



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática

Estudio del uso de la IA Generativa en videojuegos

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Informática

AUTOR/A: Aroca Cusi, Esther

Tutor/a: Abad Cerdá, Francisco José

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica  
Superior d'Enginyeria  
Informàtica

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica  
Universitat Politècnica de València

# USO DE LA IA GENERATIVA EN VIDEOJUEGOS

Trabajo Fin de Grado

**Grado en Ingeniería Informática**

**Autor:** Esther Aroca Cusi

**Tutor:** Francisco José Abad Cerdá

2023/2024



# Resumen

---

Este trabajo de investigación propone un análisis de los algoritmos de inteligencia artificial (IA) utilizados en videojuegos, incluyendo la IA generativa y sistemas basados en LLM (modelo grande de lenguaje). La IA en los videojuegos desempeña un papel crucial en la creación de experiencias de juego inmersivas y desafiantes. Sin embargo, la efectividad y eficiencia de los algoritmos de IA pueden variar significativamente según el contexto del juego y las decisiones de diseño del desarrollador. Este estudio se centra en examinar y comparar los algoritmos de IA empleados en diferentes tipos de juegos, incluyendo la integración de IA generativa para la creación dinámica de contenido y sistemas de diálogo basados en LLM para la interacción con personajes no jugadores (NPC).

**Palabras clave:** integer, blandit, pharetra, urna, id.

# Abstract

---

This bachelor thesis analyzes the Artificial Intelligence (AI) algorithms used in video games, including generative AI and Large Language Model (LLM). AI in video games plays a crucial role in creating immersive and challenging experiences for players. However, the effectiveness and efficiency of AI algorithms can vary significantly depending on the game context and the developer's design decisions. This study focuses on examining and comparing AI algorithms used in different types of games, including the integration of generative AI for dynamic content creation and LLM-based dialogue systems for interaction with Non Playable Characters (NPCs).

**Keywords :** Artificial Intelligence, video games, algorithms, generative AI, Large Language Models, comparative analysis, user experience.





# Tabla de contenidos

---

Tabla de contenidos .....	5
Índice de figuras .....	7
<hr/>	
1. Introducción .....	8
1.1. Motivación .....	10
1.2. Objetivos .....	11
1.3. Estructura de la memoria .....	12
2. Estado del arte .....	13
2.1. Evolución de la IA en videojuegos .....	13
2.1.1. Características de la IA en videojuegos .....	14
2.1.2. Primeros juegos con IA.....	14
2.1.3. Evolución de la IA en videojuegos .....	16
2.2. IA Generativa .....	18
2.2.1. ¿Cómo funciona la inteligencia artificial generativa?.....	18
2.2.2. Ejemplos de la inteligencia artificial generativa .....	19
2.2.3. Riesgos de la inteligencia artificial generativa.....	20
2.3. Sistemas basados en LLM .....	21
2.3.1. Usos de LLM .....	21
2.3.2. Ventajas de LLM.....	22
3. La IA aplicada a Videojuegos.....	23
3.1. Inteligencia Artificial en los Videojuegos .....	23
3.2. Tipos de IA utilizados .....	25
3.2.1. IA Basada en reglas .....	25
3.2.2. Aprendizaje supervisado y no supervisado .....	31
3.2.3. Aprendizaje por refuerzo.....	34
3.2.4. Aprendizaje profundo y Redes Neuronales.....	37
3.3. Aplicaciones de la IA en videojuegos .....	40
3.3.1. Personajes No Jugables (PNJ) .....	40
3.3.1.1. IA para la creación de NPC .....	41
3.3.1.2. Nvidia y el futuro de los NPC .....	44
3.3.2. Generación procedural de contenido .....	44
3.3.3. Dificultad adaptativa .....	47
4. Estudio de caso .....	50



4.1.	Façade .....	50
4.1.1.	El Procesamiento del Lenguaje Natural .....	52
4.1.2.	Arquitectura .....	53
4.1.3.	Mundo narrativo e interfaz 3D.....	54
4.1.4.	Agentes y el lenguaje ABL.....	55
4.1.5.	Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN) .....	56
4.1.6.	Drama Manager.....	57
4.2.	AI Dungeon .....	59
4.2.1.	¿Qué es AI Dungeon? .....	59
4.2.2.	Tecnología de IA detrás de AI Dungeon .....	61
4.2.3.	Experiencia de usuario en AI Dungeon.....	62
4.2.4.	Innovaciones y avances en AI Dungeon .....	63
5.	Futuro de la IA en los juegos .....	68
6.	Conclusiones .....	69
	Referencias .....	70

# Índice de figuras

---

Figura 2.1: Juego Nuclear Throne, 2015.....	13
Figura 2.2: Algoritmo MiniMax en el juego del Ajedrez.....	14
Figura 2.3: Juego PAC MAN, 1980.....	15
Figura 2.4: Juego Age of Empires, 1997.....	16
Figura 2.5: Juego No Man's Sky, 2016. ....	17
Figura 2.6: Interfaz ChatGPT desde navegador.....	19
Figura 3.1: Modelos de interpretación de reglas .....	31
Figura 3.2: Aprendizaje por refuerzo.....	35
Figura 3.3: Aprendizaje profundo.....	37
Figura 3.4: Diagrama árbol de comportamiento .....	42
Figura 3.5: Representación máquina de estados finitos.....	42
Figura 3.6: Clasificación de generación procedural de contenido .....	45
Figura 4.1: Captura in-game de Grace y Trip.....	51
Figura 4.2: Captura in-game de Grace y Trip con la interacción del jugador .....	52
Figura 4.3: Diagrama de secuencia de Façade.....	54
Figura 4.4: Interacción del jugador dentro del juego .....	55
Figura 4.5: Página principal de AI Dungeon.....	59
Figura 4.6: Muestra de creación de personaje en AI Dungeon.....	61
Figura 4.7: Interacción del jugador en la aventura. AI Dungeon.....	62
Figura 4.8: Muestra de los escenarios en AI Dungeon.....	63

# 1. Introducción

---

La inteligencia artificial ha evolucionado mucho a lo largo de estos últimos años hasta convertirse hoy en día en una de las tecnologías más populares. Un salto adelante en cuanto a las habilidades que las máquinas adquieren en su capacidad de imitar a la inteligencia humana.

La inteligencia artificial (IA) permite que las máquinas puedan razonar, aprender, comprender y seguir mejorando a partir de la información que le proporciona el usuario u obtenida de diferentes fuentes. Estas destrezas están abriendo múltiples posibilidades en diferentes ámbitos como, por ejemplo, salud, empresarial, asistentes virtuales, automoción, videojuegos, y otros muchos.

Este trabajo propone un análisis de los algoritmos de inteligencia artificial (IA) utilizados en el desarrollo de videojuegos, incluyendo la IA generativa y sistemas basados en LLM (modelo grande de lenguaje). La IA en los videojuegos desempeña un papel crucial en la creación de experiencias de juego inmersivas y desafiantes. Sin embargo, la efectividad y eficiencia de los algoritmos de IA pueden variar significativamente según el contexto del juego y las decisiones de diseño del desarrollador. Este estudio se centra en examinar y comparar los algoritmos de IA empleados en diferentes tipos de juegos, incluyendo la integración de IA generativa para la creación dinámica de contenido y sistemas de diálogo basados en LLM para la interacción con personajes no jugadores (NPC).

Los objetivos principales de este trabajo son:

1. Investigar los diferentes enfoques y técnicas utilizados en la implementación de IA en videojuegos, incluyendo IA generativa y sistemas basados en LLM.
2. Analizar y comparar los algoritmos de IA específicos empleados en una selección de juegos representativos, considerando tanto la IA tradicional como la generativa.
3. Evaluar el impacto de los algoritmos de IA en la jugabilidad, la inmersión y la experiencia de usuario en diversos géneros de juegos, con especial atención a la integración de IA generativa.
4. Identificar las mejores prácticas y tendencias emergentes en el desarrollo de IA para videojuegos, incluyendo la utilización de IA generativa y sistemas de diálogo basados en LLM.

La metodología seguida para el desarrollo de este trabajo ha sido la siguiente:

- Revisión de la literatura académica y técnica sobre inteligencia artificial en videojuegos, con un enfoque en IA generativa y sistemas basados en LLM.
- Selección de una muestra representativa de videojuegos de diferentes géneros y plataformas, que incluya tanto juegos que empleen IA tradicional como generativa para así mostrar la evolución a lo largo de los años.

- Análisis detallado de los algoritmos de IA implementados en cada juego seleccionado.
- Evaluación comparativa de los algoritmos en términos de rendimiento, eficiencia y efectividad en diferentes contextos de juego, considerando tanto la calidad de la jugabilidad como la capacidad de generación de contenido dinámico.

## 1.1. Motivación

Este trabajo representa la fusión de mi entusiasmo por los videojuegos con mi interés sobre la inteligencia artificial. Es una oportunidad para explorar cómo los algoritmos y modelos de aprendizaje automático han influido en la jugabilidad y diseño de los juegos en la actualidad. Al escribir sobre este tema, busco contribuir a comprender cómo la sinergia entre los videojuegos y la inteligencia artificial ha influido en la manera en que experimentamos y comprendemos los videojuegos.

Además, la investigación sobre la integración de inteligencia artificial en videojuegos no solo tiene implicaciones para la comunidad de jugadores, sino que también arroja luz sobre el papel de la tecnología en la sociedad actual. A medida que los videojuegos se convierten en una forma de entretenimiento cada vez más presente entre nosotros, comprender cómo la inteligencia artificial contribuye a esta evolución es esencial para anticipar el futuro de la industria y su influencia en la cultura y tecnología en general.

En resumen, este TFG no es solo un viaje académico, sino también un recorrido por la nostalgia y mi afición a los videojuegos junto con el emocionante mundo de la inteligencia artificial que impulsa su continua innovación. La idea de examinar cómo se ha empleado la IA para dotar a personajes inertes, diseñados únicamente para hacer sentir vivo el mundo que rodea al jugador a como este puede mantener una conversación de manera natural con los personajes no jugables (PNJ) o incluso generar mundos únicos llenos de riqueza que explorar. Todo esto y mi experiencia como jugadora, es el motor que me impulsa a comprender la magia que hay detrás de los juegos.

## 1.2. Objetivos

El propósito principal de este trabajo es explorar cómo la inteligencia artificial es capaz de aprender y adaptarse a un entorno dinámico y llegar a simular el comportamiento del jugador a través del aprendizaje, realizando un estudio de los algoritmos que intervienen para hacerlo posible, además de realizar un estudio de un caso en el que una IA es capaz de desenvolverse con el jugador y el entorno.

### Objetivos

El primer objetivo será investigar los diferentes enfoques y técnicas utilizados en la implementación de IA en videojuegos, incluyendo IA generativa y sistemas basados en LLM.

El segundo objetivo es analizar y comparar los algoritmos de IA específicos empleados en una selección de juegos representativos, considerando tanto la IA tradicional como la generativa.

Como tercer objetivo evaluaremos el impacto de los algoritmos de IA en la jugabilidad, la inmersión y la experiencia del usuario en diversos géneros de juegos, con especial atención a la integración de IA generativa.

Para finalizar identificaremos las mejores prácticas y tendencias emergentes en el desarrollo de IA para videojuegos, incluyendo la utilización de IA generativa y sistemas de diálogo basados en LLM.

### 1.3. Estructura de la memoria

Esta memoria se divide en los siguientes capítulos:

- **Introducción:** Este capítulo proporciona una visión general del tema del proyecto junto con los objetivos que se quieren alcanzar.
- **Estado del arte:** Aquí se repasa la evolución, los principales enfoques y los avances que se tienen sobre este tema.
- **Fundamentos de la inteligencia artificial en videojuegos:** Este capítulo introduce los fundamentos teóricos del trabajo. Se abordan temas como los tipos de inteligencia artificial aplicados en los videojuegos seguido de ejemplos de sus aplicaciones hoy en día.
- **Estudio de caso:** En este capítulo analizaremos un juego donde se encuentren presentes algunos de los algoritmos mencionados en el apartado anterior.
- **Futuro de la IA en videojuegos:** Aquí mencionaremos las tecnologías futuras y los avances prometedores para el futuro de la inteligencia artificial aplicada a los videojuegos.
- **Conclusiones:** Se hace una recopilación de los objetivos principales del trabajo, destacando las contribuciones principales y ofreciendo una perspectiva sobre posibles futuros trabajos en el área.

## 2. Estado del arte

---

### 2.1. Evolución de la IA en videojuegos

Los videojuegos son cada vez más espectaculares y cercanos a la realidad, tanto en gráficos como en la interacción entre el jugador y el entorno en el que se desarrolla la acción. Sin embargo, en algunos de los juegos actuales no están utilizando los últimos avances que vemos en otros campos de la IA.

La inteligencia artificial es una tecnología que permite que máquinas, software o sistemas aprendan a analizar información de su entorno y actuar de una manera más humana, utilizando tecnología de aprendizaje profundo (machine learning) o procesamiento del lenguaje. (Rouhiainen, 2018).

Aplicado a los de videojuegos, la IA se podría definir como el conjunto de técnicas empleadas para diseñar el comportamiento de los 'Non Playable Characters' (NPC) o Personajes No Jugadores (PNJ) (Utad, 2024).

Sin embargo, hoy en día, esta definición se quedaría bastante corta ya que la inteligencia artificial en videojuegos no solo se emplea para determinar el comportamiento de los enemigos, sino que también se usa para el diseño de mapas o niveles, o incluso para crear juegos desde cero.



Figura 2.1: Juego Nuclear Throne, 2015.

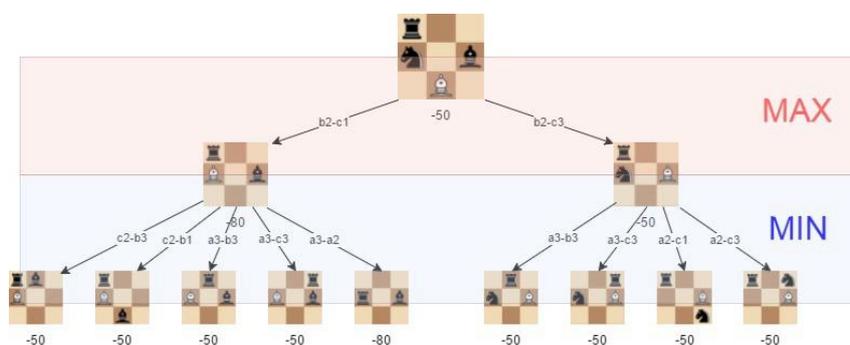
### 2.1.1. Características de la IA en videojuegos

Los avances recientes en la inteligencia artificial de los videojuegos han permitido crear herramientas que pueden diseñar videojuegos desde cero. Estas herramientas muestran que la IA no necesita precedentes para desarrollar juegos. Es capaz de desarrollar juegos completos utilizando únicamente datos procesados actualmente o datos proporcionados por el usuario.

Por otro lado, el desarrollo de esta tecnología en otros ámbitos avanza hacia una inteligencia artificial cada vez más eficaz, que tiene como objetivo procesar la mayor cantidad de datos posible para actuar de la forma más eficiente posible. Sin embargo, este no es el caso de los videojuegos. ¿Te imaginas a un enemigo disparándote desde larga distancia? ¿La IA es tan difícil que los jugadores no pueden derrotar al jefe? Este diseño anularía uno de los aspectos más importantes de los videojuegos, la jugabilidad. Los videojuegos apuntan a una inteligencia artificial con un comportamiento más humano, no más completo.

### 2.1.2. Primeros juegos con IA

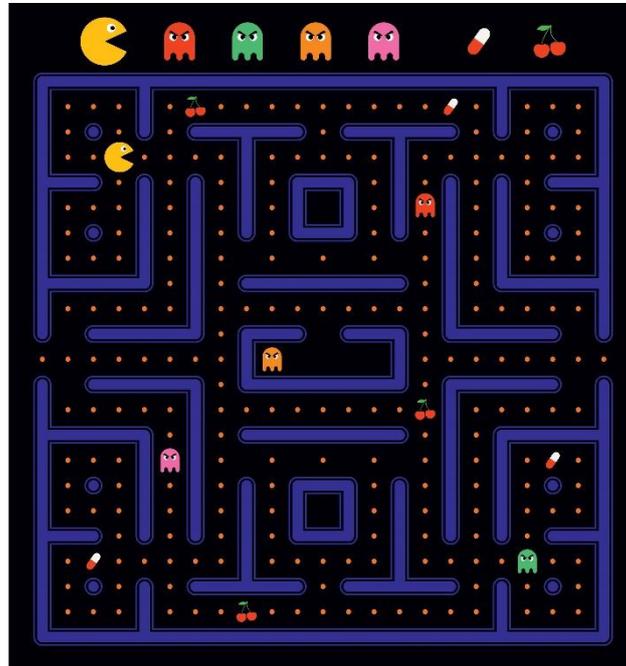
Uno de los precedentes más famosos es el juego de ajedrez por computadora desarrollado en la década de 1950 basado en el algoritmo MiniMax. El software fue capaz de analizar la posición de las piezas en el tablero de ajedrez para elegir la mejor jugada posible (de forma bastante limitada en aquel momento). (Strong, 2011).



**Figura 2.2:** Algoritmo MiniMax en el juego del Ajedrez.

Algunos de los avances logrados en estos experimentos se utilizaron en los primeros videojuegos. Un ejemplo de esto es Pong de 1972, donde un oponente virtual podía moverse en respuesta al movimiento de la pelota para contraatacar.

Otros juegos de la década de 1970 representaron avances importantes en inteligencia artificial en los videojuegos, incluido Space Invaders, que presentaba enemigos más inteligentes, o Pac-Man (1980), que fue uno de los primeros juegos en presentar un sistema de ruta del enemigo. (Fran R, 2020a).



**Figura 2.3:** Juego PAC-MAN, 1980.

Claramente, se trata de formas muy inestables de inteligencia artificial, lo que nos hace preguntarnos hasta qué punto las decisiones las toman máquinas y no programadores que utilizan código. Es decir, la máquina no sabe por qué ha tomado tal o cual decisión y, lo más importante, no aprende en base a sus errores ni a las acciones de los jugadores humanos.

En la década de los 80 aparecieron otros juegos que dieron un paso más en el uso de la inteligencia artificial en los videojuegos. Se trata de juegos de aventuras y estrategia que generan escenarios de forma aleatoria a partir de algoritmos. (Fran R, 2020b).

Estos juegos se basan en los llamados juegos procedimentales o procedurales, que utilizan algoritmos para generar contenido automáticamente. Pero técnicamente, estos juegos no desarrollan inteligencia artificial en el sentido literal. Simplemente siguen un cierto conjunto de reglas para desarrollar variantes.

### 2.1.3. Evolución de la IA en videojuegos

La inteligencia artificial en los videojuegos continúa desarrollándose e introduciendo nuevas posibilidades. Juegos como Karate Champ (1984) aprovecharon esta oportunidad para dar a los luchadores diferentes personalidades, mientras que First Queen (1988) fue el primer juego en el que un NPC seguía al jugador.

La década de 1990 marcó importantes avances en la inteligencia artificial en los videojuegos, incluida la aparición de juegos de estrategia en tiempo real (RTS) como StarCraft o Age of Empires. En estos juegos, los enemigos han podido desarrollar tácticas y estrategias basadas en las acciones del jugador o utilizar sus recursos de forma eficaz. Además, pueden ajustar la efectividad de sus estrategias para adaptarse a diferentes niveles de dificultad (Ruiz-Moyano, 2017). (Ruiz-Moyano, 2017).



**Figura 2.4:** Juego Age of Empires, 1997.

Un ejemplo del uso de la inteligencia artificial en videojuegos para crear enemigos con comportamiento más humano es Metal Gear Solid (PSX, 1998). En este juego de infiltración, los soldados enemigos no se limitan a seguir una rutina predeterminada. Asimismo, si escuchan un sonido extraño, ven huellas en la nieve, etc., podrán saltar sobre él. Incluso algunos soldados fueron más cuidadosos que otros al ver las figuras escondidas en las cajas.

Los shooters en primera persona (FPS) también han contribuido al avance de la inteligencia artificial en los videojuegos mediante la introducción de tácticas de combate y estrategias conjuntas contra los enemigos. Por ejemplo, en Half-Life (1998), los enemigos usaban rifles o granadas dependiendo de la distancia o posición del jugador y podían diseñar estrategias para sortear al jugador. (Infante y Rondon, 2022).

Otro tipo de jugabilidad que ayuda a mejorar la inteligencia artificial en los videojuegos es la conducción. Uno de los objetivos de los juegos de coches es hacer que los oponentes causen dificultades al jugador, pero al mismo tiempo se comporten de manera realista: salirse de la carretera, chocar entre sí o reaccionar a nuestra conducción. Forza Motorsport (2005) es un juego que va un paso más allá. Entre ellos, la inteligencia artificial puede identificar el estilo de conducción del jugador para crear un perfil de conductor.

Para continuar con el desarrollo del comportamiento de la inteligencia artificial, podemos citar la leyenda de Far Cry. En la segunda parte, los enemigos pueden buscar refugio cuando no tienen balas o están heridos, o buscar ayuda de sus camaradas caídos. Far Cry 3 va un paso más allá al integrar un comportamiento avanzado de IA para animales. No se limitan a las decoraciones, sino que tienen su propio orden: cazan, comen, huyen o atacan cuando ven a los jugadores, pelean entre ellos y más.

El juego de rol Skyrim (2011) también contribuyó mediante el uso de inteligencia artificial para el desarrollo de misiones de videojuegos. El juego combina ubicaciones, armas, enemigos y objetivos para generar misiones, ahorrando mucho trabajo a los diseñadores. Actualmente ya no se trata de inteligencia artificial en los videojuegos, sino de la propia creación de juegos (Lara-Cabrera, Nogueira-Collazo y & Fernández-Leiva, 2015).

Alien Isolation (2014) continúa el estudio del comportamiento del enemigo y va un paso más allá con el aprendizaje incremental. Los enemigos en el juego revelan nuevos comportamientos y habilidades, brindando una sensación de progresión a medida que avanza el juego.

El último avance en inteligencia artificial es la mejora de los sistemas de programación. e las técnicas generativas básicas del pasado se pasa a otras técnicas capaces de crear terrenos y escenarios casi infinitos, por ejemplo, en juegos como Minecraft, No Man's Sky o Spelunky (Cano, 2022).



**Figura 2.5:** Juego No Man's Sky, 2016.

## 2.2. IA Generativa

La inteligencia artificial generativa es una tecnología que crea contenido nuevo basado en modelos de aprendizaje profundo entrenados en grandes cantidades de datos. Los modelos de IA generativa se utilizan para generar nuevos datos en lugar de los modelos de IA discriminativos, que se utilizan para clasificar datos en función de sus diferencias. Hoy en día, las aplicaciones que utilizan esta tecnología se utilizan para generar texto, imágenes, código y más. Los más utilizados son los chatbots, la creación y edición de imágenes, la asistencia con la creación de códigos de software y la investigación científica.

También se utiliza en entornos profesionales para visualizar ideas rápidamente y realizar tareas que requieren mucho tiempo de manera más eficiente. En áreas donde su uso es más nuevo, como la investigación clínica y el diseño de productos. Pero también introduce nuevos riesgos que los usuarios deben comprender y abordar.

Algunas de las aplicaciones de IA generativa más famosas que han surgido en los últimos años son ChatGPT (<https://chatgpt.com/>) y DALL-E (<https://openai.com/index/dall-e-2/>) de OpenAI, GitHub CoPilot (<https://github.com/features/copilot>), Bing Chat (<https://www.bing.com/chat>) de Microsoft, Bard de Google (<https://gemini.google.com/>), Midjourney (<https://www.midjourney.com/home>), Stable Diffusion (<https://stability.ai/>) y Adobe Firefly (<https://www.adobe.com/es/products/firefly.html>). IBM y Red Hat están colaborando para crear Red Hat® Ansible® Lightspeed con IBM watsonx Code Assistant, un servicio de IA generativa que permite a los desarrolladores producir contenido de Ansible de manera más eficiente. (Banh y Strobel, 2023a).

### 2.2.1. ¿Cómo funciona la inteligencia artificial generativa?

Las aplicaciones de inteligencia artificial se basan en modelos de aprendizaje profundo, que reproducen patrones derivados de grandes cantidades de datos de entrenamiento y luego aplican el conocimiento resultante a ciertos parámetros. (Elena, 2024)

Los modelos de aprendizaje profundo no almacenan copias de los datos de entrenamiento, sino versiones codificadas de los datos de entrenamiento, donde se ordenan por proximidad en función de la similitud. Esta representación se puede decodificar para obtener nuevos datos sin procesar, pero con propiedades similares.

El diseño de aplicaciones de IA generativa personalizadas implica el uso de modelos y adaptaciones, como el refinamiento supervisado o capas de datos específicas de casos de uso.

Hoy en día, la mayoría de las aplicaciones responden a las aportaciones de los usuarios, describen lo que quieren en lenguaje natural y obtienen lo que piden.

## 2.2.2. Ejemplos de la inteligencia artificial generativa

A continuación, mostramos algunos ejemplos prácticos de esta tecnología (Banh y Strobel, 2023b).

**Escritura:** El primer caso de uso de este patrón es un traductor de idiomas. Las herramientas de inteligencia artificial generativa actuales, como ChatGPT, pueden responder a solicitudes de contenido de alta calidad sobre casi cualquier tema y adaptarse a diferentes estilos y extensiones de escritura. El sistema aún está en desarrollo, ya que todavía hay casos en los que la información dista de la realidad.

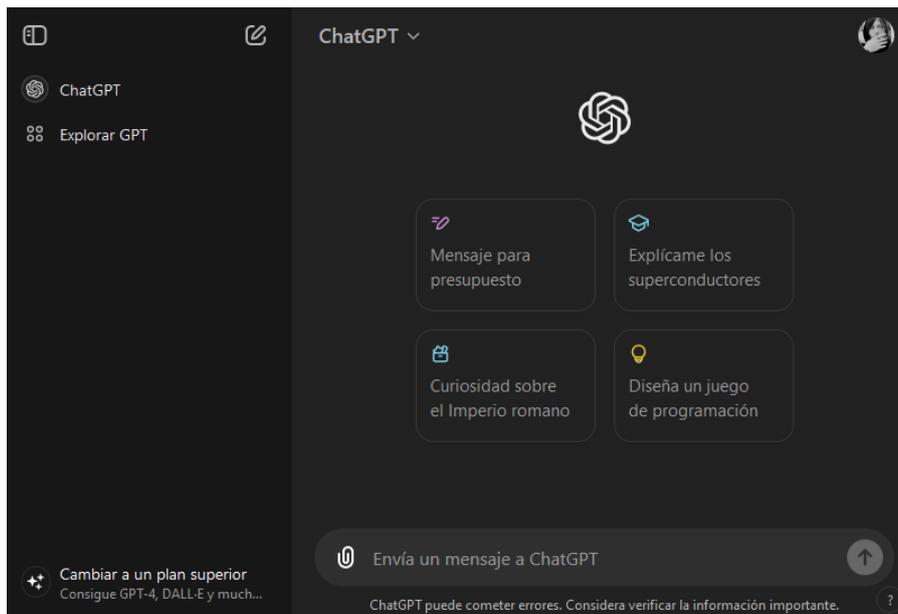


Figura 2.6: Interfaz ChatGPT desde navegador.

**Generación de imágenes:** Las herramientas de imagen que utilizan esta tecnología pueden responder a las entradas del usuario con imágenes de alta calidad en una variedad de temas y estilos. Algunos de ellos, como generar rellenos en Adobe Photoshop, permiten agregar nuevos elementos al trabajo actual.

**Generación de música y discurso:** Las herramientas del habla pueden utilizar inteligencia artificial para crear narraciones o canciones que imiten la voz humana en grabaciones y textos escritos. Algunos también pueden generar música artificial basada en señales y muestras.

**Generación de video:** La tecnología de inteligencia artificial generativa se está probando en un nuevo servicio de creación de animaciones gráficas. Por ejemplo, algunos pueden combinar clips de audio con imágenes fijas de personas y crear expresiones faciales y movimientos bucales que dan la impresión de que están hablando.

**Generación de código:** Algunas herramientas de inteligencia artificial generativa pueden ayudar a los desarrolladores de software generando código informático basado en indicaciones escritas.

**Aumento de datos:** La IA generativa puede crear grandes cantidades de datos sintéticos cuando los datos reales no están disponibles o no están dispuestos a utilizarlos. Por ejemplo, entrenar un modelo que pueda comprender datos de salud sin información personal. También se utilizan para transformar conjuntos de datos pequeños o incompletos en conjuntos de datos sintéticos más grandes con fines de capacitación o prueba.

### 2.2.3. Riesgos de la inteligencia artificial generativa

El tremendo progreso que ha logrado la tecnología de IA generativa en tan poco tiempo ha provocado fuertes reacciones, tanto positivas como negativas. Estas son algunas de las preguntas más destacadas sobre tecnología (Shi, 2023).

**Fines maliciosos:** existen riesgos directos y lógicos asociados con el uso de herramientas de IA generativa con fines maliciosos, como campañas de desinformación a gran escala en redes sociales o imágenes completamente falsas generadas sin consentimiento para dañar la percepción de autenticidad de las personas.

**Fortalecer los prejuicios sociales:** las herramientas de IA generativa han demostrado que pueden abordar los prejuicios encontrados en los materiales educativos, como los estereotipos negativos y el discurso de odio.

**Fabricación de información falsa:** las herramientas de IA generativa pueden crear información y escenarios ficticios y completamente falsos, a menudo llamados "alucinaciones". A veces, los errores son inofensivos, como respuestas sin sentido en el chat o imágenes de manos con dedos extra. Pero también hay casos más graves, como los chatbots que dan consejos peligrosos a algunas personas preguntando sobre trastornos alimentarios.

**Riesgos legales y de seguridad:** por ejemplo, los sistemas de IA generativa pueden crear riesgos de seguridad cuando los usuarios ingresan información confidencial en aplicaciones no seguras. Las respuestas de estas herramientas también pueden plantear riesgos legales si copian contenido protegido por derechos de autor sin consentimiento o roban las voces o identidades de personas reales. Además, algunos de ellos tienen restricciones en su uso.

## 2.3. Sistemas basados en LLM

Los modelos de lenguaje a gran escala (LLM) son redes neuronales entrenadas utilizando grandes cantidades de datos para aprender y reproducir estructuras del lenguaje. Estos modelos se pueden utilizar para una variedad de tareas, como el procesamiento del lenguaje natural, la traducción y la generación automática de texto. En los últimos años, el LLM experimentó un resurgimiento en popularidad debido al éxito de modelos de transformadores como el OpenAI GPT-3 y sus sucesores. Desde que apareció ChatGPT en diciembre de 2022, LLM ha ganado gran popularidad, logró resultados a nivel humano en muchas tareas y demostró que LLM se puede utilizar en una variedad de aplicaciones.

### 2.3.1. Usos de LLM

Los LLM se pueden utilizar para realizar una serie de tareas. Uno de los usos más conocidos es su aplicación como IA generativa, cuando se da una indicación o se hace una pregunta, producen texto como respuesta. El ChatGPT de OpenAI, que se encuentra disponible públicamente, por ejemplo, puede generar ensayos, poemas y otras formas textuales en respuesta a las entradas del usuario.

Cualquier conjunto de datos grande y complejo se puede utilizar para entrenar LLM, incluidos los lenguajes de programación. Algunos LLM pueden ayudar a los programadores a escribir código. Pueden escribir funciones bajo demanda o, dado algún código como punto de partida, pueden terminar de escribir un programa. Los LLM también se pueden utilizar en:

- Análisis de opiniones
- Investigación de ADN
- Servicio al cliente
- Bots conversacionales
- Búsqueda en línea

Algunos ejemplos de LLM del mundo real incluyen ChatGPT (de OpenAI), Bard (Google), Llama (Meta), Bing Chat (Microsoft) y Copilot de GitHub.



### 2.3.2. Ventajas de LLM

Una característica clave de los LLM es su capacidad para responder a las consultas impredecibles. Un programa informático tradicional recibe órdenes en su sintaxis aceptada o a partir de un determinado conjunto de entradas del usuario. Un videojuego tiene un conjunto finito de botones, una aplicación tiene un conjunto finito de controles que un usuario puede pulsar o teclear y un lenguaje de programación se compone de declaraciones precisas.

En cambio, un LLM puede responder al lenguaje humano natural y utilizar análisis de datos para responder a una pregunta o indicación no estructurada de forma que tenga sentido. Aunque un programa informático típico no reconocería una pregunta como "¿Cuáles son los mejores cantantes de kpop actuales?", un LLM podría responder con una lista de los cantantes actuales de kpop y una defensa razonablemente convincente de por qué son los mejores.

Sin embargo, en cuanto a la información que proporcionan, los LLM solo pueden ser tan fiables como los datos que se han utilizado en su entrenamiento. Por ejemplo, si se les alimenta con información falsa, proporcionarán información falsa en respuesta a las consultas de los usuarios. Los LLM también confunden a veces creando información falsa cuando son incapaces de dar una respuesta exacta.

En términos de seguridad, las aplicaciones orientadas al usuario y basadas en LLM son tan propensas a los errores como cualquier otra aplicación. Los LLM también pueden manipularse mediante entradas maliciosas para que proporcionen determinados tipos de respuesta, incluyendo respuestas peligrosas o poco éticas. Por último, uno de los problemas de seguridad de los LLM es que los usuarios pueden proporcionar datos seguros y confidenciales para aumentar su propia productividad. Sin embargo, los LLM pueden utilizar las entradas que reciben para seguir entrenando sus modelos y no están diseñados para ser bóvedas seguras. Pueden exponer datos confidenciales en respuesta a consultas de otros usuarios.

# 3. La IA aplicada a Videojuegos

---

## 3.1. Inteligencia Artificial en los Videojuegos

El auge de la inteligencia artificial en todos los ámbitos de la vida ha hecho que muchas personas se interesen por el papel de la inteligencia artificial en los videojuegos. Aunque la influencia de la inteligencia artificial es cada vez más pronunciada en la actualidad, nos acompaña casi desde los primeros juegos, como el mítico juego Pong de 1972 o el mítico Space Invaders de 1978 (Sweetser, 2024).

La que conocemos como “jugar en contra de la máquina” siempre ha sido una forma de luchar contra la inteligencia artificial. Pero a medida que la tecnología ha evolucionado, la inteligencia artificial en los videojuegos ha evolucionado para brindar experiencias de juego cada vez más realistas, desafiantes e innovadoras.

### ***Uso de la IA en los videojuegos***

La inteligencia artificial en los videojuegos reside principalmente en los llamados "personajes no jugables" (PNJ), o como se les conoce mejor en el mundo de los videojuegos NPC (Non Playable Characters). Estos NPC son personajes que los jugadores no pueden elegir, están controlados por máquinas e interactúan con el jugador y el entorno del juego. La IA determina su comportamiento, decisiones e interacciones con el jugador y el entorno.

Uno de los ejemplos más modernos es Los Sims 4, desarrollado en 2014 por Electronic Arts. El desarrollador ha mejorado la IA del juego dándoles a los NPC sus propias vidas. Estos NPC tienen su propia vida diaria en el juego, reaccionan de manera realista a las acciones del jugador y se adaptan a los cambios en el entorno. También hay cierta aleatoriedad en su comportamiento para crear situaciones impredecibles.

En los últimos años la inteligencia artificial también se ha integrado en la generación procedimental de niveles y mundos. Esto significa que la IA puede crear terreno, enemigos, recursos y otros elementos del juego de forma dinámica y única cada vez que juegas. Juegos como Minecraft o No Man's Sky utilizan esta tecnología para brindar a cada jugador una experiencia única.

La inteligencia artificial también está empezando a utilizarse para adaptar la dificultad del juego a las habilidades de los jugadores y para aprender y cambiar su comportamiento sobre la marcha en función de los datos recopilados de los jugadores. Uno de los juegos más famosos es Alien Isolation de 2014, donde los enemigos controlados por máquinas aprenden del jugador a tener una perspectiva diferente para cada situación y cada partida.



Otro ejemplo es EA Sports FC 24 donde teníamos la opción de configurar manualmente la dificultad o hacer que se adaptara automáticamente a nuestras habilidades sobre la marcha. A mitad del partido, el nivel de dificultad se puede cambiar para aumentar o disminuir el rendimiento del equipo contrario, proporcionando un desafío constante. Las máquinas también aprenderán sobre nuestras estrategias e intentarán contrarrestarlas con la esperanza de derrotarnos.

### ***El cambio de la IA Generativa***

Además de la IA tal como la conocemos hoy, está surgiendo la llamada inteligencia artificial generativa.

Este tipo de inteligencia artificial utiliza tecnologías avanzadas, como redes neuronales, para generar contenido nuevo y único. Imaginemos un juego que construye dinámicamente sus misiones, narrativas y personajes en función de las acciones o decisiones del jugador. Este tipo de tecnología permite la personalización e inmersión del juego a un nivel nunca antes visto en la industria.

Como resultado, el juego se adapta y cambia con el tiempo, brindando a cada jugador una experiencia de juego en constante evolución. Además, la IA generativa puede ayudar a crear mundos de juego cada vez más grandes y detallados, ya que puede generar terreno, enemigos o misiones automáticamente.

Por otro lado, la IA generativa es una herramienta que puede ayudar a reducir el tiempo y los recursos necesarios para crear contenido nuevo, permitiendo a los desarrolladores centrarse más en mejorar el juego y la experiencia.

Por ejemplo, Nvidia Instant Nerf usa IA para crear automáticamente modelos 3D de alta calidad, o Nvidia Ace usa tecnología generativa para crear personajes NPC más realistas que pueden responder las preguntas de los jugadores de una manera más natural. (Lmachado, 2024).

Por otro lado, la IA generativa también puede utilizarse como herramienta de apoyo en todos los ámbitos del desarrollo, desde el diseño de historias, personajes o niveles hasta la programación, la traducción, la música o los efectos de sonido. No sólo aumenta la productividad y la creatividad del equipo, sino que también promueve una nueva era de innovación.

La inteligencia artificial se ha convertido en un aliado perfecto para la industria de los videojuegos, y no sorprende a nadie que los avances en esta tecnología estén cambiando la forma en que se crean y juegan los juegos. Tanto para los jugadores como para los profesionales del diseño o la programación, el futuro parece emocionante y lleno de potencial, prometiendo experiencias de juego cada vez más avanzadas y personalizadas.

## 3.2. Tipos de IA utilizados

### 3.2.1. IA Basada en reglas

La IA basada en reglas trabaja en función de reglas y condiciones predeterminadas. Está diseñado para procesar grandes cantidades de datos, identificar patrones y tomar decisiones en base a reglas y lógicas predefinidas. A diferencia del aprendizaje automático, la IA basada en reglas se utiliza cuando la coherencia y la precisión son importantes.

Estos SBR son uno de los paradigmas más populares para modelar el comportamiento y el control de sistemas complejos que requieren una representación del conocimiento relacional, cualitativo y simbólico. Básicamente, cualquier sistema basado en reglas consta de un conjunto de reglas que definen acciones o resultados cuando se cumplen ciertas condiciones, y un mecanismo de control de inferencia que define cómo y en qué orden se implementan. Estos sistemas son probablemente las herramientas de IA más comunes y populares. En lo que a sistemas de monitorización se refiere, se pueden utilizar para monitorizar y evaluar el estado, detectar y evaluar errores y comportamientos no deseados, control jerárquico, justificación del estado y características del sistema, apoyo a decisiones, etc (Zegarra, 2013).

#### ***Introducción de los sistemas basados en reglas***

Un SBR (Eia.udg, s.f.a) está compuesto en dos partes:

- El conjunto de reglas que definen su base de reglas: lugar donde se definen las variantes del comportamiento.
- Motor de inferencia: mecanismo para la interpretación de las reglas encargado de la selección y ejecución de las estas.

El formato se define como:

**Sí <antecedente> Entonces <consecuente>**

Considerada una regla de inferencia o producción, esta regla se asemeja o corresponde a la implicación lógica y incluso se denomina regla sí-entonces.

El <antecedente> también denominado condiciones previas o parte condicional, mientras que el <consecuente> conocido como conclusión, hipótesis, acción, etc., dependiendo del contexto en el que se encuentre y del significado que se le dé.

SBR puede agregar extensiones al formato básico. Por ejemplo, además de especificar el nombre y el número de la regla, puede definir los siguientes elementos:

- **Recursos:** recurso que realiza las acciones descritas en la regla. Esto puede ser necesario para resolver algunas disputas en el mecanismo de razonamiento.
- **Condiciones excluyentes:** proporciona información sobre cuándo no se puede utilizar la seguridad de reglas. En algunos casos, puede resultar útil simplemente excluir determinadas reglas.
- **Retractar o anulación de resultados:** para sistemas modificados dinámicamente, estos cambios deben incorporarse directamente a la memoria del sistema, donde luego de aplicar las reglas se indica qué hechos son incorrectos.
- **Afirmar o añadir resultados:** los hechos pueden volverse ciertos después de que se aplican las reglas. Esta parte especifica qué hechos deben afirmarse en la base de conocimientos.
- **Acciones:** especifica los pasos a seguir.
- **Informes:** para los sistemas de seguimiento y vigilancia, puede resultar útil especificar un bloque adicional que contenga mensajes para estos sistemas. La información proporcionada a la consola puede incluir algunos datos o incluso parámetros de proceso.
- **Regla siguiente:** después de aplicar una regla, puede aplicar la siguiente regla. Podemos especificar explícitamente las reglas para permitir que el motor de verificación cambie el orden en que se verifican esas reglas.

### ***Mecanismo de ejecución de reglas***

En un esquema de reglas de producción, los requisitos previos se definen mediante fórmula lógica. Estos términos definen todas las condiciones necesarias para que la regla se aplique independientemente del idioma. Junto a esto, incluso se especifican todos los estados donde se aplica esta norma. Cualquier componente de una regla puede tener parámetros o variables para ajustarla para los propósitos deseados. Los valores variables pueden buscarse mediante un mecanismo de concordancia durante el proceso de verificación de reglas o proporcionados por un objetivo definido por el usuario (Eia.udg, s.f.b).

Desde un criterio lógico, todas las variables pueden considerarse en principio cuantitativas. Sin embargo, las variables expresan parámetros que deben instanciarse antes de la implementación. Esto significa que cualquier regla con variables es un esquema de reglas aplicables.

Veamos un ejemplo:

Supongamos la regla dada tiene esta forma básica:

### **Sí <antecedente> Entonces <consecuente>**

El <antecedente> es una fórmula simple. El estado actual de la base de conocimientos contiene fórmulas lógicas que proporcionan el conjunto de hechos verdadero actualmente. Sea X la operación que define el <consecuente>. Todos los componentes se pueden parametrizar mediante determinadas variables. La aplicación de esta disposición será la siguiente:

- **Comprobación de que las condiciones se satisfacen:** en ese caso, encontramos los valores de los parámetros de la regla. Esta comprobación corresponde a encontrar alternativas. De lo contrario, es posible que la regla no se aplique.
- **Valorar o implementar las acciones de control relevantes:** especificar los valores de los parámetros en su caso.
- Devolverle el control al motor de inferencia.

### ***Inferencia en los SBR***

Después de almacenar información, necesitamos un mecanismo para manipular sus componentes. Este mecanismo se llama motor de inferencia, que extrae nuevas conclusiones de la base de conocimiento y, por tanto, amplía el conjunto de hechos de la base de conocimiento.

Por ejemplo, si la premisa de un principio es cierta, entonces aplicando el principio lógico de Modus Ponens, la conclusión del principio incluso debe ser cierta, añadiendo los datos iniciales y añadiendo nuevas conclusiones. Por lo tanto, tanto los hechos o datos iniciales como las conclusiones que se derivan forman parte de los hechos o datos disponibles en un momento determinado y recogen un proceso dinámico en el que el conocimiento se genera por etapas.

Para extraer conclusiones se pueden utilizar diversas reglas y estrategias de estimación y control. Modus Ponens y Modus Tollens como sistemas de inferencia básicos, y la cadena de reglas hacia delante y la cadena de reglas hacia atrás, como estrategias de inferencia.



### **Resolución de conflictos**

El problema de la resolución de conflictos puede definirse de la siguiente manera.:

Dado un conjunto de  $n$  reglas, si dos o más reglas son altamente aplicables, selecciona una regla para aplicarla al estado actual del sistema. En los sistemas deterministas no existe ningún problema de resolución de conflictos, por lo que sólo se puede aplicar una regla en un estado determinado. Los problemas surgen cuando se puede aplicar más de una norma a un país. La mayoría de los sistemas eligen reglas basándose en ciertos criterios en lugar de si se cumplen los requisitos previos. Dependiendo de la complejidad de la estructura del mecanismo de control de inferencia, se pueden utilizar dos métodos, uno básico y otro avanzado (Eia.udg, s.f.d).

Las **estrategias básicas**, la solución al problema puede variar en función de las especificaciones del sistema y de la aplicación. Hay dos posibilidades.:

- Escoger una regla adecuada para conseguir el objetivo y después intentar cumplir sus condiciones.
- Evaluar secuencialmente las reglas cumpliendo sus condiciones previas, seleccionando y ejecutando la primera que se cumplan dichas condiciones.

La **forma avanzada** de formulación del problema de resolución de conflictos incluye la selección del conjunto de conflictos y la elección y ejecución de reglas pasando el control a otros mecanismos.

Por ejemplo, consideremos un sistema compuesto de  $n$  reglas,  $R = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$ . La formulación avanzada del trabajo de resolución de conflictos reside en seleccionar  $R' \subseteq R$  reglas que satisfagan las condiciones y, si hay dos o más reglas, seleccionar una de ellas según algún criterio alternativo. Este enfoque consiste en dos fases:

1. Eliminación inicial de las reglas que no puedan aplicarse.
2. Seleccionar la mejor regla, o la más apropiada para realizar la tarea.

Para el **caso avanzado**, se han establecido diversas clasificaciones de estrategias de resolución de conflictos:

- **Estáticas y dinámicas:** las estrategias estáticas se basan en criterios que son constantes en el tiempo, mientras que las estrategias dinámicas pueden tener en cuenta el contexto, el tiempo y el número de iteraciones (acertadas) de una regla.
- **Sintácticas y semánticas:** el primero se basa en la forma de los requisitos previos de la regla, mientras que el segundo puede tener en cuenta el contexto actual, la intención deseada y la valoración de los criterios específicos del usuario.

- **Directas e indirectas:** las estrategias directas se basan en una comparación simple de reglas y la asignación de factores de orden de prioridad, mientras que las estrategias indirectas pueden realizarse mediante sistemas basados en conocimientos auxiliares, meta reglas y esquemas de inferencia complejos.
- **Criterios simples preespecificados o modificables:** adaptables y basados en un enfoque útil de aprendizaje.

### ***Estrategias de resolución de conflictos***

Estas son algunas estrategias para la resolución de conflictos:

- **Ordenamiento de reglas:** la regla que aparece primero tiene la máxima prioridad.
- **Ordenamiento de datos:** la regla con las condiciones de prioridad más alta tiene la mayor prioridad.
- **Ordenamiento de tamaño:** la regla con la lista más larga de condiciones restrictivas tiene la máxima prioridad.
- **Ordenamiento de especificidad:** se ordenan las reglas cuyos términos se derivan de otras normas.
- **Limitación del contexto:** consiste en poder activar o desactivar grupos de reglas en cualquier momento para reducir la aparición de conflictos.

Las dos primeras (reglas y datos) son para estrategias de clasificación directa y estática. El tercero y el cuarto (tamaño y especificidad) hace referencian principalmente a los casos concretos de posibilidades de clasificación mediante métodos de evaluación de preferencias basados en la sintaxis. Sólo el quinto (contexto) hace referencia a los términos del proceso, sin embargo, se utiliza para reducir el número de reglas conflictivas y no para seleccionar una sola regla.



**Modelos intérpretes de reglas**

Incluso si tenemos intérpretes sencillos que seleccionan y ejecutan simultáneamente una sola regla, existen varias posibilidades organizativas. Supongamos una sucesión lineal de reglas que se indica de la forma  $\{r_1, r_2, \dots, r_n\}$ . Los esquemas de interpretación pueden ser los siguientes:

- **Ejecución lineal con selección secuencial de todas las reglas aplicables ejecutadas una después de otra:** después de encontrar y ejecutar una regla, se revisan y ejecutan las siguientes reglas. El sistema sólo regresa al principio cuando se llega a la última regla.
- **Interpretación jerárquica desde el principio hasta la primera regla factible (con las condiciones previas exitosas):** entonces el sistema vuelve inmediatamente al principio y repite el ciclo.
- **Interpretación lineal con sustitución de reglas:** interpretación lineal desde el principio hasta la primera regla posible (con las condiciones previas cumplidas), después el sistema pasa a las reglas especificadas por la regla implementada más recientemente. Este tipo de ordenación corresponde al intercambio de reglas dentro de una base de reglas.
- **Examen Pruebas lineales con contexto cambiante:** se puede combinar con contexto cambiante, es decir, después de ejecutar una regla, se evalúa la situación del sistema, se determina el contexto y el mecanismo de decisión para cambiar a un conjunto diferente de reglas.

En la figura de abajo, se presentan esquemáticamente diferentes tipos de intérpretes de reglas.

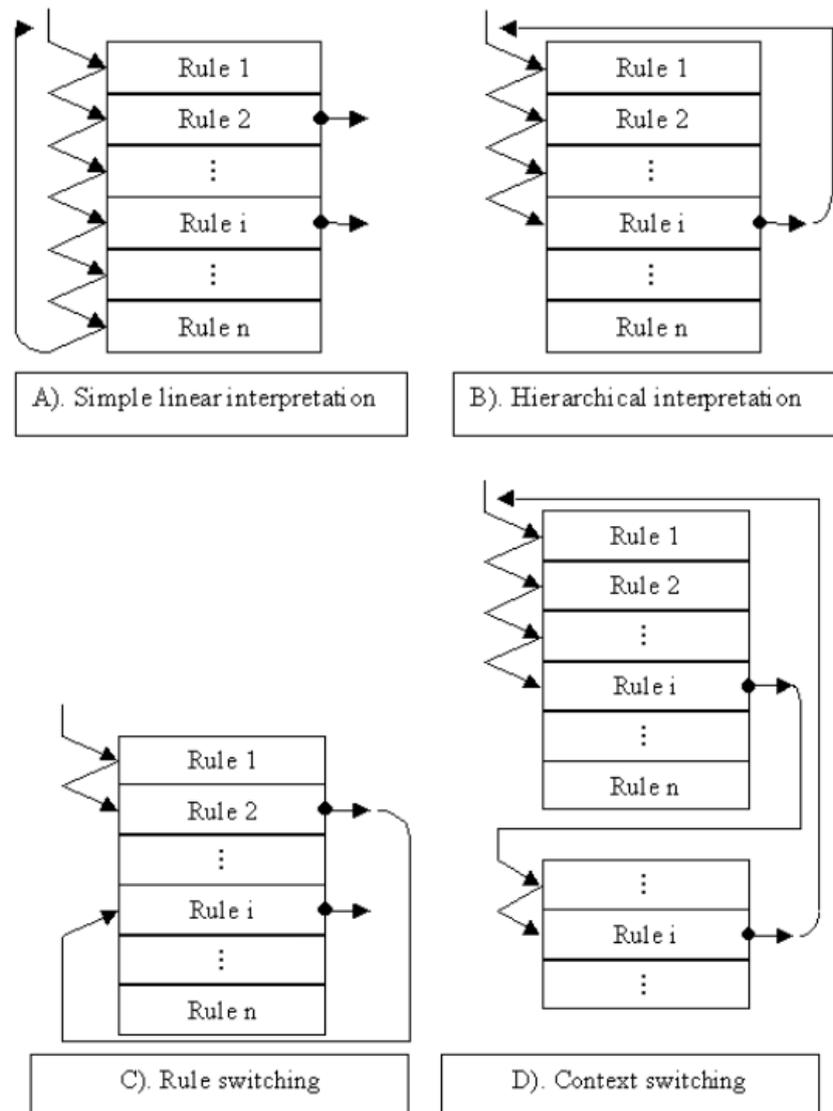


Figura 3.1: Modelos de interpretación de reglas. Fuente: eia.udg

### 3.2.2. Aprendizaje supervisado y no supervisado

El aprendizaje automático (AA), también conocido como machine learning (ML), es un subcampo de la informática y una rama de la inteligencia artificial que tiene como objetivo desarrollar tecnologías que permitan a las computadoras aprender. Se dice que el aprendizaje ocurre cuando el desempeño de un agente mejora con la experiencia y el uso de datos. (Moreno et al., 1994).

### ***Tipos de aprendizaje automático***

Los tipos de implementación de aprendizaje automático pueden clasificarse en cuatro categorías diferentes:

- Aprendizaje supervisado
- Aprendizaje no supervisado
- Aprendizaje semisupervisado
- Aprendizaje por refuerzo

### ***Aprendizaje Supervisado***

La máquina se entrena con ejemplos. Un modelo de aprendizaje supervisado consta de pares de datos de entrada y salida, donde la salida se denota como el valor esperado. Por ejemplo, digamos que el objetivo de la máquina es distinguir entre galletas y sentimientos. Un par de entradas binarias incluyen la imagen y la apariencia de la galleta. El resultado deseado para este par en particular es seleccionar la galleta para que ya se reconozca como el resultado correcto. (Arteaga, 2015a).

Utilizando algoritmos, el sistema recopila todos los datos de entrenamiento y comienza a identificar similitudes, diferencias y otros puntos de lógica hasta que puede predecir por sí mismo la respuesta a la pregunta "galleta o sentimiento". Los modelos aprendizaje supervisado se suelen usar en:

- **Problemas de clasificación:** identificación numérica, diagnóstico o detección de fraude de identidad.
- **Problemas de regresión:** predicción del tiempo, duración de la vida, crecimiento y desarrollo, etc.

Los algoritmos más habituales que se aplican en el aprendizaje supervisado son:

- Árboles de decisión
- Clasificación de Naïve Bayes
- Regresión por mínimos cuadrados
- Regresión Logística
- Support Vector Machines (SVM)
- Conjuntos de clasificadores

## ***Aprendizaje No Supervisado***

Los algoritmos de aprendizaje no supervisados se entrenan utilizando datos sin etiquetar. Analizan nuevos datos para establecer conexiones significativas entre entrada y salida. Pueden descubrir patrones y clasificar datos. Por ejemplo, los algoritmos no supervisados pueden agrupar artículos de noticias de diferentes sitios web en categorías comunes como deportes, delitos, etc. Pueden utilizar el procesamiento del lenguaje natural para comprender el significado y el tono de un artículo. En el comercio minorista, el aprendizaje no supervisado puede identificar patrones de compra de los clientes y proporcionar resultados de análisis de datos como: si un cliente también compra mantequilla, es más probable que compre pan. (Arteaga, 2015b).

Los modelos de aprendizaje no supervisados se suelen usar en:

- Problemas de Clustering
- Agrupamientos de coocurrencias
- Perfilado o profiling

Los algoritmos más habituales que se aplican en el aprendizaje no supervisado son:

- Algoritmos de Clustering
- Análisis de componentes principales
- Descomposición en valores singulares
- Análisis de componentes principales

## ***Aprendizaje Semisupervisado***

Este método combina aprendizaje supervisado y no supervisado. La técnica se basa en utilizar una pequeña cantidad de datos etiquetados y una gran cantidad de datos sin etiquetar para entrenar el sistema. Primero, los datos etiquetados se utilizan para entrenar parcialmente algoritmos de aprendizaje automático. Luego, el algoritmo semientrenado autoetiqueta los datos no etiquetados. Este proceso se llama pseudoetiquetado. Luego, el modelo se vuelve a entrenar en función de la combinación de datos resultante sin programación explícita.

La ventaja de este método es que no requiere una gran cantidad de datos etiquetados. Esto es muy útil cuando se trabaja con documentos largos, etc.



### ***Aprendizaje por Refuerzo***

El aprendizaje por refuerzo (RL) es un método para asociar valores de recompensa con diferentes acciones que debe realizar un algoritmo. Por lo tanto, el objetivo del modelo es acumular tantos puntos de bonificación como sea posible y alcanzar la meta final. Durante la última década, la mayoría de las aplicaciones prácticas del aprendizaje por refuerzo han tenido lugar en los videojuegos. Los algoritmos modernos de aprendizaje por refuerzo logran resultados impresionantes en videojuegos clásicos y modernos, superando a menudo a sus homólogos.

Aunque este enfoque funciona mejor en entornos de datos complejos e inseguros, rara vez se utiliza en entornos empresariales. No es eficaz para tareas bien definidas y los sesgos de los desarrolladores pueden afectar los resultados. Los científicos de datos pueden influir en los resultados diseñando recompensas.

#### **3.2.3. Aprendizaje por refuerzo**

El RL es una técnica de aprendizaje automático (ML) que entrena al software para tomar decisiones que logren resultados óptimos. Imita el proceso de aprendizaje de prueba y error que utilizan las personas para alcanzar sus objetivos. Las acciones de software que contribuyen al objetivo se mejoran, mientras que las acciones de software que se desvían del objetivo se ignoran. (Morales y González, 2012).

Los algoritmos de aprendizaje por refuerzo utilizan paradigmas de recompensa y castigo para procesar datos. Aprenden del feedback de cada acción y descubren por sí mismos la mejor manera de lograr el resultado final.

El algoritmo también puede manejar la gratificación retrasada. La mejor estrategia general puede requerir sacrificios a corto plazo, por lo que el mejor método disponible puede implicar alguna penalización o retroceso. El aprendizaje por refuerzo es una técnica poderosa que puede ayudar a los sistemas de inteligencia artificial a lograr resultados óptimos en entornos invisibles.

#### ***Funcionamiento del Aprendizaje por Refuerzo***

El proceso de aprendizaje de los algoritmos de aprendizaje por refuerzo (RL) es similar al aprendizaje por refuerzo de animales y humanos en psicología del comportamiento. Los algoritmos de aprendizaje por refuerzo imitan un proceso de aprendizaje similar. Pruebe diferentes actividades para aprender sobre los valores negativos y positivos asociados con lograr el mejor resultado de recompensa.

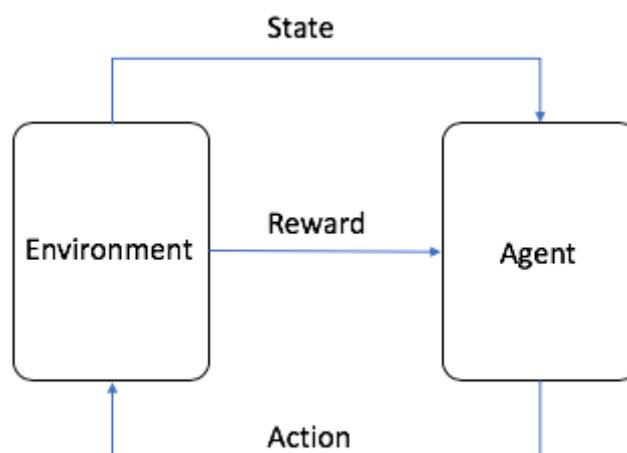
El aprendizaje por refuerzo tiene algunos conceptos clave:

- **El agente:** es un algoritmo de aprendizaje automático o un sistema autónomo.

- **El entorno:** es el entorno de problemas con atributos como variables, restricciones, reglas y operaciones válidas.
- **La acción:** son los pasos que sigue un agente de aprendizaje por refuerzo para navegar en su entorno.
- **El estado:** es el medio de un momento particular.
- **La recompensa:** es un valor positivo, negativo o cero el que realiza la acción.
- **La recompensa acumulada:** la suma de la recompensa o el valor final.

El aprendizaje por refuerzo se basa en el proceso de decisión de Markov, un modelo matemático de toma de decisiones que utiliza intervalos de tiempo discretos. En cada paso, el agente realiza una nueva acción, lo que da como resultado un nuevo estado del entorno. Además, el estado actual está relacionado con la secuencia de acciones anteriores.

Mediante prueba y error y moviéndose por el entorno, el agente crea un conjunto de reglas o estrategias condicionales. La estrategia le ayuda a decidir qué acciones tomar a continuación para obtener el mejor beneficio acumulativo. El agente también debe elegir si continúa explorando el entorno en busca de nuevas recompensas de acciones estatales o elige una acción conocida de alta recompensa para el estado determinado. A esto se le llama equilibrio entre exploración y explotación.



**Figura 3.2:** Aprendizaje por refuerzo.

### ***Algoritmos en Aprendizaje por Refuerzo***

En RL se utilizan diferentes algoritmos como:

- los métodos de gradiente de políticas.
- los métodos de Montecarlo.
- el aprendizaje por diferencia temporal.
- Q-learning

Todos estos algoritmos se pueden dividir en dos categorías.

- **RL basado en modelos:** generalmente se usa cuando el entorno está bien definido y no cambiará, y cuando las pruebas en un entorno real son difíciles.
- **RL sin modelos:** cuando el entorno es grande, complejo y difícil de describir. También es ideal cuando el entorno es desconocido y cambiante, y no existen inconvenientes obvios en las pruebas basadas en el entorno.

### ***Beneficios del Aprendizaje por Refuerzo***

El uso del RL tiene muchos beneficios, tiene muchos beneficios, pero los tres más destacables son:

- **Entornos complejos:** Los algoritmos de RL se pueden utilizar en entornos complejos con muchas reglas y dependencias. En el mismo entorno, aunque las personas tienen una comprensión más profunda del entorno, es posible que no puedan determinar el mejor camino. Por el contrario, los algoritmos de aprendizaje por refuerzo sin modelos pueden adaptarse rápidamente a entornos cambiantes y encontrar nuevas estrategias para optimizar los resultados.
- **Menos interacción humana:** Los humanos deben etiquetar pares de datos para guiar el algoritmo. Esto no es necesario cuando se utilizan algoritmos RL. El algoritmo puede aprender por sí solo. Al mismo tiempo, proporciona mecanismos para integrar la retroalimentación humana, permitiendo sistemas que se adaptan a las preferencias, experiencias y cambios de las personas.
- **Optimización con objetivos a largo plazo:** Se centra en maximizar las ganancias a largo plazo, lo que lo hace adecuado para escenarios donde las acciones tienen consecuencias a largo plazo. Es especialmente adecuado para situaciones del mundo real en las que no hay una recompensa inmediata por cada movimiento, ya que puede aprender de las recompensas retrasadas.

### 3.2.4. Aprendizaje profundo y Redes Neuronales

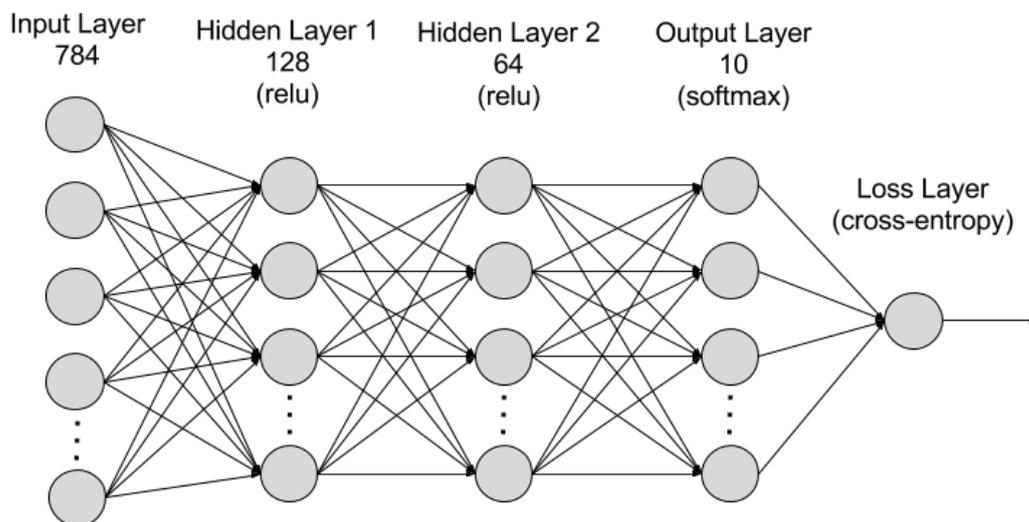
El aprendizaje profundo es una técnica de inteligencia artificial inspirada en el cerebro humano que enseña a las computadoras cómo procesar datos. Los modelos de aprendizaje profundo pueden identificar patrones complejos en imágenes, texto, sonido y otros datos para obtener información y predicciones precisas.

Se pueden utilizar técnicas de aprendizaje profundo para automatizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, como describir imágenes o transcribir archivos de audio a texto. (Díaz, 2021).

#### ***Funcionamiento del Aprendizaje Profundo***

El aprendizaje profundo es un subconjunto del aprendizaje automático. Los algoritmos de aprendizaje profundo surgieron para mejorar la eficacia de los métodos tradicionales de aprendizaje automático. Con los métodos tradicionales de aprendizaje automático, entrenar el software requiere mucho trabajo. (Amazon, s.f.).

Este tipo de aprendizaje se basa en redes neuronales, son algoritmos basados en el funcionamiento el cerebro humano. El entrenamiento con grandes cantidades de datos es lo que configura las neuronas de una red neuronal. El resultado es un modelo de aprendizaje profundo que puede procesar material nuevo después del entrenamiento. Los modelos de aprendizaje profundo recopilan información de múltiples fuentes y analizan esos datos instantáneamente sin intervención humana.



**Figura 3.3:** Aprendizaje profundo.

### ***Componentes de una red de Aprendizaje Profundo***

Estos son los componentes de una red neuronal profunda:

- **Capa de entrada:** una red neuronal artificial tiene varios nodos que introducen datos en esta. Estos nodos constituyen la capa de entrada del sistema.
- **Capa oculta:** la capa de entrada procesa los datos y los transmite a otras capas de la red neuronal. Estas capas ocultas procesan la información a diferentes niveles. Además, adaptan su comportamiento a medida que reciben nueva información. Las redes de aprendizaje profundo pueden tener cientos de capas ocultas que sirven para analizar un problema desde diferentes puntos de vista.
- **Capa de salida:** está formada por los nodos que emiten los datos de salida. Los modelos de aprendizaje profundo que arrojan como salida respuestas “sí” o “no” únicamente tienen dos nodos en la capa de salida. Por otro lado, los que arrojan como salida una mayor variedad de respuestas tienen más nodos.

### ***Aprendizaje Profundo y Redes Neuronales***

En términos sencillos, el aprendizaje profundo es un nombre para las redes neuronales con muchas capas.

Para comprender los datos como fotos o audio, las redes neuronales transfieren datos a través de capas de nodos interconectadas. Cuando la información pasa a través de una capa, cada nodo de esa capa realiza operaciones sencillas en los datos y transfiere los resultados a otros nodos de forma selectiva. Cada capa posterior se centra en una función de un nivel superior a la anterior hasta que la red crea la salida.

Entre la capa de entrada y la capa de salida hay capas ocultas. Aquí es donde se distinguen las redes neuronales y el aprendizaje profundo: una red neuronal básica puede tener una o dos capas ocultas, mientras que una red de aprendizaje profundo puede tener decenas o incluso cientos de capas. El aumento del número de capas y nodos diferentes puede aumentar la precisión de una red. Sin embargo, más capas también pueden significar que un modelo necesitará más parámetros y recursos de cálculo.

El aprendizaje profundo clasifica la información a través de capas de redes neuronales, que tienen un conjunto de entradas que reciben datos en bruto. Por ejemplo, si una red neuronal está entrenada con imágenes de pájaros, puede usarse para reconocer imágenes de pájaros. Con más capas se obtienen resultados más precisos, tales como distinguir un cuervo común de uno americano en comparación con distinguir un cuervo de una gallina. Las redes neuronales profundas, que están detrás de los algoritmos de aprendizaje profundo, tienen más capas ocultas entre los nodos de entrada y salida, lo que significa que son capaces de clasificar datos más complejos. Un algoritmo de

aprendizaje profundo debe ser entrenado con grandes conjuntos de datos, y cuantos más datos reciba, más preciso será.

Entrenar un modelo de aprendizaje profundo exige muchos recursos. Aquí es cuando la red neuronal ingiere entradas, que se procesan en capas ocultas usando pesos (parámetros que representan la resistencia de la conexión entre las entradas) que se ajustan durante el entrenamiento y, entonces, el modelo da como resultado una predicción. Las ponderaciones se ajustan en función de los insumos de entrenamiento para mejorar las predicciones. Los modelos de aprendizaje profundo dedican mucho tiempo a entrenar grandes cantidades de datos, por lo que los recursos informáticos de alto rendimiento son muy importantes.

Las GPU se optimizan para los cálculos de datos y están diseñadas para un rendimiento rápido de los cálculos matriciales a gran escala. Las GPU se adaptan mejor a la ejecución en paralelo del aprendizaje automático (machine learning, ML) a gran escala y los problemas de aprendizaje profundo. De esta manera, las aplicaciones de ML que realizan un gran número de cálculos con grandes cantidades de datos estructurados o no estructurados (como imágenes, texto y video) ofrecen un buen rendimiento.

### ***Usos del Aprendizaje Profundo***

El aprendizaje profundo tiene muchos casos de uso en los sectores automotriz, aeroespacial, manufacturero, electrónico y de investigación médica, entre otros. Estos casos de uso se pueden agrupar en categorías:

- **Visión artificial:** es la capacidad de la computadora para extraer información y conocimientos a partir de imágenes y videos. Las computadoras pueden utilizar técnicas de aprendizaje profundo para comprender las imágenes de la misma manera que lo hacen los humanos. Los usos más habituales son:
  - Moderación de contenido para la eliminación de imágenes y videos inapropiados.
  - Reconocimiento facial.
  - Clasificación de imágenes para la identificación de logotipos.
  
- **Reconocimiento de voz:** Los modelos de aprendizaje profundo pueden analizar el habla humana incluso cuando los patrones del habla, la entonación, el lenguaje y los acentos difieren. Asistentes virtuales como Amazon Alexa utilizan este reconocimiento de voz. Los usos más habituales son:
  - Clasificación de llamadas automáticas
  - Conversión de conversaciones clínicas en documentación a tiempo real
  - Subtítulos de videos y grabaciones de reuniones.
  
- **Procesamiento del lenguaje natural:** Las computadoras utilizan algoritmos de aprendizaje profundo para extraer información y significado de datos y documentos textuales. Los más habituales son:
  - Chatbots y agentes virtuales.



- Resumen automático de documentos.
- Análisis de documentos largos, correos electrónicos y formularios.
- Indexación de frases clave.
- **Motores de recomendaciones:** Las aplicaciones pueden utilizar técnicas de aprendizaje profundo para rastrear las acciones de los usuarios y desarrollar recomendaciones personalizadas. Los usos más comunes son:
  - Recopilación de datos para ofrecer recomendaciones personalizadas en las diferentes plataformas de streaming como Netflix, YouTube, Prime Video, etc.

### 3.3. Aplicaciones de la IA en videojuegos

#### 3.3.1. Personajes No Jugables (PNJ)

Los PNJ (Mayra, s.f.) o más comúnmente conocidos como Non Player Character (NPC) son personajes de un videojuego o de un entorno virtual controlados por la máquina o por la IA. Estos actúan como parte de la narrativa y la historia del juego en donde pueden desarrollar diferentes roles, como, por ejemplo:

- **Comerciantes:** son NPC que se dedican a vender y comprar objetos dentro del juego. Los jugadores pueden interactuar con ellos para adquirir equipo, mejoras o consumibles.
- **Aliados:** son personajes que se unen al jugador para ayudarlo en un momento puntual o durante toda su aventura. Pueden luchar junto a él, otorgarle habilidades especiales o desempeñar un papel importante en la trama del juego.
- **Enemigos:** estos NPC son controlados por el sistema y representan una amenaza para el jugador. Pueden ser monstruos, soldados, criaturas hostiles u otros adversarios a los que el jugador debe enfrentarse.
- **Personajes secundarios:** no participan directamente en la jugabilidad, pero tienen un papel importante en la historia o en las misiones del juego. Pueden dar información, entregar misiones o interactuar con el jugador.
- **Ciudadanos:** pueden ser habitantes de una ciudad, transeúntes, animales, etc. Pueblan el entorno virtual y su función es crear una sensación de vida y realismo.
- **Proporcionar misiones:** Se encargan de dar misiones al jugador, mediante una serie de objetivos que el jugador debe cumplir para avanzar en la historia o recibir recompensas.

- **NPC de apoyo:** Ofrecen servicios como reparar equipo, entrenamiento, transporte. Ayudan al jugador a mejorar sus habilidades o facilitan su progreso en el juego.

Estos NPC los podemos encontrar en diferentes tipos de aventuras virtuales como, por ejemplo:

- Juegos de rol (RPG)
- Juegos de Acción
- Juegos de simulación

### **3.3.1.1. IA para la creación de NPC**

Los NPC son una parte esencial de muchos juegos, ya que proporcionan interacción, inmersión y desafío para el jugador. Sin embargo, crear NPC realistas y creíbles no es una tarea fácil, ya que deben tener comportamientos, emociones y personalidades complejas y adaptativas. La IA puede ayudar a los desarrolladores de juegos a lograr este objetivo, mediante el uso de diversas técnicas y herramientas para diseñar, implementar y probar la lógica de los NPC (Gallardo, 2018).

#### ***Árboles de comportamiento***

Una de las técnicas de IA más comunes y populares para implementar la lógica de los NPC son los árboles de comportamiento. Los árboles de comportamiento son estructuras jerárquicas que definen cómo debe actuar un NPC en diferentes situaciones, en función de las condiciones, acciones y transiciones. Por ejemplo, un árbol de comportamiento para un PNJ guardia puede tener un nodo raíz que comprueba si el PNJ está alerta o inactivo, y luego se ramifica en diferentes subárboles para cada estado. En el estado de alerta, el PNJ puede realizar acciones como buscar al jugador, perseguirlo o dispararle, dependiendo de la distancia, la visibilidad y la salud del jugador. En el estado inactivo, el NPC puede realizar acciones como patrullar, hablar con otros NPC o descansar, dependiendo de la hora, la ubicación y el estado de ánimo del NPC. Los árboles de comportamiento son fáciles de crear y modificar, ya que se pueden visualizar y editar mediante herramientas gráficas, como el editor de árboles de comportamiento de Unreal Engine.

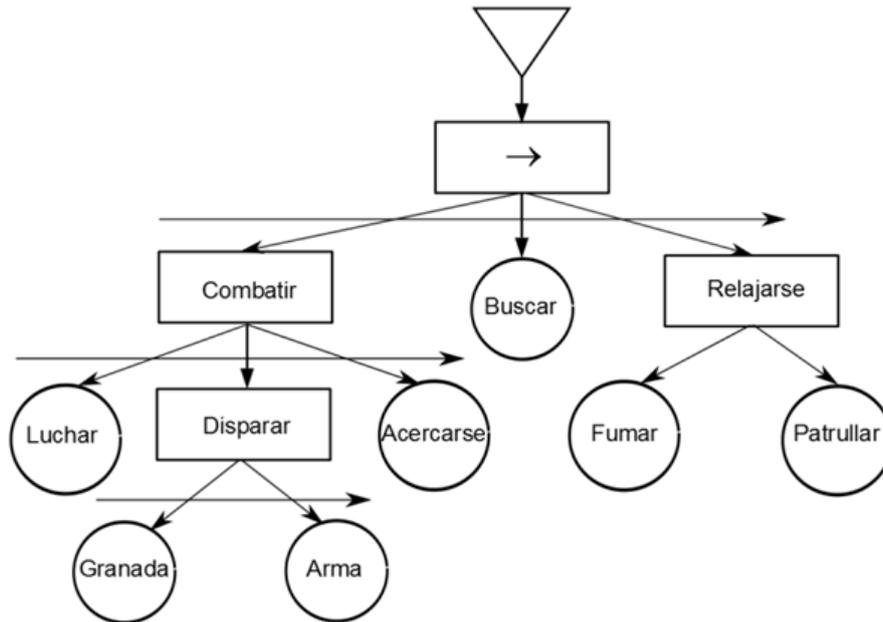


Figura 3.4: Diagrama árbol de comportamiento.

### Máquinas de estados finitos

Otra técnica de IA común y simple para la lógica de los NPC son las máquinas de estado finito. Las máquinas de estados finitos son modelos que representan los estados y las transiciones de un NPC, basados en entradas y salidas. Por ejemplo, una máquina de estados finitos para un NPC zombi puede tener estados como deambular, perseguir, atacar y morir, y transiciones basadas en la proximidad y la salud del jugador y el NPC. Las máquinas de estados finitos son fáciles de implementar y depurar, ya que se pueden codificar mediante instrucciones switch o enumeraciones, y se pueden mostrar mediante diagramas o tablas.

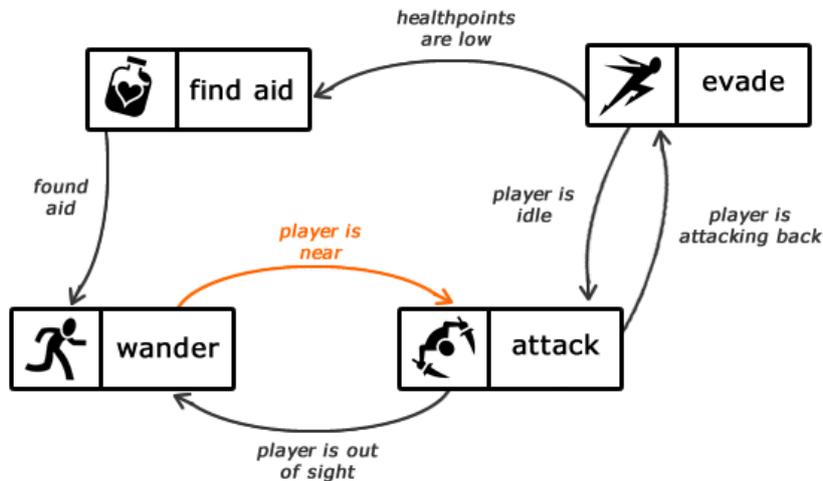


Figura 3.5: Representación máquina de estados finitos.

## ***Lógica difusa***

Una técnica de IA más avanzada y flexible para la lógica de los NPC es la lógica difusa. La lógica difusa es una forma de lógica que se ocupa de la incertidumbre y la ambigüedad, mediante el uso de grados de verdad en lugar de valores binarios. Por ejemplo, un sistema de lógica difusa para un PNJ soldado podría usar variables como el coraje, la ira y el miedo, y asignarles valores entre 0 y 1, en lugar de verdadero o falso. Luego, el sistema podría usar reglas y funciones para determinar cómo estas variables afectan las acciones del NPC, como disparar, retirarse o pedir refuerzos. La lógica difusa puede crear NPC más realistas y dinámicos, ya que pueden reaccionar a diferentes situaciones de diferentes maneras, en función de sus emociones y personalidad.

## ***Aprendizaje automático***

Tal y como hemos nombrado en una sección anterior, el aprendizaje automático es una técnica de IA potente y de tendencia para la lógica de los NPC es el aprendizaje automático. El aprendizaje automático es una rama de la IA que permite a los NPC aprender de los datos y la experiencia, en lugar de seguir reglas o scripts predefinidos. Por ejemplo, un sistema de aprendizaje automático para un NPC de carreras podría usar redes neuronales o aprendizaje por refuerzo para entrenar al NPC para que conduzca más rápido y de manera más inteligente, mediante el uso de sensores, recompensas y penalizaciones. El aprendizaje automático puede crear NPC más inteligentes y adaptables, ya que pueden mejorar su rendimiento y comportamiento con el tiempo, en función de sus comentarios y entorno.

## ***Procesamiento natural del lenguaje***

Una última e importante técnica de IA para la lógica de los NPC es el procesamiento del lenguaje natural. El procesamiento del lenguaje natural es una rama de la IA que permite a los NPC comprender y generar lenguaje natural, como el habla y el texto. Por ejemplo, un sistema de procesamiento de lenguaje natural para un NPC comerciante podría utilizar el reconocimiento de voz, la comprensión del lenguaje natural y la generación de lenguaje natural para interactuar con el jugador, escuchando las solicitudes del jugador, extrayendo el significado y la intención, y produciendo respuestas adecuadas. El procesamiento del lenguaje natural puede crear NPC más interactivos e inmersivos, ya que pueden comunicarse con el jugador de una manera natural y realista.



### 3.3.1.2. Nvidia y el futuro de los NPC

En el COMPUTEX 2023 Nvidia anunció el futuro de los NPCs con el NVIDIA Avatar Cloud Engine (ACE) para Juegos. NVIDIA ACE for Games es un servicio de modelos de IA personalizado que tiene como objetivo transformar los juegos llevando la inteligencia a personajes no jugables (NPC) a través de interacciones de lenguaje natural impulsados por IA (Andrew, 2023).

*“La IA generativa tiene el potencial de revolucionar la interactividad que los jugadores pueden tener con los personajes de los juegos y aumentar drásticamente la inmersión en los juegos”*

En el núcleo de la tecnología ACE se encuentran sistemas como NVIDIA Audio2Face (A2F), que genera expresiones faciales a partir de señales de audio, y NVIDIA Riva Automatic Speech Recognition (ASR), que permite desarrollar conversaciones en varios idiomas. Por lo tanto, NVIDIA se dirige hacia una experiencia de usuario que se espera sea más personalizada y multilingüe, expandiendo las posibilidades del diseño de avatares digitales y la interacción usuario-avatar.

La introducción de los microservicios ACE ha sido acogida con interés en el sector. Empresas como Charisma.AI, Ubisoft y Tencent ya están implementando estas soluciones en sus proyectos. La inclusión de modelos de IA generativa representa un pilar fundamental en la evolución de interacciones con NPC, apuntando a una experiencia de usuario enriquecida y orgánica en juegos y aplicaciones digitales.

### 3.3.2. Generación procedural de contenido

El modelado procedural es una técnica en el ámbito del diseño gráfico e informática que permite la generación automática de contenido mediante algoritmos y reglas predefinidas en lugar de crearlo manualmente. Este enfoque, basado en la lógica y en las matemáticas, ofrece flexibilidad y eficiencia en la creación de contenido digital, ya que permite generar una amplia variedad de elementos de manera automática y ajustable mediante la modificación de parámetros, sin tener que diseñar cada detalle de forma individual.

Pero ¿a qué nos referimos con contenido? Prácticamente a casi todo aquello que podemos encontrar en un videojuego, desde objetos por el mundo, la música y una gran variedad de historias y misiones incluyendo las propias reglas del juego. El contenido generado debe de tener un sentido y una utilidad dentro del contexto del juego. Si es un objeto, deberíamos de poder usarlo para finalizar una misión o equiparlo a nuestro personaje, si es una decoración, debería de estar en el contexto adecuado.

Títulos famosos como Rogue del año 1980, juego que creó el género roguelike, usaba estos mecanismos. Rogue, al igual que muchos juegos actuales como los que ya hemos nombrado anteriormente como Minecraft, No Man's Sky y otros muchos, son juegos referentes para este tipo de técnicas de creación de contenido.

## ***Diferencias entre procedural y aleatorio***

Es muy importante diferenciar entre la generación procedural y la generación aleatoria de contenido. Por mucho que a simple vista puedan parecer sinónimos o iguales inclusive, realmente hay una clara diferencia entre ambos. La generación aleatoria está basada en el azar, en estadísticas y probabilidades.

La generación procedural se basa en procedimientos y en seguir unos algoritmos que normalmente tienen en cuenta una gran variedad de factores. Estos pueden ser externos a la propia generación o pueden ser el resultado de anteriores, por lo tanto, los contenidos que se generan están supeditados a un mayor número de datos a evaluar.

## ***Clasificación y taxonomía***

La generación procedural de contenido (Barriga, 2019a) no es un problema trivial, ya que estas técnicas pueden ser aplicadas a los diferentes factores de los que se componen los videojuegos, desde lo más bajo como la música o las texturas, llegando a un nivel más abstracto como sus propias reglas. Existen una gran variedad de algoritmos PCG. Hay dos formas de agrupar estos algoritmos:

- Por contenido generado
- Aspectos técnicos

Dentro del primer punto, por contenido generado, podemos diferenciar seis clases, cinco de ellas dedicadas exclusivamente al videojuego y una orientada a atraer a nuevos jugadores:



**Figura 3.6:** Clasificación de generación procedural de contenido.

- **Capa 1:** también conocida como Game bits, donde encontramos los componentes de más bajo nivel en un juego, como son las texturas, sonidos, vegetación etc.
- **Capa 2:** es el espacio de un juego, podría ser un nivel de juego o un entorno desarrollado,
- **Capa 3:** sistemas de juego, son los componentes que hacen que el juego parezca más realista, junto con aquellos detalles que hacen que te puedas sumergir en el entorno.
- **Capa 4:** son los escenarios o las fases del juego, compuesta por el orden en el que ocurren los eventos del juego como por ejemplo la narrativa.
- **Capa 5:** diseño del juego, compuesto de las reglas y patrones para jugar.
- **Capa 6:** contenido derivado, en el que se incluyen imágenes y noticias del juego.

Por otro lado, como parte de aspectos técnicos tenemos:

- **Offline u Online:** diferencia entre el contenido que se genera en tiempo de ejecución del juego o el contenido ya establecido anteriormente que se crea antes del comienzo de un juego.
- **Opcional o Necesario:** contenido que es necesario u obligatorio para alcanzar un objetivo, frente a un contenido que puede ser simplemente decorativo.
- **Grado y dimensiones de control:** añade el control sobre el nivel de generación de contenido a través de parámetros modificables por el usuario.
- **Genérico o Adaptativo:** el genérico es aquel que siempre se genera de la misma forma, mientras que el adaptativo se va modificando conforme van sucediendo diferentes hechos.
- **Estocástico o Determinista:** algoritmos estocásticos capaces de crear contenido cada vez diferente frente a algoritmos deterministas que siempre producen el mismo resultado.
- **Constructivo o Generar y probar:** creación única de contenido frente a una generación de contenido constante mientras se prueba para su continua mejora.
- **Generación automática o autoría mixta:** generación de contenido producida en su totalidad por un algoritmo frente a un algoritmo que tiene en cuenta los parámetros de entrada escogidos por el jugador.

## **PCGML y Aprendizaje Automático**

La generación de contenido de procedimiento a través de Machine Learning (PCGML) se define como la generación de contenido de juego utilizando modelos de aprendizaje automático formados sobre el contenido existente. A medida que aumenta la importancia de PCG para el desarrollo de juegos, los investigadores exploran nuevas vías para generar contenido de alta calidad con o sin participación humana (Barriga, 2019b).

PCGML puede ofrecer una gran cantidad de contenido tanto en entidades del juego como en las propias mecánicas de este. Generalmente, sin el uso de esta técnica, la experiencia del jugador se ve aferrada a la repetición del juego sin ninguna variante. Sin embargo, esto va a variar significativamente con la ayuda del aprendizaje automático, por ejemplo, un jugador podría volver a jugar un juego con un comportamiento diferente debido a que los eventos del juego han variado y por tanto sus acciones han sido distintas.

### **3.3.3. Dificultad adaptativa**

La dificultad en los videojuegos es increíblemente subjetiva y varía de un jugador a otro. Se podría definir la dificultad de los videojuegos como la medida en la que un juego desafía a un jugador en relación con su nivel de habilidad. Podemos clasificar las formas que existen de establecer una dificultad en dos:

- **Mediante ajustes preestablecidos**

La forma más extendida en los juegos a la hora de establecer una dificultad por parte de los desarrolladores en un videojuego es a través de parámetros de dificultad preestablecidos. Estos son los modos 'Fácil', 'Medio', 'Difícil'. Estos nombres pueden variar dependiendo el tipo de juego y de los desarrolladores, añadiendo aún más dificultades como puede ser el caso de los juegos de Diablo de Activision Blizzard, con sus modos pesadilla.

Estos ajustes a menudo pueden incluir ajustes a la salud y el ataque del enemigo, la cantidad de objetos, munición que te puedes encontrar o incluso cambiar la posición de los tipos de enemigos.



- **Equilibrio dinámico**

La segunda forma en que un desarrollador puede ofrecer a los jugadores un desafío continuo es mediante el uso de técnicas de ajuste dinámico de la dificultad.

El juego ajustará los parámetros de dificultad de forma rápida y variable dependiendo de la destreza del jugador. Un buen ejemplo de este sistema es Alien Isolation, que hace uso de la IA en el alienígena que te acecha durante la mayor parte del juego. Si bien Alien Isolation contiene ajustes preestablecidos, la forma en que implementa su IA es muy ingeniosa, ya que el juego usa ciertos parámetros para monitorizar al jugador durante la partida y ajustar la IA del enemigo en consecuencia. Además, el juego desbloquea diferentes comportamientos enemigos en función de tu desarrollo en la partida como jugador.

### ***Sony y la dificultad adaptativa***

El 7 de diciembre de 2023 la compañía de videojuegos Sony, desarrolló una patente que pretende adaptar la dificultad de los videojuegos según las habilidades de cada jugador llamada *Calibración adaptativa de la dificultad para actividades basadas en habilidades en entornos virtuales*. (Victoria et al., 2023a)

La principal diferencia con respecto a otros sistemas de dificultad que otras empresas habían intentado en el pasado, es que la dificultad adaptativa de Sony analiza los datos del usuario y tras compararlos con su comportamiento en una partida, modifica la dificultad del juego en tiempo real.

Para esto, el sistema utiliza automáticamente servidores y tecnología en la nube para que el jugador no deba intervenir y así, disfrutar de una experiencia más fluida. Por otro lado, a medida que el jugador avanza en los niveles, es capaz de adaptar la fuerza de su personaje, el número de enemigos, las recompensas y las penalizaciones. De esta forma, espera cumplir con las capacidades y expectativas de cada jugador.

### ***La importancia de la dificultad adaptativa***

En este sentido, la dificultad adaptativa tiene como objetivo principal evitar la frustración de los que comienzan en el mundo de los juegos, a la vez que busca crear experiencias desafiantes para los jugadores más experimentados.

Según lo descrito en la patente mencionada en el punto anterior:

*La dificultad fija de los juegos actuales puede frustrar a los usuarios que pasan de un nivel intermedio a uno más alto, donde su desempeño se ve afectado negativamente.* (Victoria et al., 2023a).

Por lo tanto, con este nuevo tipo de dificultad, los jugadores podrían no solo disfrutar de historias más inmersivas sino también, podrían llegar a mejorar considerablemente sus habilidades, evitando que abandonen el juego ya sea porque se sienten abrumados o aburridos por la dificultad.

## 4. Estudio de caso

---

En este capítulo se presentan dos juegos en la que la historia la marca el propio jugador, aplicando las técnicas generativas mencionadas en los puntos anteriores.

### 4.1. Façade

Es un drama interactivo en tiempo real en el que los jugadores se comunican directamente con los NPC en una breve y dramática situación. Es uno de los pocos casos en los que un proyecto de investigación académica logró alcanzar un estatus y popularidad global. En este apartado, profundizaremos en el funcionamiento de Façade, destacando los años de investigación y desarrollo necesarios para hacerlo posible, así como cada capa de los sistemas de IA del juego que tuvieron que ser inventados para que pudiera funcionar (Mateas y Stern, 2005).

Façade fue desarrollado por dos personas, Andrew Stern y Michael Mateas. Antes de la producción del juego, Andrew era un desarrollador y diseñador de juegos en PF.Magic en San Francisco, y había trabajado en varios títulos de la popular serie Petz. Por su parte, Michael era estudiante de doctorado en la Universidad de Carnegie Mellon, y su investigación temprana en ese momento se centraba en la construcción de avatares físicos y digitales que expresaran algún tipo de inteligencia capaz de establecer conexiones emocionales con los usuarios humanos. Ambos estaban interesados en la idea de personajes y sistemas interactivos autónomos. Su interés mutuo en los avatares inteligentes los llevó a perseguir el siguiente paso: actores inteligentes y la creación de un drama interactivo.

En Façade, los jugadores son invitados al apartamento de Grace y Trip, una pareja casada que se conoció gracias al personaje del jugador en la universidad. Sin embargo, las cosas no van bien en su relación y la visita del jugador esa noche es el momento decisivo para su matrimonio. El jugador se ve arrastrado sin saberlo a juegos psicológicos pasivo-agresivos mientras la pareja se enfrenta acerca de sus hobbies, elecciones de carrera, familias, vida sexual y mucho más. Los jugadores interactúan con la pareja vagando por el apartamento e interactuando con objetos y muebles de la casa, o charlando directamente con ellos. Lo que hace que Façade destaque de otros juegos es que puedes hablar con Grace y Trip escribiendo en el teclado, y los personajes interpretan tus entradas y responden en consecuencia. Reaccionan con alegría, sorpresa, risas, disgusto o incluso ira cuando desafías sus puntos de vista, les das un cumplido por sus decisiones, les preguntas sobre temas que no quieren discutir o simplemente los insultas directamente. En última instancia, dependiendo de tus acciones, el juego tendrá uno de varios finales predefinidos. Si ayudas a la pareja a resolver sus problemas con éxito, su amor se reavivará y te pedirán educadamente que te vayas. Sin embargo, como en la vida real, este es un proceso difícil de navegar y fácilmente se puede caer en uno de los muchos finales malos. Los jugadores pueden ser expulsados de la casa por su trato hacia la pareja o por otro comportamiento antisocial, con Trip obligándote a salir por la puerta. De hecho, incluso puedes hacer

que Trip te cierre la puerta en la cara al principio si lo insultas exitosamente. Incluso puedes ignorar el drama que te espera y simplemente darte la vuelta y volver al ascensor. Sin embargo, los demás finales malos se producen por tus continuas discusiones con la pareja, donde Grace puede decidir dejar a Trip o viceversa, o incluso puedes ser expulsado después de que no se resuelva nada, solo para que la pareja siga peleando y discutiendo después de que hayas dejado el apartamento (Toolify, 2024).



**Figura 4.1:** Captura in-game de Grace y Trip

Façade tiene un lugar especial en la historia de la IA en los videojuegos: es un proyecto de investigación que ha alcanzado el estatus de culto. Un juego peculiar y selecto que destaca como una de las aplicaciones más innovadoras de su tiempo. Este emocionante y dramático entorno permite a los jugadores interactuar y dar forma a la historia mientras sucede. A pesar de su éxito, el juego es más famoso por lo que sale mal debido a la libertad del jugador. Su capacidad para reaccionar o no ajustarse al comportamiento del jugador, que va desde lo perfectamente normal hasta lo completamente irracional, ha generado gran cantidad de material cómico. Su estatus de culto significa que muchas personas no son conscientes de sus orígenes en la investigación de IA y lo conocen únicamente por los memes que genera. Sin embargo, el juego es solo el comienzo de una historia más grande de sus desarrolladores, que buscan crear un drama completamente interactivo y han dado un gran paso en la realidad de hacerlo.

#### 4.1.1. El Procesamiento del Lenguaje Natural

La característica principal de *Façade* es el sistema que lee las entradas del teclado del jugador. Esto es lo que se conoce en Inteligencia Artificial como un problema de procesamiento y comprensión del lenguaje natural. Si bien la tecnología detrás de esto ha avanzado significativamente en los últimos años, con tecnología comercial de reconocimiento de voz y texto de alta calidad cada vez más común, esto era un problema importante por resolver hace 20 años (Michael y Andrew, s.f.a).



**Figura 4.2:** Captura in-game de Grace y Trip con la interacción del jugador.

El procesamiento del lenguaje natural en *Façade* se divide en dos fases: primero, mapea el texto a uno de los aproximadamente 30 actos discursivos, reconociendo si el jugador está criticando o coqueteando con un personaje en particular. Una vez que se establece el acto discursivo, se asigna un JDB (comportamiento de diálogo conjunto) al Drama Manager, también conocido como el ritmo de la secuencia, y se introduce en el juego.

La detección del acto discursivo se realiza a través de una serie de reglas que reconocen expresiones y declaraciones típicas de los usuarios. Hay más de 800 reglas incorporadas en *Façade*, que permiten reconocer comportamientos que van desde saludos hasta expresiones de emociones particulares, confusión, disculpas, críticas, elogios y mucho más. Todas estas reglas están escritas a mano y están diseñadas para transformar una oración específica en un JDB correspondiente para el Drama Manager. Las reglas suelen ser bastante complejas, ya que deben diferenciar entre hechos posicionales ("eso luce genial") y cumplidos ("te ves genial"), múltiples hechos en la misma oración, negaciones dobles como decir "no estoy mal" cuando en realidad significa "estoy bien". Además, el sistema puede reconocer alrededor de 1000 expresiones típicas utilizadas en el idioma español, que van desde llamar a algo "pan comido" hasta decirle a alguien que "se calle".

### 4.1.2. Arquitectura

La arquitectura de Façade integra interacción a nivel de historia (gestión del drama), agentes creíbles y procesamiento superficial del lenguaje natural en el contexto de un drama interactivo en primera persona, gráfico y en tiempo real. Esta es la primera arquitectura publicada que integra todas estas piezas. La principal contribución arquitectónica de Façade, además de lograr la integración en sí misma, es el soporte arquitectónico para crear ritmos dramáticos, un nivel arquitectónico que combina aspectos del personaje y la historia (Michael y Andrew, s.f.b).

Todo el sistema se implementó desde cero en la plataforma Windows XP. Se desarrollaron los siguientes lenguajes de autor:

- Un lenguaje de comportamiento o en inglés A Behavior Language (ABL), un lenguaje de planificación reactivo basado en Hap, que apoya comportamientos secuenciales y paralelos, incluidos comportamientos conjuntos. El compilador se implementó en Java y javaCC y compila en Java.
- Lenguaje de plantillas de comprensión del lenguaje natural (NLU), un lenguaje de reglas de plantillas de encadenamiento directo para especificar plantillas que asignan texto de superficie escrito por el jugador a actos de discurso. El compilador se implementó en Java y javaCC, y compila en Jess, una implementación java del lenguaje de reglas CLIPS.
- El lenguaje Reaction Decider, un lenguaje de reglas de encadenamiento hacia adelante para proponer y seleccionar reacciones a actos de discurso que se ejecuta sobre Jess con rutinas de soporte Java.
- Beat Sequencing language, un lenguaje especializado en la gestión dramática. El compilador se implementó en Java y javaCC y compila en Java.

Façade además tiene varios hilos que discurren en paralelo:

- El mundo de la historia en 3D renderizado en tiempo real y no fotorrealista, incluido el entorno, los objetos y los cuerpos de los personajes. Escrito en C++ con OpenGL.
- El agente creíble Trip. Escrito en ABL.
- La agente creíble Grace. Escrito en ABL.
- El agente avatar del jugador. Escrito en ABL que reconoce las acciones del jugador.
- Procesamiento del lenguaje natural (NLP), que ejecuta plantillas y reglas de decisión de reacción.
- El director de drama, las secuencias de ritmos descritas en el lenguaje de secuenciación de ritmos.



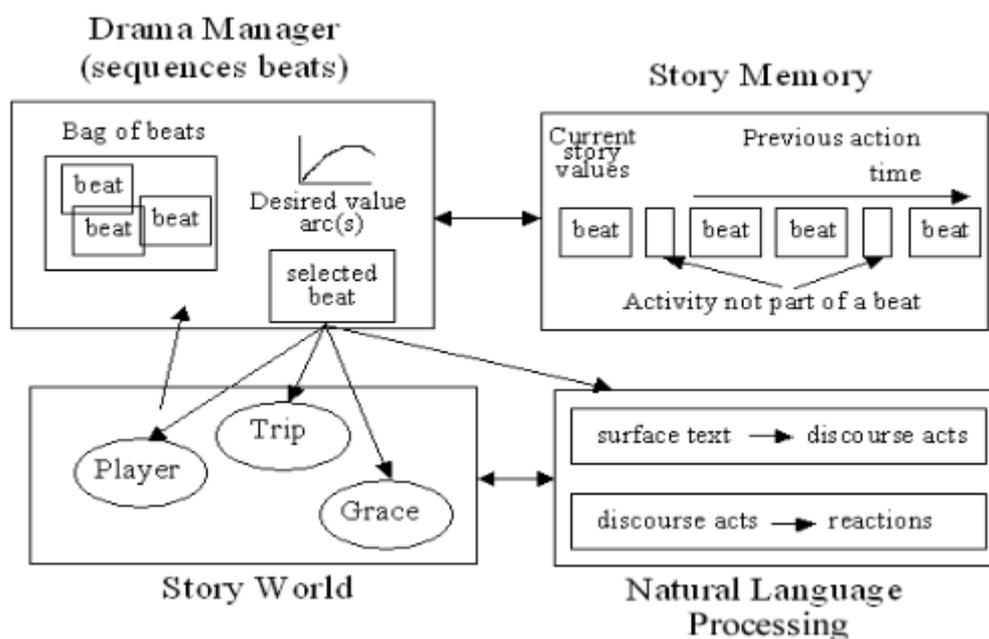


Figura 4.3: Diagrama de secuencia de Façade.

#### 4.1.3. Mundo narrativo e interfaz 3D

El mundo de la historia 3D renderizado en tiempo real de Façade está implementado en C++ con OpenGL. La animación de personajes (cuerpo y rostro) se logra mediante una combinación de animación de procedimientos y datos de animación de fotogramas clave en capas. Se implementó un lenguaje de secuencias de comandos simple que puede secuenciar fotogramas individuales de animación del cuerpo de y anotar líneas pregrabadas de diálogos de audio con sincronización de labios, sincronización y señales de énfasis.

El mundo de la historia consta de los cuerpos animados de Grace y Trip y su apartamento, principalmente una gran sala de estar amueblada donde tiene lugar la acción del drama. La interfaz es en primera persona en un espacio 3D y se navega con las teclas de flecha. El ratón controla un pequeño cursor con forma de mano con el que el jugador recoge y utiliza objetos. El jugador puede hacer clic en Grace y Trip en sus hombros para consolarlos o abrazarlos, o hacer clic en sus labios para besarlos. Para hablar, el jugador escribe el texto que aparece en la parte inferior de la pantalla, como subtítulos. El discurso es continuo y en tiempo real, no por turnos. Si el jugador ingresa texto mientras Grace o Trip están hablando, los interrumpe en el momento en que se presiona la tecla Intro.



Figura 4.4: Interacción del jugador dentro del juego.

#### 4.1.4. Agentes y el lenguaje ABL

Un requisito clave para crear agentes creíbles y realistas es dotarlos de la capacidad de realizar varias actividades inteligentes en paralelo: por ejemplo, mirar, hablar, caminar, utilizar objetos, gesticular con las manos y transmitir expresiones faciales, todo al mismo tiempo. Los agentes creíbles Trip y Grace están compuestos por una gran colección de comportamientos paralelos, secuenciales y conjuntos escritos en ABL.

En ABL, una actividad, por ejemplo, caminar hacia el jugador o hablar una línea de diálogo, se representa como una meta, y cada meta recibe uno o más comportamientos para cumplir su tarea. Un objetivo activo elige uno de sus comportamientos para intentarlo. Un comportamiento es una serie de pasos, que pueden ocurrir secuencialmente o en paralelo. Normalmente, una vez que un comportamiento completa todos sus pasos, tiene éxito y desaparece. Sin embargo, si alguno de sus pasos falla, entonces el comportamiento en sí falla y la meta intenta encontrar una conducta diferente para realizar su tarea, fallando si no se puede encontrar dicha conducta alternativa. Además, una conducta puede tener submetas en su propio conjunto de metas, y comportamientos. Para realizar un seguimiento de todas las metas y comportamientos activos y las relaciones entre submetas, ABL mantiene un árbol de comportamiento activo (ABT).

Los comportamientos están creados para mezclar limpiamente sus acciones con el fin de modular la animación del cuerpo y el rostro del personaje en el mundo de la historia animada, para sentir información sobre el mundo y para realizar reacciones locales, específicas del contexto, a las acciones del jugador.

El paradigma de combinar comportamientos secuenciales y paralelos, y propagar su éxito y fracaso a través del ABT, es la base del poder de ABL como lenguaje para crear agentes creíbles, frente a lenguajes puramente secuenciales como C++ o Java, donde se debe gestionar el paralelismo. ABL es un lenguaje de programación multiproceso, lo

que hace que sea muy fácil crear mezclas de comportamientos, una característica poderosa, pero que puede salirse de control rápidamente. De esta manera, programar ABL es un desafío. Una característica importante de ABL es el soporte para comportamientos conjuntos sincronizados, lo que ayuda al autor a aprovechar el poder de la programación multiproceso.

#### 4.1.5. Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN)

Aquí describimos brevemente cómo el texto escrito por el jugador ("texto superficial") y los gestos discretos se mapean en actos discursivos, y cómo los actos discursivos se mapean en reacciones. Por ejemplo, si el jugador escribe "Grace no está diciendo la verdad", el sistema de PNL es responsable de determinar que se trata de una forma de crítica y decidir qué reacción deben tener Grace y Trip ante la crítica en el contexto actual. El procesamiento general del lenguaje natural es, por supuesto, un problema notoriamente difícil. Construir un sistema que pueda comprender expresiones abiertas del lenguaje natural requeriría razonamiento de sentido común, la enorme masa abierta de competencias, conocimientos y habilidades de razonamiento sensoriomotoras que los seres humanos utilizan en sus relaciones cotidianas con el mundo. Si bien Façade es una representación dramáticamente realizada de la situación específica del matrimonio de una pareja que se desmorona, no el mundo entero, todavía no existen teorías, técnicas o sistemas generales que puedan manejar la amplitud sintáctica, semántica y pragmática del uso del lenguaje que ocurre en Façade. En cambio, Façade hace uso de recursos específicos, para comprender el lenguaje natural escrito por el jugador (Michael y Andrew, s.f.c).

**La Fase uno** de la PNL implica el reconocimiento de actos discursivos a partir del texto superficial, logrado mediante reglas escritas en un lenguaje de plantilla NLU personalizado, que se compila en Jess. Este lenguaje de reglas personalizado se parece a Jess con la adición de un lenguaje de descripción de plantilla integrado que permite que aparezcan descripciones compactas de patrones de texto superficiales en el lado izquierdo de las reglas. Las reglas de plantilla asignan "islas" de patrones en el texto superficial a significados intermedios, que luego se encadenan para producir los actos discursivos finales, capturando el significado pragmático del texto superficial. Las reglas modelo para Façade pecan de excesivamente permisivas, al asignar un gran número de entradas, incluidas las agramaticales, a actos de discurso

**La Fase dos** de la PNL elige una reacción potencial al acto discursivo para que el ritmo actual del juego se mezcle con su desempeño en curso. Para cada ritmo se crea un conjunto local de reglas personalizadas específicas (un contexto), escritas en el lenguaje Reaction Decider, también construido sobre Jess. Además, un ritmo normalmente activa conjuntos de reglas globales, compartidas y reutilizables, llamados contextos globales. Cada contexto tiene reglas para mapear algunos o todos los 40 tipos de actos discursivos a una reacción propuesta, que, si se selecciona, el ritmo se mezclará con su interpretación. Como mínimo, los contextos locales pueden reaccionar ante un acuerdo leve o fuerte, un desacuerdo o una respuesta indirecta del jugador a la pregunta o situación planteada en este ritmo. Si el acto discursivo queda fuera del dominio de lo

que el contexto local estaba escuchando, el contexto global activo siempre está listo con una reacción general para proponer, elegida entre un conjunto de cientos de reacciones, incluidas reacciones a los movimientos de afinidad del jugador (ej., elogios, críticas, coqueteos), referencias a objetos y temas relacionados (p. ej., matrimonio, infidelidad).

#### 4.1.6. Drama Manager

El Drama Manager, también conocido como secuenciador de beats, decide qué beats de la historia se ejecutarán en tiempo real durante la ejecución del juego. Observa el estado actual de la historia y de los personajes y decide qué beats no utilizados ayudarán a avanzar la historia de acuerdo con el arco de tensión previsto. Solo se activa un beat a la vez y, según lo que suceda en el juego, o más bien lo que haga el jugador, puede decidir modificar o cambiar el beat actual en consecuencia. El juego tiene 27 beats principales de la historia, con una selección de ellos utilizados en el primer acto para establecer la tensión, algunos para los diferentes finales posibles en el tercer acto y el resto seleccionados para los juegos sociales centrales de la historia. El juego nunca utiliza todos los beats de la historia en una partida determinada. Por lo tanto, aunque hay 27 beats principales, en promedio una partida completa solo utiliza alrededor de 15 (Michael y Andrew, s.f.d).

Cada beat, al igual que su inspiración en la teoría dramática, está diseñado para ser la secuencia narrativa más pequeña que el juego puede ofrecernos. Este beat está codificado en el juego como una colección de lo que se conoce como Joint Dialogue Behaviours o JDB. Estas son acciones del juego que ocurren en una secuencia específica para completar el beat. Cada beat está escrito en el lenguaje de comportamiento ABL y cada JDB está compuesto por líneas de diálogo entre Grace y Trip, así como acciones para moverse por el mundo e interactuar con objetos y el jugador. Estas suelen estar construidas en torno a un tema y duran solo unos segundos. Pero un beat puede estar compuesto por entre 10 y 100 JDB, lo que permite que se desarrollen momentos importantes de la trama, como la obsesión de Grace por redecorar o los intentos de Trip por hacer que Grace disfrute de sus vacaciones en Italia. En cualquier caso, cada JDB, una vez ejecutado, cambiará uno o más valores del estado de la historia, así como la afinidad que cada personaje tiene con el jugador, la tensión de la historia y qué tan cerca están ambos personajes de alcanzar su autorrealización.

Un beat típico se escribe como una colección de JDB específicos conocidos como metas de beat. Estas son las metas narrativas que esperamos que el juego desarrolle durante este beat según las configuraciones específicas del estado de los personajes. Esencialmente, cada beat está escrito de manera que la historia se desarrolle sin la intervención del jugador. Esto significa que un personaje puede mencionar un tema nuevo o un tema existente que ya se haya tratado en el beat actual o uno anterior, y luego los dos personajes dirán sus líneas de guión. En muchos casos, esto presenta situaciones que intentan hacer que el jugador responda de acuerdo con los juegos sociales mencionados anteriormente. Además, la historia puede esperar a que el jugador responda y saber cómo hacer la transición fuera del beat según la entrada.



Cabe destacar que la estructura de estas metas narrativas no cambia. De lo contrario, corre el riesgo de romper el flujo de la historia. Sin embargo, el Drama Manager debe poder intervenir para responder a la entrada del jugador. Para hacer esto, el sistema puede usar un JDB especial conocido como Beat Mix-In. Los Beat Mix-Ins permiten que el Drama Manager cambie qué metas de beat se ejecutarán en el futuro. Puede agregar una nueva meta para abordar un punto específico planteado por el jugador, eliminar un beat futuro para cambiar la dirección de la historia o reorganizar los beats futuros para que los temas que estaban programados para discutirse más adelante se aborden ahora.

Los Beat Mix-In normales solo cambian lo que está sucediendo en ese beat principal, pero también hay un Global Mix-In, diseñado para introducir nuevos temas en la conversación. Ninguno de estos está directamente relacionado con la historia principal y se consideran "temas satélite" que orbitan alrededor de la trama principal e independientes del flujo de la narrativa. Estos pueden incluir comentar los objetos de la casa, como los muebles, las decoraciones de Grace, la foto de la boda de la pareja o la vista desde el apartamento, hasta temas más delicados como la vida sexual de Grace y Trip o si están recibiendo terapia. Cada uno de estos mix-ins agrega nuevas discusiones completas con tres niveles de discurso, que se revelan solo según cuánto profundices en ellos y cómo responde la pareja de personajes.

Esto permite que los personajes reconozcan tu comportamiento, incluyendo cosas como elogiarlos o incluso coquetear con ellos, reaccionar de alguna forma y luego volver a la historia principal. El Drama Manager siempre retiene una memoria de cuál es la trama principal. Por lo tanto, cuando se interrumpe con un mix-in, se puede volver al punto en cuestión. De hecho, incluso se puede interrumpir un mix-in con otro mix-in y el juego eventualmente llevará de vuelta a la narrativa principal.

Cuando un beat principal de la historia es interrumpido por un mix-in, el Drama Manager puede decidir si reiniciar la última meta de beat que intentó o regresar a donde estaba durante la ejecución. Esto se maneja dentro del JDB, donde se asignan puntos esenciales específicos que indican que una vez que el jugador alcanza un punto específico en la historia, lo ha comprendido claramente y puede reanudar la meta de beat si se interrumpe porque se entiende el punto de la conversación. Si no se alcanza el punto esencial, o si no hay uno para ese beat, entonces se reiniciará.

## 4.2. AI Dungeon

### 4.2.1. ¿Qué es AI Dungeon?

AI Dungeon, es un innovador juego de aventuras basado en texto producto de la tecnología GPT-3 de OpenAI, que permite al juego generar y adaptar dinámicamente historias basadas en las aportaciones del jugador. Creada por Nick Walton y lanzada en marzo de 2019, usando el modelo de predicción de texto GPT-2 creado por OpenAI, que contenía 126 millones de parámetros. Durante sus primeras interacciones con GPT-2, Walton se inspiró parcialmente en el juego de mesa *Dungeon & Dragons*. (Eleiber, 2020)

*“Me di cuenta de que no había ningún juego disponible que te diera la misma libertad para hacer cualquier cosa tal como *Dungeon & Dragons*”.*

La IA del juego fue entrenada con aproximadamente 30 megabytes de contenido de [chooseyourstory.com](http://chooseyourstory.com) (un sitio web comunitario de contenido inspirado en librojuegos, escrito por colaboradores de distintos niveles), permitiéndole generar sus propias aventuras originales y darle respuestas complejas a la entrada del usuario.

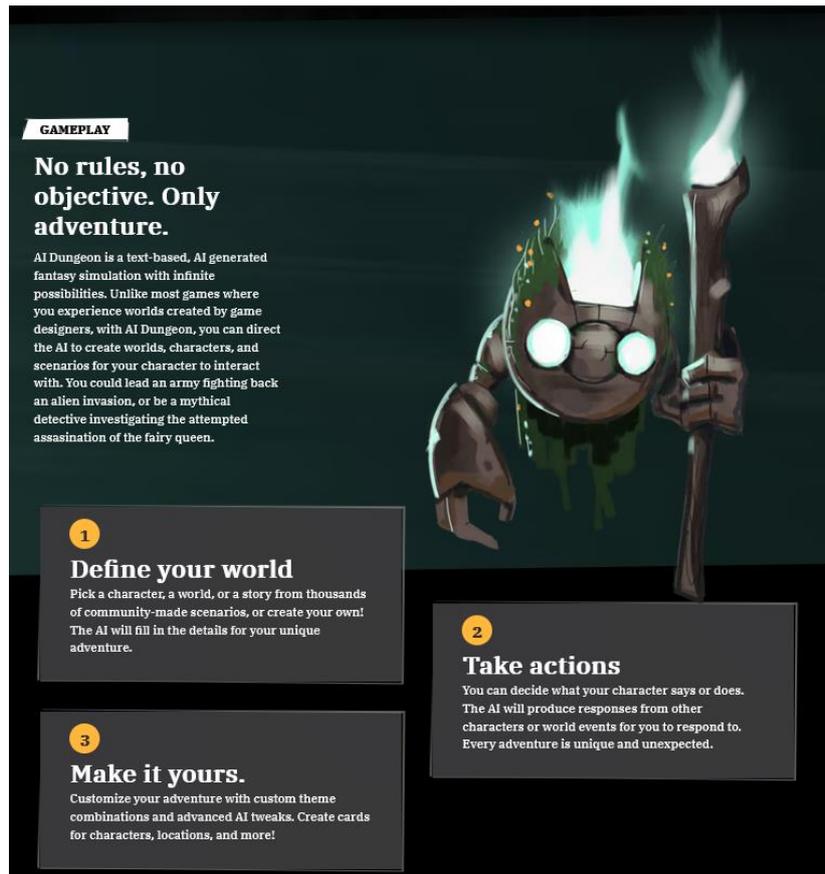
Sin embargo, en noviembre de 2019, OpenAI liberó el modelo GPT-2 de 1.5 mil millones de parámetros. El juego fue actualizado para funcionar con esta nueva versión del modelo, y renombrado como AI Dungeon 2.28 En diciembre de 2019, el juego fue relanzado (por el equipo de desarrollo de Walton, Latitude) con una nueva interfaz web (5 de diciembre) y aplicaciones para iOS y Android (17 de diciembre). Entonces, Walton creó una campaña de Patreon para apoyar el desarrollo del juego a largo plazo.

En abril de 2020, se añadió un modo multijugador al juego. Alojarse a una partida en este modo fue restringido a usuarios premium (aunque cualquier jugador puede unirse a un juego multijugador), sin embargo, el modo multijugador se convirtió en una función gratis en julio de 2020.

En julio de 2020, los desarrolladores mejoraron el modelo para utilizar GPT-3 con el API de OpenAI, renombrando el modelo gratis Griffin, y añadiendo un modelo premium llamado Dragon, basado en el modelo más grande de GPT-3.14.

AI Dungeon tiene sus raíces en la búsqueda de crear una experiencia narrativa interactiva e ilimitada. El desarrollo del juego implica entrenamiento en vastos conjuntos de datos, lo que le permite comprender y responder a una gran variedad de escenarios generados por los usuarios en tiempo real. Las características clave incluyen la capacidad de crear historias únicas y abiertas, sin restricciones por caminos predefinidos, y la adaptabilidad del juego a una amplia gama de entradas de usuario. Su mecánica de juego gira en torno a la libertad del jugador para dar forma a la narrativa a través de indicaciones de texto, mostrando el potencial de la IA para redefinir la narración interactiva en el panorama de los juegos. La continua evolución de AI Dungeon sugiere una trayectoria prometedora para la fusión de la inteligencia artificial y los juegos, desafiando los límites tradicionales y ofreciendo a los jugadores una agencia creativa sin precedentes para dar forma a sus aventuras virtuales (Kirchner, 2020).





**GAMEPLAY**

**No rules, no objective. Only adventure.**

AI Dungeon is a text-based, AI generated fantasy simulation with infinite possibilities. Unlike most games where you experience worlds created by game designers, with AI Dungeon, you can direct the AI to create worlds, characters, and scenarios for your character to interact with. You could lead an army fighting back an alien invasion, or be a mythical detective investigating the attempted assassination of the fairy queen.

**1**  
**Define your world**  
Pick a character, a world, or a story from thousands of community-made scenarios, or create your own! The AI will fill in the details for your unique adventure.

**2**  
**Take actions**  
You can decide what your character says or does. The AI will produce responses from other characters or world events for you to respond to. Every adventure is unique and unexpected.

**3**  
**Make it yours.**  
Customize your adventure with custom theme combinations and advanced AI tweaks. Create cards for characters, locations, and more!

Figura 4.5: Página principal de AI Dungeon.

Dentro del ámbito de los juegos impulsados por IA, AI Dungeon no solo está redefiniendo las narrativas, sino que también está superando los límites tecnológicos. A medida que la industria del videojuego evoluciona, la integración de la visión por computadora en las experiencias inmersivas de AI Dungeon agrega una capa de comprensión visual a la narración dinámica. Esta innovación abre la puerta a narrativas interactivas que van más allá del texto, incorporando elementos visuales que responden de manera inteligente a las aportaciones del jugador. La fusión de la destreza narrativa de AI Dungeon con la visión por computadora introduce una sinergia cautivadora que ofrece a los jugadores un viaje más inmersivo y multisensorial. A medida que se expanden los horizontes de los juegos impulsados por IA, la incorporación de la visión por computadora en AI Dungeon representa un vistazo al futuro de la narración interactiva verdaderamente holística y receptiva.

#### 4.2.2. Tecnología de IA detrás de AI Dungeon

AI Dungeon aprovecha el poder de la tecnología GPT-3 de OpenAI, un modelo de lenguaje de última generación conocido por sus capacidades avanzadas de procesamiento del lenguaje natural. GPT-3, o Transformador Generativo Preentrenado 3, es una red neuronal masiva que ha sido entrenada en conjuntos de datos diversos y extensos, lo que le permite comprender el contexto, generar texto coherente y responder dinámicamente a las entradas del usuario. La capacidad del modelo para comprender y emular un lenguaje similar al humano juega un papel central en la capacidad de AI Dungeon para crear experiencias de juego inmersivas y personalizadas. GPT-3 permite que el juego interprete y responda a una variedad de escenarios generados por el usuario, proporcionando un nivel de flexibilidad en la narración.

A diferencia de las técnicas tradicionales de desarrollo de juegos que se basan en guiones y escenarios predeterminados, AI Dungeon representa una desviación de la norma al ofrecer una experiencia narrativa dinámica y dirigida por el jugador. El uso de IA en el juego le permite adaptarse a prácticamente cualquier entrada, lo que permite una amplia gama de historias potenciales. Este alejamiento de caminos fijos y resultados predeterminados desafía las limitaciones del diseño de juegos convencional, brindando a los jugadores una experiencia de juego única e impredecible. El enfoque de AI Dungeon destaca el potencial transformador de la IA para redefinir no sólo el panorama de los juegos sino también la naturaleza misma de la narración interactiva.



### 4.2.3. Experiencia de usuario en AI Dungeon

#### *Experiencia de juego en AI Dungeon*

AI Dungeon ofrece una experiencia de juego distintiva caracterizada por sus narrativas abiertas y generadas dinámicamente. Los jugadores se embarcan en aventuras ingresando indicaciones de texto que sirven como base para la historia que se desarrolla. La IA del juego, impulsada por GPT-3, interpreta estas indicaciones y responde con descripciones detalladas y contextualmente relevantes, dando forma a la narrativa en evolución en función de las aportaciones del usuario. Esta interacción basada en texto fomenta una experiencia inmersiva e imaginativa, lo que permite a los jugadores explorar escenarios y resultados ilimitados (aidungeon, s.f.a).

Los jugadores, además, pueden personalizar su personaje y las características de este después de elegir la historia, tal y como se muestra en la figura de abajo, en la que se ha elegido una historia basada en el anime Demon Slayer para probar esta experiencia de juego.

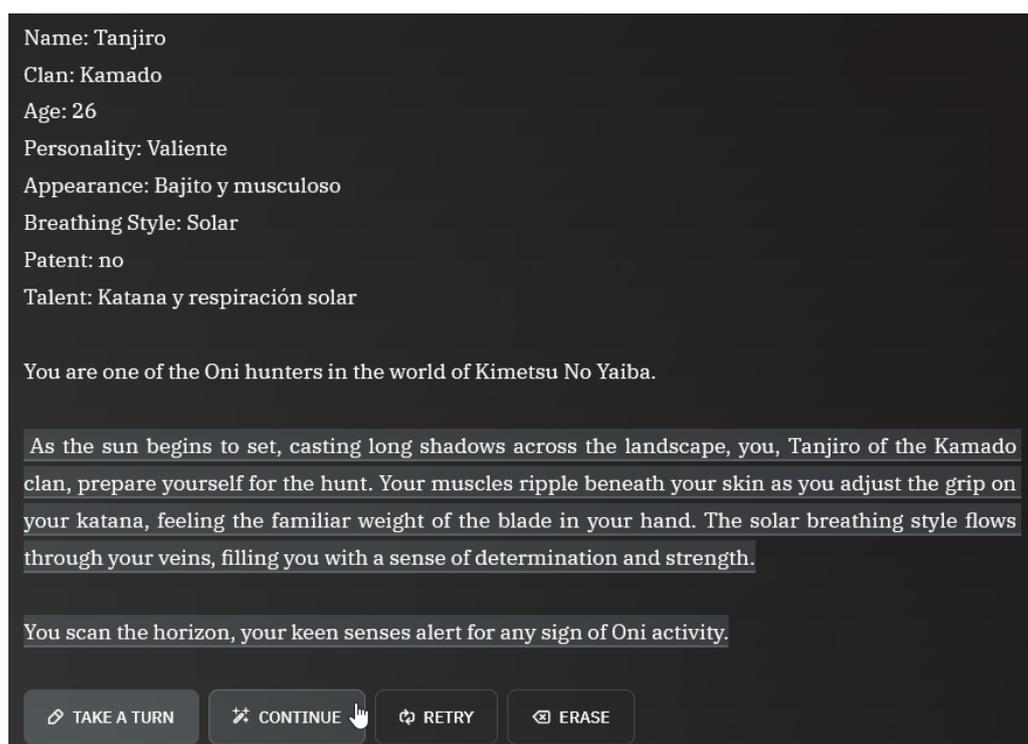
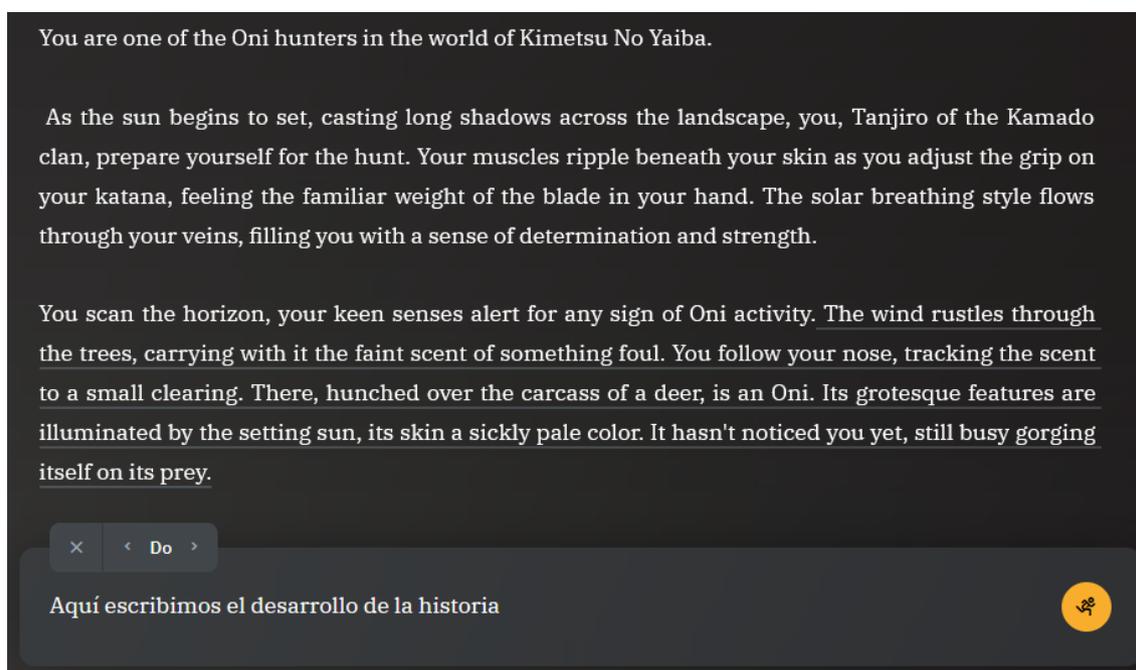


Figura 4.6: Muestra de creación de personaje en AI Dungeon.

## ***Narrativas de juegos únicas y personalizadas***

Una de las características más destacadas de AI Dungeon es su capacidad de proporcionar a cada jugador una narrativa de juego verdaderamente única y personalizada. Los juegos tradicionales suelen seguir historias preprogramadas y ofrecen variaciones limitadas basadas en elecciones predeterminadas. Por el contrario, la IA de AI Dungeon se adapta a las entradas y preferencias específicas de cada jugador, creando narrativas que reflejan la creatividad y las elecciones individuales. Este enfoque personalizado contribuye a un sentido de propiedad sobre la historia que se desarrolla, ya que los jugadores son testigos del impacto directo de sus decisiones en el mundo del juego, fomentando una experiencia de juego altamente individualizada y atractiva (aidungeon, s.f.b).



**Figura 4.7:** Interacción del jugador en la aventura. AI Dungeon.

### **4.2.4. Innovaciones y avances en AI Dungeon**

#### ***Innovaciones en juegos interactivos de AI Dungeon***

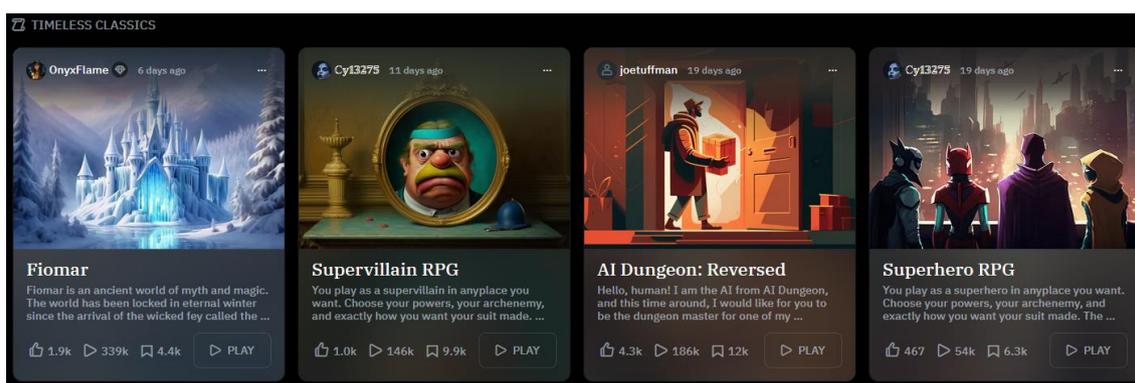
AI Dungeon ha introducido varias innovaciones revolucionarias en el panorama de los juegos interactivos. El alejamiento del juego de los arcos narrativos predefinidos y su dependencia de las capacidades del lenguaje GPT-3 representan un cambio de paradigma. A diferencia de los juegos tradicionales con narrativas estáticas, AI Dungeon ofrece una experiencia verdaderamente dinámica e ilimitada, donde la historia se moldea según las aportaciones del jugador en tiempo real. Este enfoque innovador ha redefinido los límites de los juegos interactivos, mostrando el potencial de la IA para adaptarse y responder a una amplia gama de opciones de los usuarios, creando una experiencia de juego personalizada y en constante evolución.

## ***Avanzando en la narración y la participación de los jugadores***

AI Dungeon juega un papel fundamental en el avance de la narración y eleva la participación de los jugadores a nuevas alturas. Al emplear IA, el juego introduce un nivel de capacidad de respuesta y adaptabilidad que va más allá de las narrativas escritas. La capacidad de la IA para comprender el contexto y generar respuestas coherentes facilita una experiencia narrativa fluida e inmersiva. Esto no solo mejora la participación de los jugadores al permitirles influir activamente en la narrativa, sino que también fomenta un sentido de co-creación con la IA, haciendo de cada partida un viaje narrativo único e interactivo. La contribución de AI Dungeon al avance de estos aspectos de los juegos destaca su impacto potencial en el futuro del entretenimiento interactivo.

## ***Ejemplos de escenarios y experiencias únicas***

La innovación de AI Dungeon destaca en los escenarios diversos e impredecibles que puede generar. Los jugadores pueden encontrarse en reinos fantásticos, navegando a través de giros inesperados según sus indicaciones creativas. Por ejemplo, un jugador podría embarcarse en una aventura de exploración espacial, encontrarse con personajes peculiares y decidir el destino de civilizaciones enteras, todo ello moldeado por sus aportaciones únicas. La adaptabilidad del juego permite escenarios que trascienden las narrativas de juego tradicionales, ofreciendo un nivel incomparable de creatividad y libertad. Estos ejemplos subrayan cómo AI Dungeon ha reimaginado las posibilidades de los juegos interactivos, brindando a los jugadores experiencias que no solo son atractivas, sino que también se adaptan a sus preferencias e imaginación individuales (aidungeon, s.f.c).



**Figura 4.8:** Muestra de los escenarios en AI Dungeon.

## ***Desafíos y limitaciones***

AI Dungeon, si bien es pionero en juegos impulsados por IA, se enfrenta a desafíos tanto técnicos como éticos. La moderación de contenido es una preocupación importante, dada la naturaleza abierta del juego y la posibilidad de que los usuarios introduzcan contenido inapropiado o dañino. Lograr un equilibrio entre fomentar la creatividad y garantizar un entorno de juego seguro y respetuoso requiere sistemas de moderación sólidos. Además, mantener la coherencia narrativa plantea un desafío técnico, ya que la IA debe interpretar y responder a una amplia gama de entradas manteniendo la coherencia de la historia. La imprevisibilidad inherente de las indicaciones generadas por los jugadores puede llevar a casos en los que la narrativa se desvía hacia un territorio sin sentido o inconsistente, lo que plantea un desafío a la hora de proporcionar una experiencia de juego coherente y atractiva.

Las limitaciones de la tecnología de IA actual también afectan la jugabilidad en AI Dungeon. Si bien GPT-3 demuestra una notable comprensión del lenguaje, puede tener dificultades con el contexto y la coherencia a largo plazo. Esto puede dar lugar a escenarios en los que la IA no logra comprender plenamente las complejidades de una narrativa compleja o malinterpreta la intención del jugador. Como resultado, los jugadores pueden encontrar momentos de disonancia dentro de la historia, lo que refleja las limitaciones actuales de la IA para mantener la continuidad narrativa. Lograr el equilibrio adecuado entre la autonomía de la IA y el control del usuario es otro desafío, ya que demasiada autonomía puede conducir a resultados impredecibles o no deseados, mientras que demasiado control podría socavar la esencia de la narración impulsada por el jugador. Superar estos desafíos técnicos y éticos es crucial para que AI Dungeon continúe evolucionando como una experiencia de juego innovadora y responsable impulsada por la IA.

### **4.2.5. El impacto de AI Dungeon en la industria del juego**

#### ***Influencia en las tendencias de diseño y desarrollo de juegos***

AI Dungeon está ejerciendo una influencia significativa en las tendencias de desarrollo y diseño de juegos contemporáneos. El alejamiento del juego de las narrativas lineales tradicionales desafía la noción establecida de experiencias de juego fijas. Los diseñadores y desarrolladores están tomando nota del éxito de AI Dungeon al ofrecer narrativas dinámicas e impulsadas por los jugadores, inspirando un cambio hacia estructuras de juego más abiertas y adaptables. La integración de tecnologías de inteligencia artificial, como GPT-3, se está convirtiendo en un punto focal en la industria, y los desarrolladores exploran formas de aprovechar capacidades similares para crear experiencias de juego más receptivas y personalizadas. Esta tendencia refleja un movimiento más amplio hacia la adopción de la IA como una herramienta para mejorar la creatividad, ampliar las posibilidades y redefinir la relación entre los jugadores y las narrativas del juego.



### ***Implicaciones más amplias de las experiencias de juego impulsadas por IA***

El impacto de AI Dungeon se extiende más allá del ámbito del diseño de juegos, señalando implicaciones más amplias para el futuro del entretenimiento interactivo. Las experiencias de juego impulsadas por IA representan una desviación de las narrativas tradicionales preestablecidas y ofrecen un vistazo a un futuro donde los mundos virtuales responden dinámicamente a las aportaciones de los usuarios, fomentando un sentido de co-creación. Este cambio tiene el potencial de redefinir no sólo la industria del juego sino también la narración en diversos medios digitales. A medida que las tecnologías de IA continúan avanzando, las implicaciones más amplias pueden extenderse a la educación, la simulación y otros campos, donde los sistemas inteligentes y adaptables pueden crear experiencias inmersivas y personalizadas adaptadas a las preferencias individuales.

#### **4.2.6. Posibles desarrollos futuros inspirados en AI Dungeon**

El éxito de AI Dungeon sirve como catalizador para posibles desarrollos futuros en el panorama de los juegos. A medida que evolucionan las tecnologías de IA, se anticipan sistemas aún más sofisticados que combinen a la perfección las aportaciones de los jugadores con narrativas dinámicas y coherentes. Las iteraciones futuras de juegos impulsados por IA pueden abordar las limitaciones actuales, ofreciendo una mejor moderación del contenido, una mayor coherencia narrativa y una mayor adaptabilidad. Además, la influencia de AI Dungeon podría generar innovaciones en otros géneros y medios, fomentando la experimentación con narraciones impulsadas por IA en realidad virtual, realidad aumentada y más. Es probable que el impacto del juego en la industria inspire una ola de exploración creativa, ampliando los límites de lo que es posible en el entretenimiento interactivo y dando forma al futuro de las experiencias de juego.

#### ***El futuro de la IA en los juegos interactivos***

El futuro de los juegos impulsados por IA presenta perspectivas interesantes, con tendencias emergentes que apuntan hacia una era transformadora en las experiencias interactivas. A medida que avanza la tecnología, la IA está preparada para desempeñar un papel cada vez más fundamental en la remodelación del panorama de los juegos. Las predicciones sugieren que la IA seguirá evolucionando, ofreciendo sistemas más sofisticados y receptivos que se adaptan perfectamente a las entradas de los usuarios, permitiendo narrativas verdaderamente personalizadas y dinámicas. Esta evolución podría extenderse más allá de las plataformas de juegos tradicionales, influyendo en las experiencias de realidad virtual y aumentada. El potencial de la IA para redefinir la narración y la creatividad en los juegos es enorme, con la capacidad de generar narrativas intrincadamente detalladas y contextualmente ricas, fomentando una nueva era de narraciones inmersivas e impulsadas por los jugadores. A medida que los juegos impulsados por IA continúan traspasando fronteras, tienen el potencial no solo de

revolucionar la industria sino también de inspirar innovaciones en otras formas de entretenimiento digital, marcando el comienzo de un futuro en el que las líneas entre el creador y el jugador se difuminan y las experiencias interactivas se vuelven cada vez más dinámicas e ilimitadas

Más allá del ámbito de los juegos, la influencia de AI Dungeon se expande a territorios inesperados, incluido el ámbito de la atención médica. El uso innovador de la inteligencia artificial en el juego suscita posibles aplicaciones en escenarios sanitarios. La adaptabilidad de la generación narrativa de AI Dungeon, junto con la inteligencia de su tecnología subyacente, podría encontrar aplicaciones en simulaciones de atención médica, programas de capacitación o incluso experiencias de narración terapéutica. La perspectiva de aprovechar las capacidades de AI Dungeon para crear narrativas de atención médica inmersivas y personalizadas abre vías para explorar la intersección de la tecnología del entretenimiento y el bienestar. A medida que la IA continúa redefiniendo las experiencias interactivas, el impacto potencial de AI Dungeon en el ámbito de la atención médica señala una importancia más amplia en el panorama cambiante de las aplicaciones de inteligencia artificial.

## 5. Futuro de la IA en los juegos

---

La influencia de la IA en la industria de los videojuegos está dando lugar a una auténtica revolución que transforma la experiencia de los jugadores en todo el mundo. Lo que antes parecía ciencia ficción, hoy es una realidad en la forma en que interactuamos con los juegos.

La jugabilidad se ve potenciada exponencialmente gracias a la IA. Los NPC impulsados por esta tecnología son capaces de aprender y adaptarse a las interacciones de cada jugador, proporcionando respuestas más realistas y un nivel de complejidad nunca visto. Estos NPC evolucionan a lo largo del juego, recordando las acciones pasadas de los jugadores y ofreciendo una experiencia única en cada sesión de juego.

Los avances en gráficos y física también son notables. Los algoritmos de aprendizaje automático permiten renderizar escenas con una calidad y realismo impresionantes, mientras que los modelos de IA simulan leyes físicas dentro del juego, creando interacciones más realistas y creíbles. Los juegos no solo se ven mejor, sino que también se sienten más auténticos.

La narrativa en los juegos también se ve influenciada por la IA. Las decisiones y acciones de los jugadores influyen directamente en el desarrollo de las tramas, lo que da resultado a historias más dinámicas y ramificadas. Cada elección del jugador tiene un impacto en el curso del juego, ofreciendo una experiencia personalizada y única en cada partida.

Además, la IA está transformando la forma en que los jugadores interactúan entre sí. Los algoritmos de emparejamiento mejoran la experiencia multijugador, agrupando a jugadores con habilidades y preferencias similares para garantizar una competencia justa y equilibrada. Además, la IA actúa como mediadora y traductora, fomentando una comunidad de más unida y global.

Si bien aún queda un camino por recorrer, la IA ya está dando pasos enormes hacia el futuro de los videojuegos. Es probable que este salto de nivel llegue antes de lo que esperamos y que nos traiga experiencias que jamás hubiéramos creído posibles. Así que, estemos preparados para una era de experiencias inmersivas, realistas y personalizadas que cambiarán para siempre la forma en que jugamos.

## 6. Conclusiones

---

Para concluir este Trabajo de Fin de Grado, se van a repasar los objetivos establecidos para comentar los resultados obtenidos.

Uno de los objetivos fue realizar una investigación de las diferentes técnicas y enfoques sobre la implementación de sistemas LLM, IA generativa y las técnicas más usadas. En este apartado se ha tratado de dar un punto de vista general a estas tecnologías y aunque no todo el material encontrado ha sido lo esperado, se ha logrado introducir todo lo que estos sistemas representan para la actualidad y para el futuro.

Como segundo objetivo se han realizado varios estudios de los algoritmos más usados para la creación de videojuegos, teniendo siempre en cuenta la IA. Como por ejemplo se ha comentado los tipos de IA utilizados junto con sus características y aplicaciones. Además, se ha introducido una vista global de las aplicaciones de la IA sobre los videojuegos, detallando los sistemas que intervienen en la creación de un videojuego, desde el nivel más bajo.

Como caso de estudio, se han analizado dos juegos desarrollados con IA generativa y que dan paso a una gran variedad de juegos futuros con esta tecnología cada vez más al alza.

# Referencias

---

Borjabad, S. A. F. (2023). *La intersección entre la adquisición del lenguaje y la inteligencia artificial: explorando el potencial de los modelos de lenguaje natural*. *Revista Amazonia Investiga*, 12(62), 7-9.

Timoner Romero, S. (2023). *Aplicación de la Inteligencia Artificial generativa al arte del videojuego y creación de Assets*.

Rouhiainen, L. (2018). *Inteligencia artificial*. Madrid: Alienta Editorial, 20-21.

U-tad (2024, Mayo 21). *NPC ¿qué es?* <https://u-tad.com/npc-que-es/>.

Strong, G. (2011). *The minimax algorithm*. *Trinity College Dublin*.

Fran Ramírez Vicente (2020, Agosto 19). *Breve historia de la IA en los videojuegos*. <https://telefonicatech.com/blog/breve-historia-de-la-ia-en-los-videojuegos>.

Ruiz-Moyano, A. (2017). *Generación automática de mecánicas de juego en un juego RTS*.

Infante, M. H. P., & Rondón, E. B. C. (2022). *Módulo de Inteligencia artificial de NPC para videojuegos de género shooter*. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 15(6), 100-107.

Lara-Cabrera, R., Nogueira-Collazo, M., Cotta-Porras, C., & Fernández-Leiva, A. J. (2015). *Game artificial intelligence: challenges for the scientific community*.

Cano Rojas, E. (2022). *Creación procedural básica. Creación de un videojuego de forma procedural y comparativa*.

Banh, L., & Strobel, G. (2023). *Generative artificial intelligence*. *Electronic Markets*, 33(1), 63.

Shi, Y. (2023). *Study on security risks and legal regulations of generative artificial intelligence*. *Science of law journal*, 2(11), 17-23.

Sweetser, P. (2024). *Large language models and video games: A preliminary scoping review*. arXiv preprint arXiv:2403.02613.

Lmachado (2024, Abril 17) *Imágenes en movimiento: Transforma imágenes en escenas 3D con NVIDIA Instant NeRF*. <https://la.blogs.nvidia.com/blog/ia-decodificada-instant-nerf/>.

Zegarra, R. E. H. (2013). *Comparativa de sistema experto basado en reglas, redes neuronales y probabilidades*. *Tecnología y Desarrollo (Trujillo)*, 11(1), 67-74.

Eia.udg. (s.f.). *Sistemas Basados en Reglas*. [http://eia.udg.es/~iitap/monografia/esp/ar14\\_8.html](http://eia.udg.es/~iitap/monografia/esp/ar14_8.html).

Arteaga, H. C. (2015). *Técnicas de aprendizaje supervisado y no supervisado para el aprendizaje automatizado de computadoras*. In *Memorias del primer Congreso Internacional de Ciencias Pedagógicas: Por una educación integral, participativa e incluyente* (pp. 549-564). Instituto Superior Tecnológico Bolivariano.

Moreno, A., Armengol, E., Béjar Alonso, J., Belanche Muñoz, L. A., Cortés García, C. U., Gavaldà Mestre, R., ... & Sánchez-Marrè, M. (1994). *Aprendizaje automático*.

Díaz-Ramírez, J. (2021). *Aprendizaje automático y aprendizaje profundo*. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 29(2), 180-181.

Amazon. (s.f.). *¿Qué es el aprendizaje profundo?* <https://aws.amazon.com/es/what-is/deep-learning/>.

Mayra López. (s.f.). *Tipos de NPC y Ejemplos* <https://platzi.com/clases/1509-personajes-npcs/17582-tipos-de-npcs-y-ejemplos/>.

Andrew Burnes. (2023, Mayo 28). *Presentamos NVIDIA ACE para Juegos: Da Vida a los Personajes Virtuales con la IA Generativa* <https://www.nvidia.com/es-la/geforce/news/nvidia-ace-for-games-generative-ai-npcs/>.

Barriga, N. A. (2019). *A short introduction to procedural content generation algorithms for videogames*. *International Journal on Artificial Intelligence Tools*, 28(02), 1930001.

Dorn, Victoria., Bean, Celeste., Juenger, Elizabeth., Ramirez, Kristie., Karimi, Sepideh., Azmandian, Mahdi. (2023). *ADAPTIVE DIFFICULTY CALIBRATION FOR SKILLS-BASED ACTIVITIES IN VIRTUAL ENVIRONMENTS* (U.S. 20230381662). [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2023235090&\\_cid=P12-LPYKPU-91525-2](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2023235090&_cid=P12-LPYKPU-91525-2).

Mateas, M., & Stern, A. (2005). *Façade*.

Toolify.ai (2024, Febrero 15). *La historia de Façade: El drama interactivo impulsado por la IA* <https://www.toolify.ai/es/ai-news-es/la-historia-de-facade-el-drama-interactivo-impulsado-por-ia-1217797>

Mateas Michael., Stern Andrew (s.f.) *Façade: An Experiment in Building a Fully-Realized Interactive Drama*.

<https://faculty.cc.gatech.edu/~isbell/reading/papers/MateasSternGDC03.pdf>

Kirchner, A. (2020). *AI Dungeon is your perfect game*. *UWIRE Text*, 1-1.

Aidungeon. (s.f.) *ai dungeon* <https://aidungeon.com/>.

Canorea, Elena (2024, Abril 2024) *IA generativa más allá: cómo funciona y casos de uso reales* <https://www.plainconcepts.com/es/ia-generativa-guia/>

Eleiber (2020, Julio 15) *AI Dungeon, Wikipedia* [https://es.wikipedia.org/wiki/AI\\_Dungeon](https://es.wikipedia.org/wiki/AI_Dungeon)



## ANEXO

### OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Objetivos de Desarrollo Sostenibles	Alto	Medio	Bajo	No Procede
ODS 1. <b>Fin de la pobreza.</b>				X
ODS 2. <b>Hambre cero.</b>				X
ODS 3. <b>Salud y bienestar.</b>		X		
ODS 4. <b>Educación de calidad.</b>		X		
ODS 5. <b>Igualdad de género.</b>				X
ODS 6. <b>Agua limpia y saneamiento.</b>				X
ODS 7. <b>Energía asequible y no contaminante.</b>				X
ODS 8. <b>Trabajo decente y crecimiento económico.</b>			X	
ODS 9. <b>Industria, innovación e infraestructuras.</b>	X			
ODS 10. <b>Reducción de las desigualdades.</b>				X
ODS 11. <b>Ciudades y comunidades sostenibles.</b>				X
ODS 12. <b>Producción y consumo responsables.</b>				X
ODS 13. <b>Acción por el clima.</b>				X
ODS 14. <b>Vida submarina.</b>				X
ODS 15. <b>Vida de ecosistemas terrestres.</b>				X
ODS 16. <b>Paz, justicia e instituciones sólidas.</b>				X
ODS 17. <b>Alianzas para lograr objetivos.</b>				X



Reflexión sobre la relación del TFG/TFM con los ODS y con el/los ODS más relacionados.

Hoy en día, la inteligencia artificial (IA), se está haciendo un hueco en nuestra sociedad a pasos agigantados. Cada vez son más las empresas que apuestan por la incorporación de IAs para mejorar la producción, rendimiento, e innovar con nuevas tecnologías. Actualmente, no solo encontramos estos avances en el mundo industrial, también está expandiéndose a más sectores como la educación y enseñanza para ayudar a los profesores a personalizar el aprendizaje de los alumnos, o programando tutorías, etc. Por otra parte, los alumnos también reciben una enseñanza más personalizada y adaptada a las necesidades de cada uno. Otro de los sectores beneficiados es el sector de la salud, donde cada vez más hospitales hacen uso de IA para ayudar a los profesionales de la medicina en el diagnóstico de un paciente o incluso asistiendo en operaciones con el uso de la robótica. El trabajo que he realizado está muy relacionado con los sectores mencionados, ya que no solamente la inteligencia artificial se puede aplicar a ellos, sino que también se aplica al mundo del videojuego. Este último sector cuenta con un amplio abanico de posibilidades para los trabajadores que se dedican a ello pudiendo obtener asistencia en la generación de código para el juego que estén desarrollando mediante la ayuda de ChatGPT. Otro de los avances en la IA es la capacidad de hacer que el jugador dentro del mundo virtual pueda y sea capaz de interactuar con los personajes ficticios casi como si de un ser humano se tratara, teniendo conversaciones con estos sin textos programados y solo utilizando el lenguaje natural. También podemos encontrar IAs capaces de aprender del jugador en el transcurso de la partida, como por ejemplo adelantarse a los movimientos o llevar a cabo una serie de acciones para que afecte a que cada una de las partidas sean diferentes. Pero la tecnología no acaba ahí, sino que también empresas como NVIDIA se suman al carro innovando futuras tecnologías como la generación de imágenes mediante IA en un videojuego, interacciones mediante el lenguaje natural con los NPC con NVIDIA ACE, etc.