría sigue recurriendo a ellas por la dificultad que supone salirse del “terreno conocido”, la complejidad de implementación de estas técnicas, su poca fiabilidad (principalmente el tiempo que requieren para testeo es mayor) y por la dificultad de encontrar planteamientos que integren diseño e IA de maneras novedosas.

Las técnicas convencionales de IA (que fuera del contexto de los videojuegos ni siquiera son hoy día consideradas como IA) siguen siendo la opción predilecta para resolver problemas asociados al comportamiento inteligente en toda clase de videojuegos, sean narrativos o no. Se percibe un claro interés por ir más allá en el comportamiento de personajes no jugadores (enemigos, acompañantes y figurantes), pero la alianza entre IA y videojuegos sigue siendo una cuestión problemática.

5. Conclusiones

La integración de la IA en los videojuegos, particularmente en los videojuegos narrativos, ha evolucionado considerablemente en las últimas décadas, aunque aún enfrenta desafíos significativos. Desde los primeros intentos de utilizar la IA para generar mundos virtuales y personajes que interactúan de manera coherente con los jugadores, se han realizado avances notables en áreas como el procesamiento del lenguaje natural y la generación de contenido procedimental. Sin embargo, la tecnología actual, a pesar de su sofisticación, todavía no puede ofrecer el nivel de coherencia y flexibilidad necesarios para reemplazar o complementar de manera eficiente el trabajo de los diseñadores humanos en la creación de experiencias narrativas complejas, en combinación con las herramientas de “IA convencional” con que contamos a día de hoy.

El análisis de diversos estudios recientes, realizados en el marco del Proyecto de Investigación Nacional AITools4Games, revela que las tecnologías actuales de IA, incluyendo los LLMs, presentan limitaciones significativas en su aplicación práctica a los videojuegos. Mientras que estos modelos pueden generar texto y responder de manera similar a un humano en contextos limitados, su capacidad para manejar la generación procedimental de eventos y diálogos en juegos narrativos es insuficiente debido a problemas de coherencia y fiabilidad. Los desarrolladores de videojuegos continúan prefiriendo herramientas convencionales de IA que, aunque menos avanzadas, ofrecen mayor control y predictibilidad, lo cual es crucial para mantener la calidad del producto final.

Los resultados de la investigación también indican que hay un interés creciente entre los desarrolladores en explorar técnicas avanzadas de IA para mejorar la interactividad y realismo en los videojuegos narrativos. No obstante, la complejidad de implementar estas técnicas, junto con el tiempo extensivo requerido para pruebas y ajustes, sigue siendo un

obstáculo importante. A pesar del entusiasmo y los progresos graduales, la alianza entre la IA y el diseño de videojuegos enfrenta una serie de desafíos que deben ser superados para alcanzar una integración más profunda y efectiva en la industria del entretenimiento digital.

6. Referencias

- Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., Neelakantan, A., Shyam, P., Sastry, G., Askell, A., Agarwal, S., Herbert-Voss, A., Krueger, G., Henighan, T., Child, R., Ramesh, A., Ziegler, D. M., Wu, J., Winter, C., Hesse, C., Chen, M., Sigler, E., Litwin, M., Gray, S., Chess, B., Clark, J., Berner, C., McCandlish, S., Radford, A., Sutskever, I., Amodei, D. (2020). Language models are few-shot learners. *34th International Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS)*. Curran Associates Inc., Red Hook, NY, USA, 159, 1877–1901.
- CD Projekt Red. (2015). *The Witcher 3: Wild Hunt* [Video game]. CD Projekt.
- Devlin, J., Chang, M.W., Lee, K., Toutanova, K. (2019) BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. North American Chapter of the Association for Computational Linguistics (NAACL-HLT), 1, 4171-4186.
- Fernández, I., Peinado, F. (2024) Towards a Non-Player Character Framework based on Automatic Planning and Hierarchical Task Networks. *III Congreso Español de Videojuegos (CEV)*, dentro del *VII Congreso Español De Informática (CEDI)*. Del 17 al 12 de junio de 2024, A Coruña, España. CEUR Workshop Proceedings.
- González, I., Peinado, F. (2024) Evaluating Skills in Game Mastering Role-Playing Games between ChatGPT and Human Experts. *III Congreso Español de Videojuegos (CEV)*, dentro del *VII Congreso Español De Informática (CEDI)*. Del 17 al 12 de junio de 2024, A Coruña, España. CEUR Workshop Proceedings.
- Gruenewoldt, L., Katchabaw, M., Danton, S. (2005). Creating reactive non player character artificial intelligence in modern video games. In *Proceedings of the 2005 GameOn North America Conference*.
- Kojima, H. (1998). *Metal Gear Solid* [Video game]. Konami.
- Mateas, M., Sengers, P. (1999) *AAAI 1999 Fall Symposium on Narrative Intelligence*. November 5-7, 1999. North Falmouth, Massachusetts.
<http://www.cs.cmu.edu/~michaelm/narrative.html>
- Mateas, M., Stern, A. (2003). *Facade: An Experiment in Building a Fully-Realized Interactive Drama*. *Game Developers Conference*, San Jose.
<http://www.interactivestory.net/papers/MateasSternGDC03.pdf>
- Millington, I. (2019). *Artificial Intelligence for Games* (3rd ed.). CRC Press.
- Orkin, J. (2006). *Three States and a Plan: The A.I. of F.E.A.R.* Game Developer Conference.

- Robinett, W. (1979). Adventure [Video game]. Atari, Inc.
- Russell, S., Graetz, M., Wiitanen, W. (1962). Spacewar! [Video game]. MIT.
- Salen, K., Zimmerman, E. (2004). *Rules of Play: Game Design Fundamentals*. MIT Press.
- Sánchez, A., González, I., Peinado, F. (2024) Indirect Control of an Oneiric Graphic Adventure through Multiple Specialized Instances of ChatGPT. *III Congreso Español de Videojuegos (CEV)*, dentro del *VII Congreso Español De Informática (CEDI)*. Del 17 al 12 de junio de 2024, A Coruña, España. CEUR Workshop Proceedings.
- Skinner, G., Walmsley, T. (2019) Artificial Intelligence and Deep Learning in Video Games A Brief Review. *IEEE 4th International Conference on Computer and Communication Systems (ICCCS)*, Singapore, pp. 404-408.
- Valve (2007) Portal (PC version) [Video game]. Valve Corporation.
- Vinyals, O., Babuschkin, I., Czarnecki, W. M., Mathieu, M., Dudzik, A., Chung, J., Choi, D. H., Powell, R., Ewalds, T., Georgiev, P., Oh, J., Horgan, D., Kroiss, M., Danihelka, I., Huang, A., Sifre, L., Cai, T., Agapiou, J. P., Jaderberg, M., Vezhnevets, A. S., Leblond, R., Pohlen, T., Dalibard, V., Budden, D., Sulsky, Y., Molloy, J., Paine, T. L., Gulcehre, C., Wang, Z., Pfaff, T., Wu, Y., Ring, R., Yogatama, D., Wünsch, D., McKinney, K., Smith, O., Schaul, T., Lillicrap, T., Kavukcuoglu, K., Hassabis, D., Apps, C., Silver, D. (2019) Grandmaster level in StarCraft II using multi-agent reinforcement learning. *Nature* 575, 350–354. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1724-z>

7. Agradecimientos

El autor desea hacer constar que este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (PID2021-123368OB-I00) y la Universidad Complutense de Madrid (Grupos 921330 y 921332).