

Un meta-análisis histórico sobre la relación entre la ciencia y los videojuegos

Jonnatan Pereira Betancur, José Alejandro Portela Robayo

*Seminario Fundamentos de Investigación, Departamento de Física, Facultad de Ciencias
Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá*

(29 de Septiembre de 2024)

Este estudio presenta un meta-análisis histórico sobre la relación entre la ciencia y los videojuegos, examinando su evolución e impacto desde una perspectiva interdisciplinaria. Se analizó una amplia gama de literatura académica que abarca áreas como la informática, la psicología y las ciencias sociales. Los resultados destacan cómo la ciencia ha influido en el desarrollo de los videojuegos, mejorando aspectos técnicos como el realismo y la jugabilidad, al tiempo que ha ampliado su aplicación en ámbitos educativos y terapéuticos. A lo largo de las últimas dos décadas, se ha observado un incremento significativo en el interés académico por esta industria, particularmente en el uso de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial. Además, el análisis de sentimientos y el uso de técnicas de procesamiento del lenguaje natural indican una evolución positiva en la percepción de los videojuegos, que ahora se consideran herramientas útiles para la educación y el bienestar cognitivo. Este trabajo proporciona una base sólida para futuras investigaciones sobre la interacción entre ciencia y videojuegos, y destaca su importancia tanto en el avance tecnológico como en su impacto social.

Palabras clave: Ciencia y videojuegos, Procesamiento de lenguaje natural, Análisis de sentimientos, Pensamiento estratégico, Habilidad cognitiva.

1. Introducción

Abordar de manera metódica y sistemática las esferas que componen la vida humana permite llegar a entender un poco más nuestra propio comportamiento. Perspectivas que se encontraban nubladas por una pared de desconocimiento e ignorancia, hoy en día, pueden sortearse gracias a la intervención de la ciencia y la investigación. Si bien esto suena como algo sustancialmente trascendental, el recurrir a la óptica de la razón debería tomarse como el movimiento principal al abordar cualquier acción social. Es así que cuando se habla de actividades de ocio, como el uso de los videojuegos, que se tiende a banalizar la intervención la ciencia pues el propósito último es el entretenimiento y no el “crecimiento” intelectual.

García-Sanchez et al.[1] realiza un análisis bibliométrico sobre la investigación en videojuegos, abordando su relevancia en campos como informática, salud, psicología y ciencias sociales. Se utiliza el sistema de información Dimensions.ai para recopilar y analizar datos de artículos publicados entre 2013 y 2018. Los resultados muestran que los países más prolíficos en este campo son Estados Unidos, Canadá y Reino Unido, mientras que las áreas con mayor número de publicaciones son Ciencias de la Información y la Computación, Ciencias Médicas y de la Salud, y Psicología y Ciencias Cognitivas. Se observa un creciente interés en esta área, con un aumento en el número de artículos

publicados cada año. Sin embargo, se identifica una tendencia a que la búsqueda bibliográfica del término “videojuegos” esté sesgada hacia trabajos relacionados con medicina y psicología, ignorando trabajos de campos como la informática.

1.1. Planteamiento del problema

La industria de los videojuegos ha experimentado un crecimiento exponencial en las últimas décadas, convirtiéndose en uno de los sectores más influyentes y lucrativos del entretenimiento contemporáneo. En paralelo, la ciencia ha desempeñado un papel fundamental en el desarrollo de estos videojuegos, tanto en la creación de entornos realistas como en la implementación de mecánicas de juego más inmersivas. A pesar de la abundante literatura que involucra estas temáticas, existe una falta de síntesis y análisis exhaustivo que examine la evolución histórica de la relación *ciencia-videojuegos*. Por lo tanto, surge la intención de realizar un meta-análisis histórico que explore y sistematice la contribución de la ciencia en el desarrollo de los videojuegos a lo largo del tiempo.

1.2. Objetivos

1.2.1. General

Realizar un meta-análisis histórico sobre la aplicación de la ciencia en la industria de los videojuegos, con el fin de comprender su evolución a lo largo del tiempo y su impacto en el desarrollo de videojuegos.

1.2.2. Específicos

- Recopilar una amplia variedad de artículos científicos relacionados con la aplicación de la ciencia en los videojuegos a lo largo del tiempo.
- Organizar los artículos recopilados en un conjunto de datos estructurado, que incluya campos como autor o autores, título, año de publicación, abstract, introducción, conclusiones y referencias.
- Realizar un análisis de datos para identificar patrones y tendencias en la evolución de la relación entre la ciencia y los videojuegos.
- Aplicar técnicas de Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP) para extraer información adicional de los artículos recopilados y generar nuevas perspectivas sobre la relación entre la ciencia y los videojuegos.
- Sintetizar los hallazgos obtenidos en un documento que sirva como referencia para investigadores, desarrolladores y entusiastas de la industria de los videojuegos, proporcionando una comprensión más profunda y detallada de la evolución histórica de esta relación.

1.3. Justificación

Los videojuegos son una componente enorme en el apartado de ocio y entretenimiento de las personas prácticamente a nivel mundial, la experiencia interactiva que brindan los hace muy especiales. Siendo los videojuegos un producto directo de los avances tecnológicos, un análisis sobre la aplicación de la

ciencia en esta industria es de suma importancia. Por ejemplo, se puede llegar a una comprensión más profunda de los principios físicos han sido integrados en los videojuegos para mejorar su realismo y jugabilidad. Este análisis histórico permitirá identificar patrones y tendencias de como la ciencia ha impactado la evolución de los videojuegos, lo que puede ser útil para entender diferentes aspectos de este campo hasta la fecha y prever futuras innovaciones. El meta-análisis propuesto complementará la literatura realizando una síntesis histórica de este tema a través de herramientas computacionales modernas como la inteligencia artificial, proporcionando una referencia valiosa para investigadores, desarrolladores de videojuegos, jugadores y otros entusiastas de la industria.

2. Metodología

El objetivo del presente estudio abarca una gran diversidad de temáticas, y en consecuencia, formas de ser abordado. El realizar un análisis de compilación sobre investigaciones previas demanda necesariamente convenir en un concepto principal, que en este caso será la ciencia y los videojuegos, junto a cualquier conexión posible entre estos. Para ello, los datos de estudio son el insumo más importante para generar interpretaciones de calidad. Si bien en la literatura no abundan otras investigaciones que desarrollen una iniciativa tan general, sí es posible recopilar documentos de diferentes disciplinas que conecten los dos conceptos principales. Esto quiere decir que, en lugar de limitarse a un puñado de estudios que sugieran conexiones entre los videojuegos y, por ejemplo, la física u otras disciplinas científicas, se recopiló cualquier documento que tratara la temática de los videojuegos a través de una óptica científica, sin excepción.

Para extraer conclusiones sustanciales es necesario apoyarse en métricas de algún tipo, y para conseguir dichas métricas hay que disponer de datos de calidad. La producción de el conjunto de datos para este estudio merece ser mencionada particularmente, pues ejemplifica algunos de los desafíos y necesidades que presenta el estudio completo. Es así que se construyó una base de datos que recopila la información relevante de 39 ejemplares de documentos académicos relacionados a los videojuegos.

2.1. Fuentes de consulta y producción de la base de datos

Se generó un documento tipo csv donde se separaron y seleccionaron los contenidos más importantes de cada uno de los artículos. Dada la generalidad del estudio, reunir la mayor cantidad de peso estadístico posible fue la intención principal al crear la base de datos, por lo que sería necesario emplear alguna técnica destinada al **web-scraping**. Este método procuraba reunir un gran volumen de información, de manera automática, previniendo un sesgo de selección inherente al proceso manual.

El método inicial demandaba que algún programa de producción propia (escrito en el lenguaje python) ingresara de manera autónoma a un buscador indexado donde se dispusieran gran cantidad de artículos relacionados a ciertos parámetros. En este punto se encuentra el primer inconveniente, pues el ingresar y extraer datos de un motor de búsqueda académico implica sobrepasar restricciones de seguridad que dichos proveedores interponen para prevenir la piratería. Este ejercicio no es una tarea trivial, pues al momento de extraer texto directamente de alguna página como *Science Direct*, este resulta ser parcialmente ilegible y poco maleable para cualquier estudio. El mismo inconveniente es consistente con otros motores como *Scopus*, por lo que el método de recolecta de datos debía realizarse de otra forma.

Además de una gran cantidad de entradas en la base de datos, también era necesario que dichas

entradas dispusieran de información de calidad. Atacando esta segunda necesidad es que se determinó construir la base de datos de forma manual, lo que significó consignar uno por uno todas sus entradas. Con esta forma de confección mas “artesanal” se logran pormenorizar los detalles importantes de cada uno de los artículos, seleccionándolos minuciosamente, pero sacrificando en cantidad total de artículos a utilizar.

Las fuentes de consulta de las cuales se obtuvieron todas las entradas para la base de datos fueron **Science Direct** (de donde se extrajo la gran mayoría de datos), acompañado de **Google scholar** y **ArXiv** (en mucho menor medida). Esta distinción es importante pues Science Direct recoge solo artículos almacenados y publicados por la editorial de *ELSEVIER*, por lo que se presupone que la información extraída de allí ya atravesó una revisión previa. No ocurre lo mismo en otros repositorios como ArXiv donde la libertad de publicación es más grande, pero en consecuencia, el filtro de calidad es mucho más laxo; o de manera similar con Google Scholar, donde el volumen de resultados es mucho mayor, pero la información proviene de diferentes páginas y/o revistas por lo que no hay un criterio de unificación claro.

Con los medios de búsqueda a disposición es necesario discutir ¿Qué es lo que se va a buscar? Siendo que la temática está clara, ahora se debe definir una manera eficiente de indagar dicha temática. Los parámetros de búsqueda en cada uno de los motores de búsqueda científica es de vital importancia, pues correlaciona la información más importante que el investigador busca encontrar con aquella que dispusieron los autores de las investigaciones para ser relevantes en la academia. Para efectos de este trabajo, los parámetros de búsqueda se establecieron para ser sucintos y generales, buscando abarcar la mayor diversidad posible. Así, las búsquedas realizadas junto a su número correspondiente de entradas en la base de datos se muestra en la figura 1 .

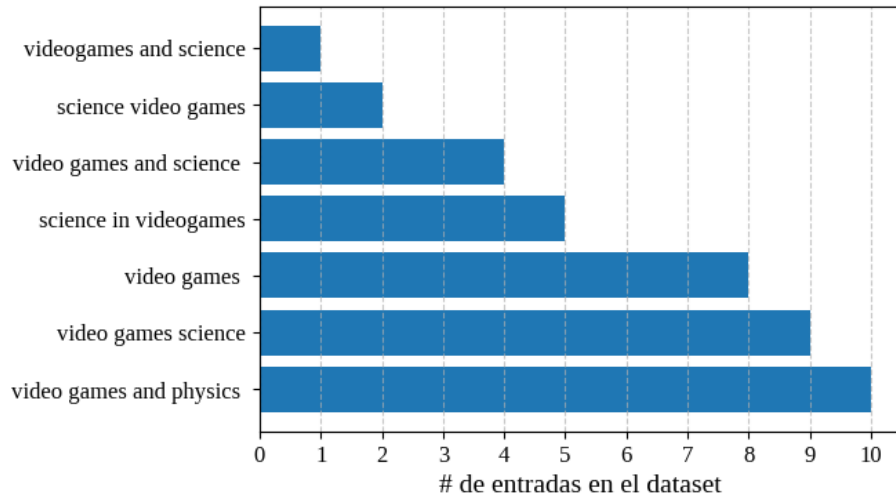


Figura 1: Histograma del número de entradas correspondiente a cada parámetro de búsqueda dentro de la base de datos final.

Cabe destacar que la totalidad de las búsquedas se realizaron en inglés, pues la disponibilidad de literatura científica es mucho mayor en este idioma. Estaba la posibilidad de utilizar otros parámetros en español para medir también la viabilidad de investigaciones en otros idiomas diferentes al inglés, pero dadas las intenciones de este trabajo se siguió solo con uno. Ahora bien, la elección de estas peticiones de búsqueda también fue dependiente de la construcción de la base de datos, pues se debía prevenir que se repitieran entradas. Variaciones sutiles entre tipos de búsqueda como en *videogames and science* y *science in video games* pueden plasmar una conexión diferente entre conceptos, y

en consecuencia, llevar a nuevos resultados e investigaciones. Mientras que una búsqueda similar a *video games and physics* es fuertemente restrictiva al tipo de implicaciones dentro de los artículos, otro como *video games* provee una mayor cantidad de resultados que abordan los videojuegos en distintos escenarios.

Finalmente los valores que se registraron en la base de datos fueron aquellos de los que se podría extraer mayor información. Dichos valores fueron: **el motor de búsqueda empleado, la búsqueda realizada, el vínculo para acceder al artículo, el idioma del texto, el título, año de publicación, autores, resumen, introducción, conclusiones y referencias**. Y si bien algunos de estos no se emplearon para análisis más complejos, es una buena referencia disponer de ellos en caso de algún otro trabajo a futuro.

2.2. Procesamiento de lenguaje natural

Por sus siglas en inglés NLP (Natural Language Processing) refiere a un sub-campo de la inteligencia artificial que pretende integrar el procesamiento de datos computacionales y el ejercicio lingüístico humano [2]. Esta es la herramienta principal con la que se realizó este estudio pues permite cuantificar las relaciones sintácticas y semánticas dentro de la construcción del discurso. De allí se logran interpretar las intenciones, medios y recursos que se utilizan en un gran compendio de información en forma de texto, tal como lo es la base de datos mencionada con anterioridad.

El análisis se realizó mediante el lenguaje de programación Python, utilizando las siguientes librerías dedicadas al procesamiento de lenguaje natural:

- NLTK para tokenización y conteo de palabras.
- TextBlob para análisis de sentimientos.
- spaCy para n-gramas y lematización.

2.2.1. Tokenización

La tokenización es el proceso mediante el cual un texto se descompone en unidades más pequeñas, como palabras, frases o caracteres [3]. Este paso es necesario para el análisis posterior, ya que permite que los algoritmos puedan gestionar y procesar el texto de manera más eficiente, desde unidades semánticas mínimas. Su importancia radica en su capacidad para transformar el lenguaje natural, que es inherentemente ambiguo y complejo, en un formato más estructurado y comprensible para las máquinas. Al dividir el texto en “tokens” o segmentos, se facilita la tarea de los modelos de procesamiento del lenguaje natural y los algoritmos de aprendizaje automático para analizar patrones, identificar relaciones semánticas y extraer información relevante [4].

Existen diferentes tipos de tokenización, dependiendo de los objetivos del análisis. La tokenización de palabras es el método más común, en el cual el texto se divide en palabras individuales, mientras que la tokenización de frases agrupa secuencias de palabras con un significado coherente. El uso de esta herramienta es especialmente relevante en tareas como la clasificación de texto, el análisis de sentimientos, la traducción automática y la recuperación de información. Para efectos de esta investigación, se limitó a utilizarse como herramienta de conteo, para tener un indicio de la profundidad y extensión de los artículos recopilados.

2.2.2. Lematización

Dado que la información dispuesta en la base de datos contiene grandes volúmenes de texto, es de esperarse que se dificulte el reconocimiento de patrones de significado, por el simple hecho de encontrar palabras similares. La lematización tiene como objetivo reducir las palabras a su acepción básica, pero considera el contexto de la palabra en una oración [5]. Tomando como ejemplo las palabras “make” y “making”, un modelo de lematización puede interpretar “making” como un gerundio o participio presente (“making” como verbo), y en algunos contextos, puede que no se lematice a “make” porque el modelo está tratando de preservar el aspecto de acción continua. Esto a veces ocurre con ciertos verbos, especialmente cuando hay ambigüedad en cómo se usa la palabra.

2.2.3. Análisis de sentimientos

El análisis de sentimientos es una técnica que busca identificar y determinar el tono emocional que subyace en un texto. Permite clasificar el contenido en categorías emocionales, como positivo, negativo o neutral. Su utilidad radica en su capacidad para procesar grandes volúmenes de datos textuales y ofrecer información clave sobre las percepciones y condicionamientos de aquellos que producen los textos. En este estudio es particularmente valioso para comprender la forma en que se aproximan académicamente los investigadores a sus estudios, y la objetividad que pueden plasmar al momento de tratar una temática como los videojuegos.

Existen diversos enfoques para realizar el análisis de sentimientos. Los más básicos implican la identificación de palabras o frases con connotaciones emocionales específicas, lo que se conoce como enfoque basado en diccionarios. Sin embargo, los métodos más avanzados emplean modelos de aprendizaje automático y técnicas de procesamiento del lenguaje natural (NLP) para analizar el contexto completo y detectar matices más complejos en el sentimiento expresado. En este caso se utilizó la librería **TextBlob** para analizar la polaridad y subjetividad de algunos de los apartados dentro de la base de datos, como la introducción, las conclusiones o el resumen de cada una de las entradas.

2.2.4. N-gramas y relación sintáctica

La última herramienta a tratar para este estudio son los n-gramas, que refieren a un análisis de frecuencia sobre estructuras textuales. En general, cada n-grama recoge el conteo de las veces en que cierta secuencia de *n elementos* consecutivos se repite dentro de todo el volumen de datos. Esto proporciona una buena idea de cuál es la tendencia comunicativa de los investigadores.

La librería spaCy es aquella que provee el método para generar los n-gramas, los cuales se pueden modificar para considerar cadenas de 2, 3 o incluso más elementos. Es importante remarcar que en la generación de estas cadenas puede ocurrir que dos ellas, que son idénticas, aparezcan como dos elementos separados incurriendo en un mal-conteo. Así mismo, combinaciones propias de interjecciones del idioma, o palabras que se espera que se repitan múltiples veces como **video games** son excluidas manualmente para evitar errores.

La totalidad del proyecto, el código y la base de datos que se empleó para el siguiente análisis se encuentra en un repositorio de GitHub [6], además de que todas las entradas y artículos empleados se ven listados en las referencias de este trabajo [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45].

3. Resultados y análisis

Las herramientas que se comentaron recién pretenden encaminar el estudio para entender cuál es la óptica científica que se ha aplicado sobre los videojuegos. Véase que este mismo ejercicio es sustancialmente polivalente, pues las mismas consideraciones que se tomaron aquí pueden emplearse para otro tipo de temáticas.

3.1. Conteo de palabras

El primer estudio y de alguna manera más libre a interpretación es el de la extensión de cada una de las componentes de los artículos. Las gráficas presentadas en este apartado corresponden al número de palabras promedio por artículo. Este conteo se realizó a las secciones de introducción, conclusiones y referencias.

En el periodo entre los años 2000 y 2005 se encuentra la mayor extensión en el contenido de las introducciones, tal como se ve en la figura 2, con una diferencia significativa respecto a los demás periodos, siendo casi el doble de los siguientes periodos con mayor extensión 1990-2000 y 2020-2024. Si bien no es una métrica que derive en conclusiones profundas pro sí sola, si puede ser material que ayuda a inferir la situación de la academia y la industria en esas épocas. Véase que durante la primera mitad de la década de los 2000, se experimentó un periodo de gran transformación y crecimiento en la industria, marcada por avances tecnológicos, la aparición de nuevas consolas, el auge de los juegos en línea y la expansión del mercado a una audiencia más amplia. Esto pudo influir en que, la parte de la academia interesada en este rubro, tomara mayor participación motivados por un ambiente novedoso y dinámico, produciendo artículos con intenciones investigativas más grandes (de allí que la introducción y las conclusiones tengan mayor extensión que en otras épocas).

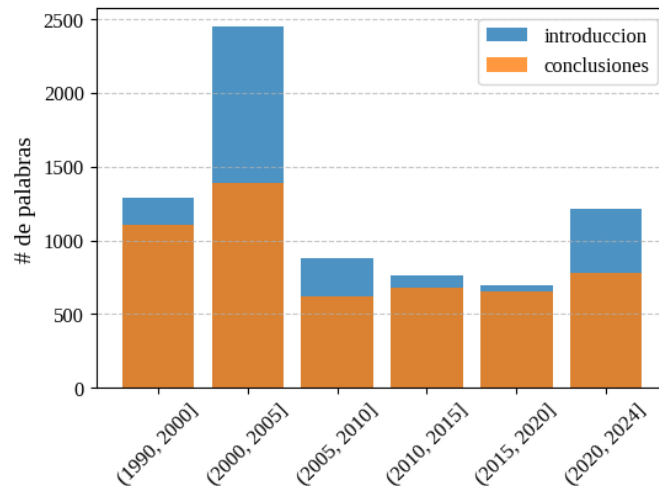


Figura 2: Número de palabras promedio por artículo, en las secciones de introducción (azul) y conclusiones (naranja), en intervalos de tiempo desde 1990 hasta la actualidad

Al examinar el número de palabras promedio de las referencias en los diferentes periodos, como se ve en la figura 3, existe un evidente crecimiento en la extensión con una excepción en el periodo 2015-2020. El incremento puede explicarse gracias a que, conforme pasa el tiempo, los nuevos artículos tienden a estar basados en un mayor número de referencias pasadas.

Es inevitable plantearse también el hecho de que la aceptación en el medio popular ha incrementado conforme pasa el tiempo. Siendo que antaño el ejercicio del ocio digital no era un objetivo llamativo de estudio, la cantidad total de investigaciones asociadas era mucho menor. Hoy en día, y haciendo alusión al crecimiento tecnológico-digital de estos años, es esperable que un avance en el área de los videojuegos no impacte únicamente esta industria sino muchas otras. Un ejemplo imperativo a mencionar es el de las inteligencias artificiales, pues los avances en desarrollo de tarjetas gráficas (utilizadas para su entrenamiento) por parte la compañía *NVIDIA* [46] fue motivado casi exclusivamente gracias a la industria del entretenimiento y los videojuegos.

Las dinámicas del mundo actual y la hiperconectividad fuerzan a que los hallazgos dentro de áreas como la aquí discutida se democratizen a muchas otras. Un investigador que se propone indagar sobre el impacto de los videojuegos como terapia para tratamientos neurológicos, no solo le importa el impacto dentro en su área, sino como esto puede ser útil en otras.

Desde luego las aseveraciones mencionadas aquí se soportan en una hipótesis sencilla, pero no por eso menos válida. En términos de avances y progreso es difícil discriminar alguna esfera de la vida humana como la más relevante, pues de manera más o menos intencional todas influyen.

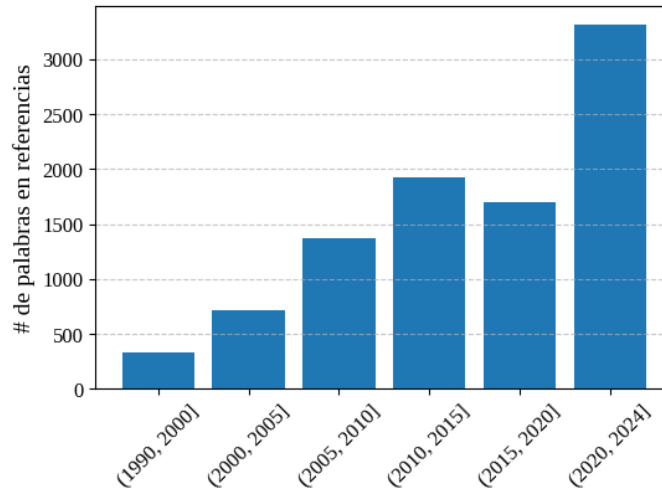


Figura 3: Número de palabras promedio por artículo, en la sección de referencias, en intervalos de tiempo desde 1990 hasta la actualidad

3.2. N-gramas

Las gráficas presentadas en este apartado corresponden a la extracción de N-gramas a lo largo de todo el periodo histórico estudiado (1990-2024), sumando el texto de las secciones de resumen, introducción y conclusiones en los artículos.

En el caso de las palabras, o 1-gramas, en la Figura 4 se observan las 15 entradas mas frecuentes. La palabra mas frecuente `[play]` se repite mas de 400 veces, la segunda `[study]` mas de 350, y luego `[player]` y `[student]` alcanzan casi las 250 repeticiones. Estas cuatro primeras entradas en realidad se pueden entender como dos pares donde cada par tiene la misma raíz, el primer par siendo `[play, player]` y el segundo `[study, student]`. Teniendo en cuenta esto último, `[play]` y `[study]` dan razón de las dos acciones mas relevantes en los artículos estudiados, seguidas por otras palabras interesantes como `[learning]` y `[cognitive]`.

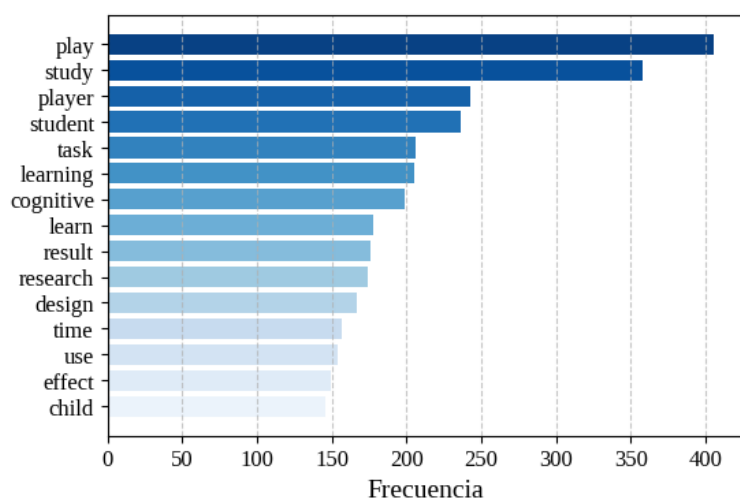


Figura 4: Top 15 palabras (1-gramas) mas frecuentes en la totalidad del periodo histórico estudiado, dentro de la totalidad de apartados de la base de datos.

De esta forma la incidencia de una cadena de elementos da cuenta de su propia relevancia dentro de un mismo texto, pues a mayor veces aparezca, mayor es el énfasis que proporcionaron los autores en esta. Como es evidente desde la figura 4, la temática que tienden a relacionar la mayoría de los artículos es la de la educación y los videojuegos.

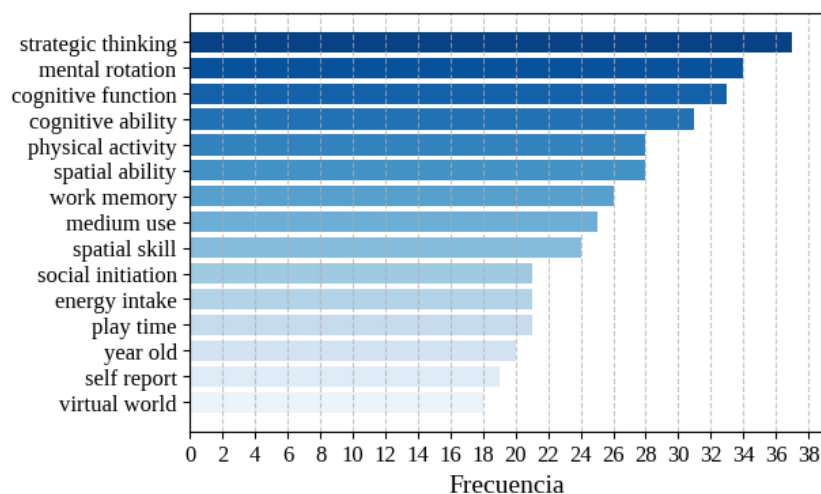


Figura 5: Top 15 2-gramas mas frecuentes en la totalidad del periodo histórico estudiado, dentro de la totalidad de apartados de la base de datos.

Para cadenas de elementos más largas como los 2-gramas de la figura 5 la tendencia parece preservarse. Así, la mayoría de artículos estudiados aluden a la influencia cognitiva o conductual de los videojuegos. Si bien este tipo de análisis no explora el contexto completo, es natural esperar que dichos artículos se centren en la población infantil.

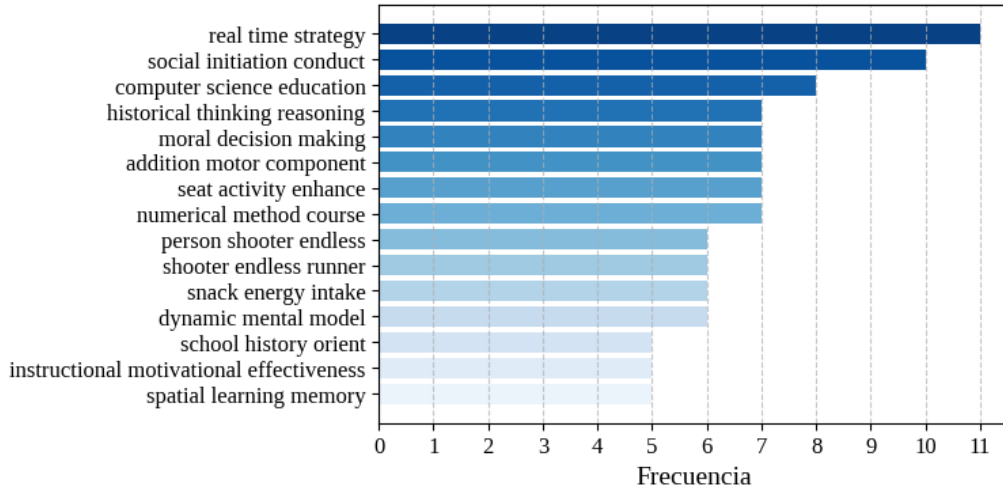
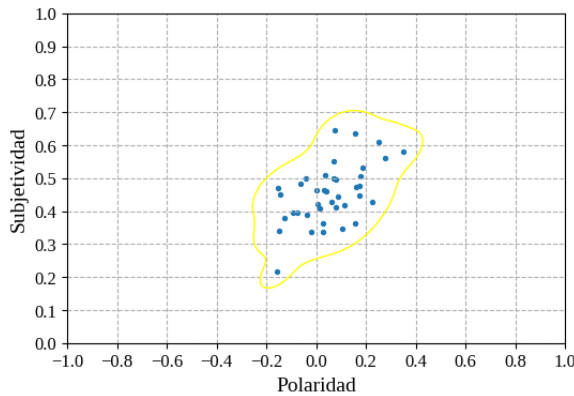


Figura 6: Top 15 3-gramas mas frecuentes en la totalidad del periodo histórico estudiado, dentro de la totalidad de apartados de la base de datos.

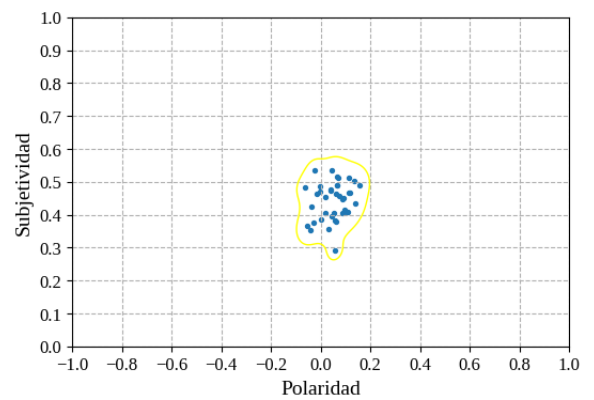
La última longitud de cadenas estudiada fueron los 3-gramas de la figura 6. Aquí se observa una tendencia particular, pues los elementos que aparecen con mayor frecuencia parecen aludir, ya no a la educación en sí misma, pero sí al impacto funcional que pueden tener los videojuegos. Un claro ejemplo de esto es la entrada más frecuente que corresponde a *real time strategy*”.

3.3. Análisis de sentimientos

Si bien los resultados anteriores proporcionan una idea respecto a las intenciones globales de los investigadores. Es realmente a través de valores estandarizados de subjetividad o polaridad que se puede captar una tendencia. Los resultados numéricos para estos dos parámetros en los textos analizados son obtenidos a partir del modelo preentrenado de tamaño medio `en_core_web_md` de la librería spaCy [47][6].



(a) Resúmenes



(b) Introducciones

Figura 7: Gráficas de Subjetividad vs Polaridad en los resúmenes e introducciones de los artículos estudiados en el periodo completo 1990-2024

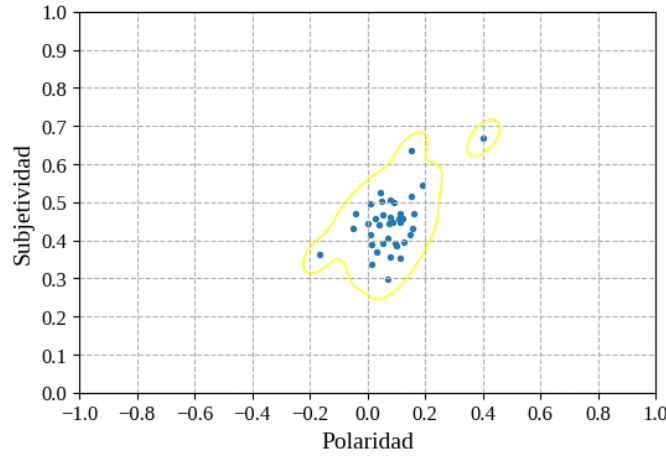


Figura 8: Gráficas de Subjetividad vs Polaridad en las conclusiones de los artículos estudiados en el periodo completo 1990-2024

En las figuras 7 y 8 se demuestra la dispersión de los datos para cada artículo dentro de las métricas de polaridad y subjetividad. La subjetividad oscila en valores de 0 a 1, donde cuanto más cercano a 1 se concluye que el texto es más subjetivo y poco soportado con evidencias, mientras que cuanto más cercano a 0 más objetivo es. La polaridad por su parte oscila de -1 a 1, donde -1 indica un texto mayormente negativo frente a la temática, mientras 1 es predominantemente positivo.

Desde la figura 7 es claro que, al menos durante la introducción, los investigadores preservan neutralidad en cuanto a la polaridad de la temática, con una baja subjetividad, además de que la dispersión de todos los artículos está bien contenida. Mientras que para el resumen, que debería agrupar toda la información relevante de los artículos, parece ser que conforme la polaridad incrementa positivamente, también lo hace la subjetividad.

En la figura 8 se repite la tendencia que correlaciona la polaridad y la subjetividad. Para extraer alguna conclusión de ello se realiza una regresión lineal sobre los datos de la sección de conclusiones como se muestra en la Figura 9, obteniendo un coeficiente $R^2 = 0,28$ lo cual es esperable debido a la evidente dispersión.

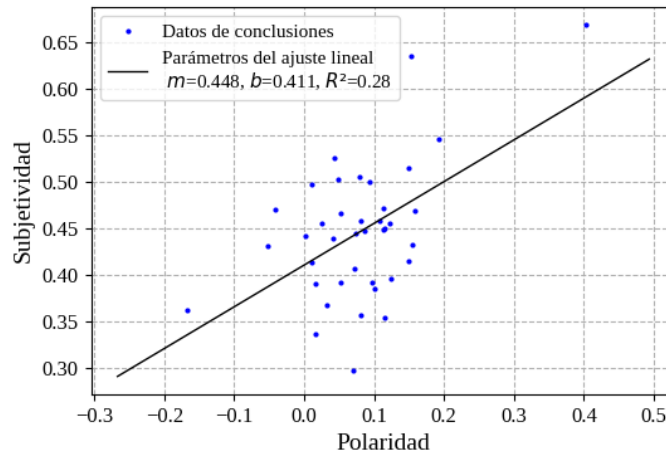


Figura 9: Conclusiones, regresión lineal

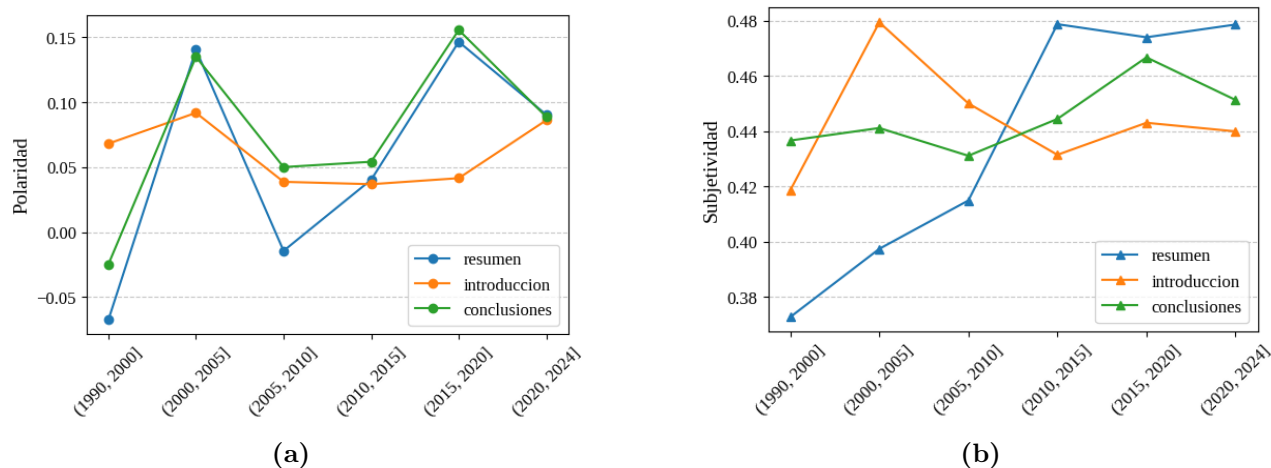


Figura 10: Evolución temporal de los parámetros polaridad (a) y subjetividad (b) encontrados en las secciones de resumen, introducción y conclusiones en los artículos estudiados

Finalmente en las figuras 10a y 10b se ilustran las evoluciones temporales de los valores promedios de polaridad y subjetividad dentro de los diferentes intervalos de años. Y preservando la idea que se mencionó anteriormente, la introducción parece preservar la polaridad en todos los casos, pues la construcción de este segmento de texto en los artículos solo cumple la función de reunir información previa y plantear una hipótesis. Ahora, con las conclusiones y el resumen el asunto cambia, pues parece que la polaridad disminuye en los artículos comprendidos en la segunda mitad de los 2000 y la primera de los 2010. Esto es un hecho interesante pues aludiría a una época de desagrado frente a la industria, ya sea en perjuicio a las juventudes o deterioro funcional en los jugadores.

El campo de la subjetividad debe ser tomado con algo más de cautela, dado que la progresión temporal puede que no refleje necesariamente una tendencia colectiva de la sociedad, o tan siquiera de los investigadores. Sin embargo parece ser que en años más actuales, las investigaciones parecen permearse más de un tinte subjetivo, puede que consecuencia de la aceptación y globalización de la industria.

4. Conclusiones

En el presente meta-análisis sobre la relación entre la ciencia y los videojuegos entre 1990 y 2024, se han identificado diversos patrones y tendencias que destacan la importancia de la ciencia en el desarrollo y evolución de esta industria. Este tipo de análisis bibliográfico puede ser extrapolado a otras áreas disímiles a los videojuegos, extrayendo información valiosa sobre el impacto de la ciencia en la sociedad.

El uso de la ciencia no se ha limitado a mejorar los aspectos técnicos de los videojuegos, sino que ha influido significativamente en su impacto psicológico y social, los resultados conceptuales a partir de los N-gramas mas frecuentes dan razón de temáticas relevantes sobre el comportamiento humano. La literatura muestra que los videojuegos se han utilizado como herramientas educativas y terapéuticas, especialmente en áreas como la psicología y la salud. Esto subraya que los videojuegos no son simplemente una forma de entretenimiento, sino que pueden contribuir al bienestar cognitivo y emocional de las personas.

También se observó un crecimiento sostenido en el interés académico por el estudio de los videojuegos, especialmente en las últimas dos décadas. La investigación ha mostrado un enfoque creciente

en los aspectos interdisciplinarios de los videojuegos, involucrando campos como la informática, la ingeniería y las ciencias sociales. Este fenómeno sugiere que la evolución de los videojuegos no solo está vinculada al entretenimiento, sino también a áreas más amplias de la innovación tecnológica.

Finalmente, los resultados del análisis de sentimientos y la tokenización de los textos académicos indican que la percepción general hacia los videojuegos ha evolucionado. Aunque en periodos anteriores se asociaban con efectos negativos, hoy en día son cada vez más aceptados como medios educativos y terapéuticos. Este cambio de percepción resalta la importancia de seguir investigando en esta área para maximizar el potencial positivo de los videojuegos en la sociedad.

Para finalizar es valioso mencionar que, a pesar de buscar un significativo peso estadístico en las ideas aquí plasmadas, el limitado número de artículos puede sesgar los resultados e interpretaciones. Para estudios relacionados o que busquen implementar una dinámica similar, lo ideal sería recurrir a una forma mucho más eficiente y diversificada de obtener artículos, procurando una buena homogeneidad de fechas de publicación y fuentes de consulta.

Referencias

- [1] Pablo García-Sánchez, Antonio M. Mora, Pedro A. Castillo, Ignacio J. Pérez, *A bibliometric study of the research area of videogames using Dimensions.ai database*, Procedia Computer Science, Volume 162, 2019, Pages 737-744, ISSN 1877-0509, DOI: doi.org/10.1016/j.procs.2019.12.045.
- [2] Dorothy Young Brockopp. «What is NLP?» En: *The American Journal of Nursing* 83.7 (1983), págs. 1012-1014.
- [3] Benoit Habert et al. «Towards tokenization evaluation.» En: *Lrec*. 1998, págs. 427-432.
- [4] Jin Guo. «Critical tokenization and its properties». En: *Computational Linguistics* 23.4 (1997), págs. 569-596.
- [5] Rio Pramana, Jonathan Jansen Subroto, Alexander Agung Santoso Gunawan et al. «Systematic literature review of stemming and lemmatization performance for sentence similarity». En: *2022 IEEE 7th international conference on information technology and digital applications (ICITDA)*. IEEE. 2022, págs. 1-6.
- [6] Repositorio en github, URL: github.com/jjpereirab/seminario_2024.1/tree/main.
- [7] Daniel López-Fernández, Aldo Gordillo, Raúl Lara-Cabrera, Javier Alegre, *Comparing effectiveness of educational video games of different genres in computer science education*, 2023, Fuente: science direct.
- [8] Ryan C.W. Hall MD, Terri Day JD, LLM, MSSA, Richard C.W. Hall MD, *A Plea for Caution: Violent Video Games, the Supreme Court, and the Role of Science*, 2011, Fuente: science direct.
- [9] Sophie Wright, Alena Denisova, *“It’s a terrible choice to make but also a necessary one”*: *Exploring player experiences with moral decision making mechanics in video games*, 2024, Fuente: science direct.
- [10] Omid Ghasemi, Mohammad Abooyee, Somayeh Labafi, Mansour Shirzad, *The role of video games in enhancing managers’ strategic thinking and cognitive abilities: An experiential survey*, 2024, Fuente: science direct.
- [11] Haichun Sun, Yong Gao, *Impact of an active educational video game on children’s motivation, science knowledge, and physical activity*, 2016, Fuente: science direct.

- [12] David Goodman, Nori L. Bradley, James Bizzochi , *Video gaming promotes concussion knowledge acquisition in youth hockey players*, 2006, Fuente: science direct.
- [13] Goh Matsuda, Kazuo Hiraki , *Sustained decrease in oxygenated hemoglobin during video games in the dorsal prefrontal cortex: A NIRS study of children*, 2006, Fuente: science direct.
- [14] Pippin Barr, James Noble, Robert Biddle , *Video game values: Human-computer interaction and games*, 2007, Fuente: science direct.
- [15] Andrew J. Sabri, Robert G. Ball, Chris North, *High-resolution gaming: Interfaces, notifications, and the user experience*, 2007, Fuente: science direct.
- [16] Ron T. Brown, *A Literature Review of How Videogames Are Assessed in Library and Information Science and Beyond*, 2014, Fuente: science direct.
- [17] Taylor M. Kessner, Lauren McArthur Harris, *Opportunities to practice historical thinking and reasoning in a made-for-school history-oriented videogame*, 2022, Fuente: science direct.
- [18] Suzanne de Castell, Hector Larios, Jennifer Jenson, *Gender, videogames and navigation in virtual space*, 2019, Fuente: science direct.
- [19] María Ángeles Mairena, Joan Mora-Guiard, Laura Malinverni, Vanesa Padillo, Lilia Valero, Amaia Hervás, Narcis Pares, *A full-body interactive videogame used as a tool to foster social initiation conducts in children with Autism Spectrum Disorders*, 2019, Fuente: science direct.
- [20] Jules Moloney, *Videogame Technology Re-Purposed: Towards Interdisciplinary Design Environments for Engineering and Architecture*, 2015, Fuente: science direct.
- [21] David Reguera, Pol Colomer-de-Simón, Iván Encinas, Manel Sort, Jan Wedekind, Marián Boguñá, *The Physics of Fun: Quantifying Human Engagement into Playful Activities*, 2019, Fuente: arxiv.
- [22] DeVaughn Croxton, Gerd Kortemeyer, *Informal physics learning from video games: a case study using gameplay videos*, 2017, Fuente: google scholar.
- [23] Ian D. Beatty, *Improving physics instruction by analyzing video games* , 2013, Fuente: google scholar.
- [24] J. A. Rose, J. M. O'Meara, T. C. Gerhardt, M. Williams, *Gamification: using elements of video games to improve engagement in an undergraduate physics class*, 2016, Fuente: google scholar.
- [25] Gary Hookway, Prof. Qasim Mehdi, Dr. Tom Hartley, Nsikak Bassey, *Learning physics through computer games*, 2013, Fuente: google scholar.
- [26] Patricia M. Greenfield, Craig Brannon, David Lohr, *Two-dimensional representation of movement through three- dimensional space: The role of video game expertise*, 1994, Fuente: science direct.
- [27] Sue Fisher, *Identifying video game addiction in children and adolescents*, 1994, Fuente: science direct.
- [28] Ricardo Rosas, Miguel Nussbaum, Patricio Cumsille, Vladimir Marianov, Mónica Correa, Patricia Flores, Valeska Grau, Francisca Lagos, Ximena López, Verónica López, Patricio Rodríguez, Marcela Salinas, *Beyond Nintendo: design and assessment of educational video games for first and second grade students*, 2003, Fuente: science direct.
- [29] Adam C. Oei, Michael D. Patterson, *Playing a puzzle video game with changing requirements improves executive functions*, 2014, Fuente: science direct.
- [30] Chuen-Tsai Sun, Shu-Hao Ye, Yu-Ju Wang, *Effects of commercial video games on cognitive elaboration of physical concepts*, 2015, Fuente: science direct.

- [31] Elena Novak, Janet Tassell, *Using video game play to improve education-majors' mathematical performance: An experimental study*, 2015, Fuente: science direct.
- [32] E. Meier, S.G. Biedron, G. LeBlanc, M.J. Morgan, *Development of a novel optimization tool for electron linacs inspired by artificial intelligence techniques in video games*, 2011, Fuente: science direct.
- [33] Douglas B. Clark, Brian C. Nelson, Hsin-Yi Chang, Mario Martinez-Garza, Kent Slack, Cynthia M. D'Angelo, *Exploring Newtonian mechanics in a conceptually-integrated digital game: Comparison of learning and affective outcomes for students in Taiwan and the United States*, 2011, Fuente: science direct.
- [34] Robin R. Mellecker, Lorraine Lanningham-Foster, James A. Levine, Alison M. McManus, *Energy intake during activity enhanced video game play*, 2010, Fuente: science direct.
- [35] Tobias Greitemeyer, Silvia Osswald, *Prosocial video games reduce aggressive cognitions*, 2009, Fuente: science direct.
- [36] Walter R. Boot, Arthur F. Kramer, Daniel J. Simons, Monica Fabiani, Gabriele Gratton, *The effects of video game playing on attention, memory, and executive control*, 2008, Fuente: science direct.
- [37] Mary Ballard, Melissa Gray, Jenny Reilly, Matthew Noggle, *Correlates of video game screen time among males: Body mass, physical activity, and other media use*, 2009, Fuente: science direct.
- [38] B.D. Collier, M.J. Scott, *Effectiveness of using a video game to teach a course in mechanical engineering*, 2009, Fuente: science direct.
- [39] Eunhye Choi, Suk-Ho Shin, Jeh-Kwang Ryu, Kyu-In Jung, Shin-Young Kim, Min-Hyeon Park, *Commercial video games and cognitive functions: video game genres and modulating factors of cognitive enhancement*, 2020, Fuente: google scholar.
- [40] Muhammad Dhany Winaldo, Lulud Oktaviani, *INFLUENCE OF VIDEO GAMES ON THE ACQUISITION OF THE ENGLISH LANGUAGE*, 2022, Fuente: google scholar.
- [41] Niklas Johannes, Matti Vuorre, Andrew K. Przybylski, *Video game play is positively correlated with well-being*, 2021, Fuente: google scholar.
- [42] Ronald A. Smaldone, Christina M. Thompson, Monica Evans, Walter Voit, *Teaching science through video games*, 2017, Fuente: google scholar.
- [43] Merrilea J. Mayo, *Video Games: A Route to Large-Scale STEM Education?*, 2009, Fuente: google scholar.
- [44] Javier Corredor, Matthew Gaydos, Kurt Squire, *Seeing Change in Time: Video Games to Teach about Temporal Change in Scientific Phenomena*, 2014, Fuente: google scholar.
- [45] David Williamson Shaffer, Kurt R. Squire, Richard Halverson, James P. Gee, *Video Games and The Future of Learning*, 2005, Fuente: google scholar.
- [46] Stephen Cass. «Nvidia makes it easy to embed AI: The Jetson nano packs a lot of machine-learning power into DIY projects-[Hands on]». En: *IEEE Spectrum* 57.7 (2020), págs. 14-16.
- [47] Modelo de la librería spaCy *en_core_web_md*, URL: spacy.io/models/.