



Recibido: 23 febrero 2024

Aceptado: 20 junio 2024

Dirección de los autores:

^{1,2} Departament de Didàctiques Aplicades. Institut de Recerca en Educació (IRE). Facultat d'Educació, Universitat de Barcelona. Campus Mundet, Edifici Llevant, Passeig de la Vall d'Hebron, 171- Barcelona (España)

³ Instituto de investigaciones médicas Hospital del Mar. Campus Universitario Mar. C/ del Dr. Aiguader, 88, Ciutat Vella, 08003 Barcelona (España)

E-mail / ORCID

xrubio@ub.edu

 <https://orcid.org/0000-0003-4428-4335>

kmarin@ub.edu

 <https://orcid.org/0000-0001-5588-3195>

ccorral@researchmar.net

 <https://orcid.org/0000-0002-0621-4590>

ARTÍCULO / ARTICLE

La evaluación del Aprendizaje Basado en Juegos en contextos informales mediante ciencia de datos

Using Data Science to evaluate Game-Based Learning in informal contexts

Xavier Rubio-Campillo¹, Kevin Marín-Rubio² y Celia Corral-Vázquez³

Resumen: El auge del aprendizaje basado en juegos (ABJ) digitales ha generado un interés por explorar su eficacia, ya que su compleja combinación de narrativa e interactividad hace difícil evaluar hasta qué punto un videojuego consigue alcanzar los objetivos de aprendizaje planteados. Este reto se incrementa de manera exponencial cuando la sesión de juego se produce de manera espontánea en entornos informales, sin la supervisión de educadores ni la posibilidad de evaluar los conocimientos y las capacidades previas del jugador. Este trabajo presenta una metodología de análisis de experiencias de ABJ a partir del uso de ciencia de datos y las funcionalidades de recogida de información ofrecidas por las plataformas actuales de creación de videojuegos. La estrategia se aplica aquí al análisis de un simulador de redes sociales creado para promover la alfabetización informacional, enmarcado dentro del juego Julia: A Science Journey. El sistema registró datos sobre 436 partidas realizadas por 112 jugadores distintos durante seis meses y recopiló información sobre la repetición de partidas, la identificación de fake news o la velocidad de reacción. Los resultados sugieren que los jugadores aprenden a identificar fake news de manera más efectiva y rápida a medida que encadenan partidas. El éxito en la identificación de la desinformación también está relacionado con la temática, ya que los bulos vinculados a contenido científico son más fácilmente reconocidos que los relacionados con controversias políticas.

Palabras-Clave: Videojuegos, Aprendizaje Basado en Juegos, Alfabetización informacional, Desinformación, Ciencia de datos, Pensamiento crítico.

Abstract: The emergence of digital Game-Based Learning (GBL) has sparked interest in assessing its efficacy. This assessment needs to consider the complex mix of narrative and interactivity typical of video games, which makes it difficult to evaluate to what extent a video game achieves its stated learning objectives. This challenge is exponentially increased when gaming sessions happen spontaneously in informal contexts, without any supervision by educators or the option to assess the players' prior knowledge and skills. This work presents a methodology for analyzing GBL experiences based on data science and the data collection functionalities offered by current game development platforms. This strategy is applied to the analysis of a social media simulator designed to promote information literacy within the video game Julia: A Science Journey. The system collected data on 436 sessions from 112 unique players over six months. The records included information on replayability, identification of fake news, and reaction times. The results suggest that players become more adept and swifter at identifying fake news through repeated games. Success in identifying misinformation is also related to the topic, with hoaxes related to scientific content being more easily recognized than those associated with political controversies.

Keywords: Video games, Game based learning, Information literacy, Misinformation, Data science, Critical thinking.

1. Introducción

El Aprendizaje Basado en Juegos (ABJ) es un área emergente dentro de la investigación educativa, que plantea usar el potencial didáctico de los juegos para fomentar al aprendizaje autónomo e interactivo de conocimientos y habilidades complejas, así como promover la reflexión crítica sobre las decisiones que se toman durante el juego (Gee, 2007; McGonigal, 2011). Los estudios en ABJ comprenden una gran diversidad de formatos, incluyendo entre otros los juegos de mesa (Bayeck, 2020), los juegos de rol (Hammer et al., 2018), y especialmente los videojuegos. Estos, por su naturaleza digital y potencial interactivo, se han convertido en el tipo de juego más estudiado dentro del área (Squire, 2008), en la que se aplican a ámbitos tan diversos como la Historia (McCall, 2016), la Biología (Sadler et al., 2013) o las lenguas (Pitarch, 2018).

Uno de los retos actuales del ABJ digital es la evaluación de los juegos como recurso didáctico, ya que seguir el proceso de aprendizaje durante una sesión de juego es todo un reto a causa de la complejidad de las interacciones (Connolly et al., 2009; Tahir & Wang, 2017). Anteriores trabajos se han centrado en aplicar métodos cualitativos y mixtos (investigación documental, *focus groups*, cuestionarios, entre otros), y han contribuido a una mejor comprensión del juego como estrategia de aprendizaje autónomo (Mayer et al., 2014). Sin embargo, la complejidad de la interacción y la diversidad actual de juegos hace que aún existan numerosos retos en la evaluación del ABJ digital (Alonso-Fernández et al., 2019). En primer lugar, los métodos analíticos actuales no son capaces de explorar la infinidad de microinteracciones y decisiones que se desarrollan durante la sesión de juego, y que caracterizan el proceso de aprendizaje con videojuegos. En segundo lugar, estos métodos no capturan la diversidad de dinámicas de aprendizaje de un videojuego, ya que cada sesión de juego trazará una narrativa distinta a partir de las decisiones del jugador. Finalmente, los métodos usados hasta la fecha requieren de sesiones supervisadas y, por tanto, se realizan en contextos de educación formal y no formal.

La limitación de analizar ABJ dentro de contextos controlados por educadores es un reto importante para el área, ya que numerosos autores plantean que cualquier proceso lúdico es un proceso de aprendizaje, suceda donde suceda (McGonigal, 2011; Squire, 2021). Así, se puede argumentar que el mayor potencial del ABJ radica precisamente en contextos informales; la inmensa mayoría de dinámicas de aprendizaje con videojuegos no están supervisadas por ningún educador, ya que suceden en el sofá de casa, en el transporte público con un móvil o bien como evento social en una partida entre amigos.

Uno de los usos más populares de ABJ en contextos informales está relacionado con la identificación de *fake news*. El concepto de *fake news* se popularizó durante las elecciones estadounidenses de 2016, marcada por la diseminación de información errónea o fabricada, tanto en redes sociales como en medios tradicionales de comunicación (Cabezuelo Lorenzo & Manfredi, 2019). En estos pocos años las *fake news* se han convertido en un término popular tanto en el ámbito académico como fuera del mismo, y en general se usa para referirse a diversas formas de comunicación como la sátira, la parodia, la fabricación y la manipulación de noticias, así como la propaganda o la publicidad engañosa (Tandoc et al., 2018).

ABJ parece un recurso especialmente apto para combatir la desinformación y sus consecuencias, y por este motivo ya se han desarrollado diversos juegos digitales centrados en la alfabetización informacional, y en el auge del fenómeno de las *fake news* (Fernández Galeote & Hamari, 2021). Estas iniciativas parten del concepto de inoculación: si un individuo aprende a identificar *fake news* en un contexto controlado como un videojuego entonces será capaz de realizar la misma tarea en las condiciones reales de una red social (Lewandowsky & van der Linden, 2021). Sin embargo, las limitaciones metodológicas comentadas anteriormente afectan a la evaluación de la eficacia que tienen estos inoculadores, ya que mientras unos trabajos sugieren de sus beneficios otros plantean que los inoculadores no protegen contra la desinformación, sino que promueven el escepticismo general hacia cualquier fuente de información, resultado muy alejado del objetivo original (Maertens et al., 2021; Modirrousta-Galian et al., 2023; Roozenbeek et al., 2022). La importancia de este debate sugiere que necesitamos mejores métodos de análisis, especialmente en contextos informales en los que sucede la mayoría del ABJ, si queremos identificar qué mecánicas de juego, si las hay, son capaces de mejorar la alfabetización informacional de nuestra sociedad.

Este trabajo presenta el diseño y análisis en un contexto de aprendizaje informal de un simulador de *fake news* implementado dentro del videojuego «*Julia: A Science Journey*» (JASJ). JASJ incorpora herramientas de ciencia de datos para recopilar información detallada sobre las sesiones de juego a través de la plataforma *Unity Analytics*, que informan al investigador sobre cómo los jugadores afrontan los retos planteados por el juego. El marco de análisis es aplicado a explorar tres preguntas de investigación que nos ayuden a entender mejor los procesos de ABJ informal y la inoculación contra *fake news*: a) ¿cómo afecta la rejugabilidad a la mejora de resultados?, b) ¿qué impacto tiene el contenido en la identificación de una *fake news*?, y c) ¿existe relación entre velocidad de interacción y resultados del minijuego?

2. Método

2.1. Diseño de un videojuego transformativo

El videojuego JASJ fue desarrollado por un equipo interdisciplinar de investigadores, técnicos, y artistas, con tres objetivos: a) fomentar la cultura científica, b) reflexionar sobre el impacto social de la pandemia de COVID-19, y c) desarrollar una metodología para analizar ABJ en entornos informales. El juego fue implementado por un equipo de 5 personas mediante la plataforma de desarrollo *Unity*, y finalmente publicado en otoño de 2022. En la actualidad se puede descargar gratuitamente para entornos *Windows*, *Mac*, y *Linux* como enlace directo en la página web oficial, o bien dentro de la popular plataforma digital de distribución de videojuegos *Steam*.

JASJ narra la vida de Júlia, una adolescente mallorquina a inicios de 2020. Los jugadores conocerán a Júlia a través de sus reflexiones y relaciones personales con amigos, familia, y profesores del instituto de educación secundaria donde estudia. La acción se sitúa justo antes de la llegada de la pandemia de COVID-19, y el argumento se desarrolla a partir de tres tipos de escena diferentes: a) diálogos que promuevan la reflexión crítica, b) escenas animadas que hagan avanzar la historia, y c) minijuegos que profundizan en aspectos específicos vinculados a su uso en aulas de secundaria. Los dos primeros recursos son útiles para introducir elementos narrativos que permitan al jugador empatizar con los distintas personas que conforman la vida de Júlia y el

impacto que la pandemia tendrá para ellas, con especial atención a capturar las dudas y temores entre los adolescentes (ver Figura 1).



Figura 1. Escena de diálogo al inicio del juego, con un contenido vinculado a la incertidumbre del futuro según la percepción de un adolescente.

2.2. Un minijuego sobre desinformación en redes sociales

Los minijuegos son la piedra angular del contenido didáctico de JASJ y, de entre los mismos, destaca *Quacker*: una simulación de red social donde los usuarios son responsables de reportar cualquier *fake news* que reciban en su muro. Es importante destacar que en la actualidad existe cierta confusión sobre qué entendemos exactamente por *fake news* (Gómez-García & Carrillo-Vera, 2020; Ross & Rivers, 2018). Durante el diseño de *Quacker* se decidió usar el término *fake news* entendido como un subgrupo de las prácticas de desinformación centrado en la publicación de noticias falsas, con contenido inventado, no verificable y sin menciones a las fuentes (DeJong, 2023). Concretamente, nos centramos en *fake news* publicadas de forma malintencionada por creadores conscientes que son mentiras deliberadas (Wardle & Derakhshan, 2018).

Quacker es una experiencia educativa que simula las dinámicas sociales del mundo digital incluyendo la experiencia personal de sus usuarios. El minijuego se estructura a partir de 4 conceptos base: la desinformación, la salud mental, la popularidad y la toxicidad. *Quacker* está integrado dentro de la historia de JASJ a partir de transiciones narrativas en las que Júlia usa su móvil de manera casual (p.ej. esperando a sus amigos). En esos momentos aparece en pantalla la interfaz de *Quacker*, una red social similar a X (antes *Twitter*) o *Instagram* donde Júlia podrá reaccionar a los mensajes cortos que se vayan publicando en su muro.

La interfaz de *Quacker* muestra tres componentes: a) un mensaje de texto corto publicado por un usuario (i.e. un quack), b) botones para tres interacciones posibles al quack: 'like', 'dislike', y 'reportar', y c) el estado de juego definido por la salud mental de Júlia, su número de seguidores, y el número de fallos en sus informes de *fake news* (ver Figura 2).



Figura 2. Interfaz de Usuario del minijuego *Quacker*. Se han marcado con recuadros rojos los indicadores del estado de Júlia (salud mental y popularidad), así como las opciones de reacción disponibles (like, dislike, y reportar).

En *Quacker* el jugador está obligado a interactuar, pues no existe la opción de saltar el *quack*. Como ocurre en las redes sociales reales, una visualización ya es una interacción, por tanto, el diseño del juego obliga al jugador a que su interacción tenga siempre un efecto. Cuando el jugador interactúa con un *quack* se modifica el estado de juego en base a tres parámetros codificados internamente:

- 1) *Fake news*. Una variable binaria (i.e. Verdadero o Falso) que define si la información del *quack* es un bulo y, por tanto, encaja dentro de lo que conocemos como *fake new*.
- 2) Toxicidad. El nivel de toxicidad del *quack*, que se incrementa con un rango de -2 a $+3$, intervalo definido durante la fase de testeo para plantear un reto de dificultad media. Interactuar con un 'like' sobre un *quack* con valores negativos quitará toxicidad de la red, y como consecuencia mejorarán la salud mental de Júlia; por contra, el 'like' a un *quack* con valores altos de toxicidad tendrán un impacto negativo en la misma. La interacción 'dislike' invierte esta dinámica (i.e. dislike a un *quack* con valores negativos incrementa toxicidad, y dislike a *quack* con valores de toxicidad positiva la disminuye).
- 3) Popularidad. Impacto en la popularidad de Júlia, que perderá o ganará seguidores en base a la opción escogida por el jugador. Los valores del parámetro van de 1 a 3, y su efecto se invierte con la interacción 'dislike'. Igual que con la toxicidad, estos valores se definieron durante la fase de testeo, en la cual se eliminó el valor '0' o negativo bajo el razonamiento que toda interacción en una red social otorga popularidad.

Cada sesión del minijuego empieza con un valor de 5 tanto en popularidad como en salud mental, y el objetivo del juego es reaccionar a 10 *quacks* elegidos aleatoriamente de 30 posibles, sin que ninguno de los dos estados caiga a 0. Los

quacks pueden afectar a uno de los estados o a los dos simultáneamente, por lo que el jugador debe equilibrarlos; por ejemplo, un 'like' a un *quack* tóxico bajará la salud mental de Júlia pero al mismo tiempo le hará ganar popularidad, siguiendo el fomento de la controversia típica de redes sociales. En paralelo se desarrolla la segunda mecánica del minijuego: es necesario denunciar los *quacks* identificados como *fake news* mediante la opción de 'Reportar'. Cometer tres errores de identificación (no reportar un *quack* que sea *fake*, o bien reportar un *quack* que no lo sea) significará el fracaso en la partida. En todos los casos de fracaso (perder todos los seguidores, perder la salud mental, o recibir 3 *strikes* de *fake news*) la partida acaba, y el jugador deberá repetir el minijuego con 10 *quacks* nuevos. Si el jugador interactúa con 10 *quacks* sin que salte ninguna de las condiciones de fracaso entonces recibirá una puntuación de 1 estrella (bien), 2 estrellas (muy bien) ó 3 estrellas (excelente), en función del estado final y los errores de identificación.

Las *fake news* creadas para *Quacker* (ver Anexo I para información detallada de cada *quack*) están inspiradas por las definiciones de *fake news* planteadas con anterioridad y a través de los estados se procuró simular los incentivos que podemos encontrar en redes sociales para viralizar *fake news* en lugar de reportarlas. El aprendizaje se centra en la reflexión sobre las dinámicas de las redes sociales y en especial en entender por qué los *quacks* visualizados son considerados como desinformación; para ello *Quacker* explicita al inicio de la partida los criterios por los cuáles se deben reportar los *quacks*. Adicionalmente, y como medida de apoyo, cada *quack* es contextualizado en base a la confiabilidad de la fuente (i.e. el nombre y el avatar del usuario que publicó el *quack*). Finalmente, *Quacker* advierte al jugador que todas las opiniones están permitidas, pero no aquellas que se sustenten en información falsa malintencionada. Ello es especialmente pertinente a la dificultad identificada por trabajos previos sobre cómo diferenciar entre *fake news* y opiniones tóxicas (Mohsin, 2020; Tandoc et al., 2018). En este sentido el minijuego incorpora ambos tipos de contenido, así que será necesario evaluar para cada *quack* si realmente aporta información falsa, o bien si es un comentario desacertado.

2.3. Recogida de datos durante la sesión de juego

En la actualidad la mayoría de videojuegos requieren conectividad permanente a internet. Las empresas desarrolladoras han aprovechado esta conexión para recoger en tiempo real información sobre las sesiones de juego, generando así un gran volumen de datos útil para solucionar errores de código (i.e. *bugs*), identificar problemas en las mecánicas, detectar trampas y recoger información sobre el comportamiento de los jugadores (Su et al., 2021). Este último uso es especialmente relevante y está ligado al lucrativo modelo de negocio de las microtransacciones: juegos usualmente gratuitos que ofrecen contenido extra al jugador y que se compran dentro del juego. El contenido ofrecido al jugador se elige en base a la información que se ha recogido de él, por lo que está personalizado y adaptado a sus intereses y estilo de juego. Esta práctica ha tenido un gran éxito económico, pero se considera intrusiva y opaca, por lo que es objeto de controversia dentro de la industria de los videojuegos.

Las plataformas creadas para recoger estos datos también se pueden usar para analizar los procesos de aprendizaje con videojuegos (Alonso-Fernández et al., 2019; Cano et al., 2019; Hauge et al., 2014). La metodología se basa en la recopilación de datos sobre cómo los jugadores interactúan con las mecánicas del juego que, en este caso, están diseñadas para adquirir unos objetivos de aprendizaje específicos. El

análisis de dichos datos permite evaluar hasta qué punto estos objetivos han sido alcanzados a partir de estrategias diversas como, por ejemplo, la puntuación del juego o métricas internas definidas por el investigador. De este modo, y siempre que se haga de manera informada, es posible acceder a grandes volúmenes de información muy detallada y de manera no supervisada (p.ej. tiempo de respuesta entre interacciones, número de repeticiones, secuencias de interacción u horarios de juego, entre otros). Así, esta metodología es ideal para explorar en detalle las dinámicas de ABJ en contextos informales en los que no es posible elegir la muestra, desarrollar cuestionarios previos y posteriores a la sesión de juego o entrevistar a los jugadores.

El equipo de investigación aplicó esta metodología basada en la ciencia de datos para evaluar el aprendizaje con *Quacker* en base a tres preguntas de investigación: a) qué tipo de contenido es más difícil de identificar, b) cómo afecta la velocidad de interacción al rendimiento del jugador, y c) como mejora el rendimiento a partir de la repetición del minijuego. La Figura 3 muestra un resumen del sistema de recogida de datos, que para más detalle está detallado en (Rubio-Campillo et al., 2023)

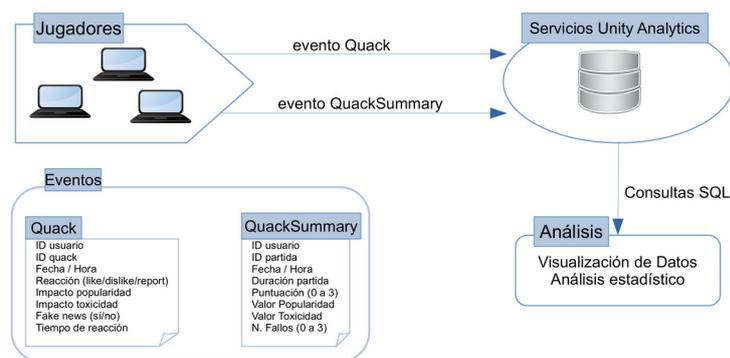


Figura 3. Diagrama del proceso de recogida de datos. A medida que los jugadores interactúan con *Quacker* se envían eventos usando el servicio de *Unity Analytics* que se guardan en una base de datos. Los investigadores descargan los eventos registrados mediante consultas SQL para proceder al análisis de los datos.

El análisis de *Quacker* se estructuró en base a dos eventos que son enviados desde los dispositivos de juego a una base de datos centralizada a través de los servicios de *Unity Analytics*; el evento *Quack* recoge información sobre la reacción de un jugador a cada quack específico que se le presenta, mientras que el evento *QuackSummary* proporciona información sobre una partida entera al minijuego *Quacker*. Es importante destacar que la pantalla inicial de JASJ explica al jugador que el juego es parte de un proyecto de investigación y que se recogen datos de su experiencia de juego, siempre de manera totalmente segura y anónima. Esta pantalla debe aceptarse para seguir jugando.

El enfoque de este estudio en las dinámicas de aprendizaje informal hace que no sea posible diseñar un experimento con una muestra predefinida. Así, para confeccionar la muestra se definió un período cerrado de recogida de datos (noviembre 2022 a mayo 2023) en los que se registraron datos sobre personas que, de manera voluntaria, descargaban y jugaban a JASJ desde su ordenador, sin que hubiera contacto ni control por parte del equipo de investigación. Durante los 6 meses se

registraron 3565 interacciones pertenecientes a un total de 436 partidas a *Quacker* de 112 jugadores, después de eliminar las partidas interrumpidas y la información fragmentada causada por errores de comunicación.

3. Resultados

La Figura 4 muestra la distribución de sesiones de juego por cada jugador; los resultados muestran que la mayoría de jugadores hicieron entre 1 y 3 partidas a *Quacker*, al mismo tiempo que un grupo significativo de jugadores llegaron a realizar más de 10 partidas.

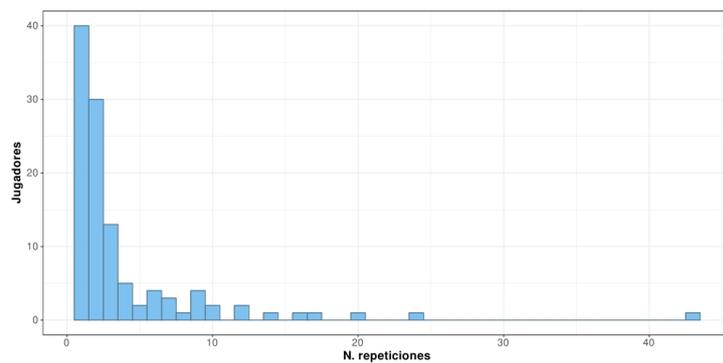


Figura 4. Histograma de partidas realizadas a *Quacker* por jugador.

Para examinar el proceso de aprendizaje en detalle se han explorado variaciones en los resultados en relación al número de partidas realizadas por cada jugador. Si la experiencia ABJ está correctamente diseñada entonces los jugadores deberían mejorar su rendimiento a través de sucesivas iteraciones del bucle de juego. En el caso de *Quacker* esto debería traducirse en mejores puntuaciones a medida que se suman partidas al minijuego. En la Figura 5 se presenta la evolución del éxito de los jugadores a lo largo de las repeticiones. En las primeras repeticiones el porcentaje de resultados excelentes (3 estrellas) es bajo, mientras que el resultado más frecuente es el fracaso (0 estrellas). Esta dinámica cambia radicalmente a partir de la tercera repetición, en la que el resultado ‘Excelente’ pasa a ser el desenlace más usual, patrón que se mantiene para el resto de iteraciones.

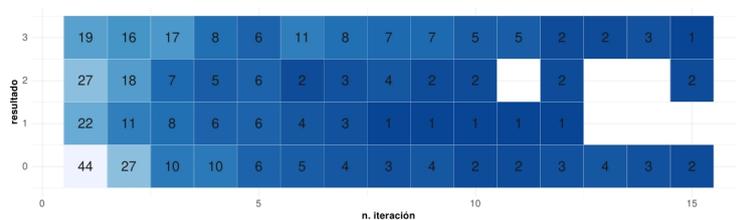


Figura 5. *Heatmap* mostrando el número de partidas pertenecientes a una iteración determinada (eje X, limitado hasta 15 repeticiones) comparada con cada puntuación posible (eje Y, de 0 a 3 estrellas).

La segunda pregunta se centra en el impacto de la temática de la *fake news* en relación a su correcta identificación. La Figura 6 muestra el porcentaje de reacciones recogido ('like', 'dislike', 'reportar') para cada uno de los 30 *quacks* definidos en el juego.

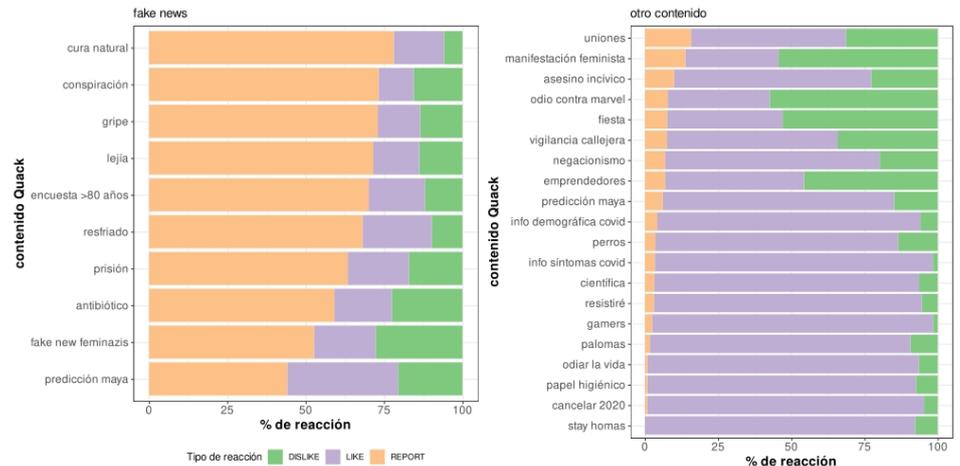


Figura 6. Porcentaje de reacción elegida según *quack*. Los 30 *quacks* están divididos según su identificación como *fake news* para facilitar la comparación.

La última pregunta de investigación se centra en evaluar la relación entre velocidad de interacción y rendimiento del jugador. La Figura 7 visualiza la distribución de velocidades de reacción para las distintas iteraciones y resultados.

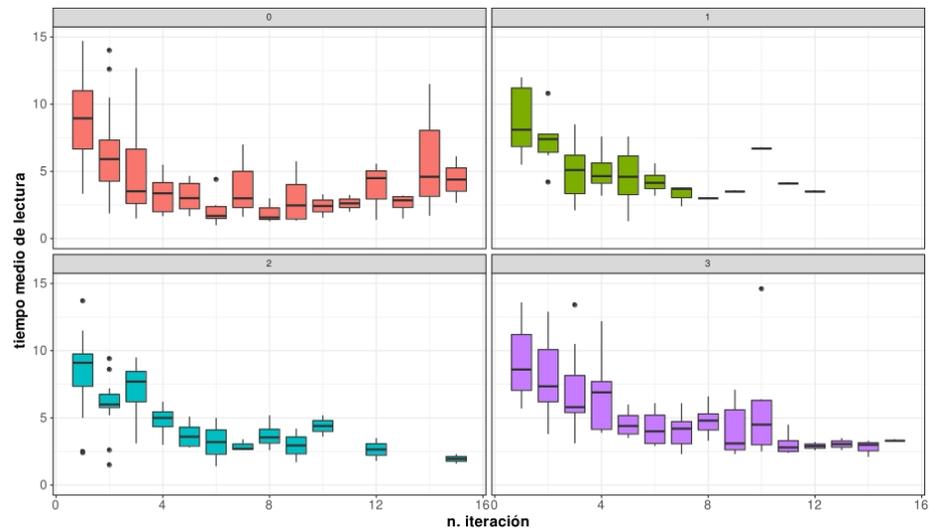


Figura 7. *Boxplot* de tiempo medio de interacción (eje Y) según número de iteración (eje X), separado por resultado final (de 0 a 3 estrellas).

El cálculo de las correlaciones de Spearman entre el tiempo medio de reacción y las variables mencionadas sugiere una correlación negativa fuerte para el binomio

Tiempo medio de reacción versus Número de iteración (-0.66), mientras que no parece haber una correlación clara entre velocidad y puntuación (-0.02).

4. Discusión

A continuación exploramos las tres preguntas de investigación planteadas anteriormente en base al conjunto de resultados.

4.1. Iteración y aprendizaje

Una propiedad típica del ABJ es la rejugabilidad; es decir, cualquier juego se estructura como un proceso iterativo en el que el jugador realiza una serie de acciones, a partir de las cuales se le proporciona *feedback* para mantenerle informado de su progreso; a partir de esta respuesta se establece un bucle en el que el jugador irá mejorando su rendimiento si quiere ir progresando en la historia del juego.

La distribución de partidas muestra que *Quacker* genera un elevado interés por parte de los jugadores que, de media, realizaron 4 partidas al minijuego antes de continuar con la historia de JASJ. Es importante destacar que los jugadores pueden continuar la partida (y, por tanto, dejar de jugar a *Quacker*) si evitan las condiciones de fracaso a lo largo de los 10 *quacks*, independientemente de lo bien que lo hayan hecho (i.e. de las estrellas que hayan conseguido). Así, una parte de las partidas rejugadas son causadas por la necesidad de repetir una partida fracasada, pero el resto es una decisión voluntaria por parte del jugador, que se puede explicar por varios motivos: algunas personas querrán conseguir la máxima puntuación de tres estrellas, mientras que otras estarán explorando el minijuego a fondo para ver todos los *quacks* posibles.

Este proceso iterativo de mejora se ve reflejado en una correlación positiva entre el número de iteración de la sesión y el número de estrellas conseguido (0.23). Consideramos que la mejora en la evaluación está causada por una mayor comprensión de dos elementos: (a) la mecánica del minijuego *Quacker*, y (b) el concepto mismo de *fake news*. Por un lado, los juegos transformativos como JASJ integran dentro del bucle de juego contenido, decisiones, y mecánicas estrechamente vinculadas a las dinámicas del mundo real sobre las que se pretende que el jugador reflexione y aprenda. En el caso de *Quacker*, a medida que se itera el jugador irá comprendiendo mejor las dinámicas de juego y, por lo tanto, su rendimiento mejorará tanto en la identificación de *fake news* como en mantener el equilibrio entre la salud mental y la popularidad de Júlia. Por otro lado, los 10 *quacks* que se le muestran al jugador durante una sesión son elegidos aleatoriamente dentro de 30 posibles, por lo que a medida que se hagan más partidas del minijuego aparecerán *quacks* repetidos; el *feedback* que recibe el jugador le informará sobre la correcta identificación de *fake news*. Así, la unión de estas dos dinámicas de aprendizaje cumple con los objetivos de un inoculador porque mejorarán la capacidad del jugador de *Quacker* para identificar *fake news* en las redes sociales más allá de JASJ.

4.2. Identificación de fake news

Los resultados sugieren que las *fake news* con contenido pseudocientífico son fáciles de identificar, especialmente si el mensaje está vinculado a la pandemia de COVID-19.

Por contra, las *fake news* que incluyen controversias políticas se clasifican de manera errónea con mucha mayor frecuencia.

Un ejemplo de esta dinámica es un *quack* inspirado por una *fake news* real con amplio impacto en *X* (antes *Twitter*): la vinculación de la manifestación feminista del 8 de marzo de 2020 con la llegada de la pandemia de COVID-19 a España. Casi la mitad de jugadores no reportaron este *quack* como desinformación (y de ellos un 20% eligieron la opción 'like'). Simultáneamente la mayoría de falsos positivos (i.e. *quacks* erróneamente identificados como *fake news*) se concentra en *quacks* con contenido político, en contraste con los *quacks* correctamente identificados como información real, incluyendo contenido humorístico, reflexiones personales e información de carácter público. Este último caso es destacable ya que revela como los jugadores están usando la fuente de información (i.e. el usuario que creó el *quack*) como una *proxy* válida para evaluar el contenido. Así, los *quacks* hechos por la Organización Mundial de la Salud y otras instituciones públicas de referencia son casi siempre identificados como fiables, mientras que contenido de similares características publicado por cuentas de dudosa procedencia (p.ej. individuos o asociaciones contra la ciencia) son típicamente identificados como *fake news*.

4.3. Velocidad de interacción

Una investigación anterior realizada con una muestra menor identificó una correlación negativa entre el mejor resultado de cada jugador y el tiempo medio de interacción, entendido como la media de segundos transcurridos desde la presentación de un *quack* al jugador y su reacción (Rubio-Campillo et al., 2023). Los resultados sugerían una relación positiva entre velocidad de lectura y comprensión lectora en el entorno de un videojuego, contribución relevante al debate actual sobre cómo impacta la velocidad lectora a la comprensión en formatos digitales (Dyson & Haselgrove, 2000). Sin embargo, el análisis no explotaba la información detallada sobre el proceso de aprendizaje que permite el sistema construido en JASJ, ya que tan sólo evaluaba la mejor respuesta de cada jugador. Los resultados del presente trabajo expanden el análisis ya publicado al considerar la relación entre las tres variables definidas: a) velocidad de interacción, b) número de partida y c) resultado final.

En los resultados presentados se puede apreciar como la velocidad de reacción aumenta de manera gradual a medida que se repite el juego hasta la novena iteración. A partir de ese momento se producen dinámicas difíciles de interpretar y que pueden tener relación con la reducida población de jugadores que repiten el minijuego más de 10 veces. Cabe decir que este número de repeticiones tiene poca lógica desde la perspectiva del jugador, ya que el minijuego está diseñado para ser jugado 5 veces, en base a la colección de 30 *quacks* creada. La dinámica podría explicarse por la presencia de jugadores que quieren ver todos los *quacks* o conseguir todos los logros. Estos logros son una característica de la plataforma *Steam*. Al crear un juego los desarrolladores plantean un conjunto de logros publicados en *Steam*. Estos logros pueden tener relación con la progresión (p.ej. finalizar un juego), con la habilidad demostrada (p.ej. completar una partida sin haber fracasado ni una sola vez), o bien con sucesos curiosos dentro del juego (p.ej. acabarse un juego sin matar a ningún enemigo). Existen jugadores motivados por conseguir el 100% de los logros (llamados «completistas»), y su exploración exhaustiva de los contenidos del juego explicaría estas dinámicas de repetición sistemática del minijuego *Quacker*.

El conjunto de análisis se suma a la existencia ya mencionada de una correlación positiva entre el número de iteración y el resultado final, y sugiere que los jugadores reaccionan cada vez más rápido y con más éxito a medida que repiten el minijuego. El incremento en la velocidad de reacción tiene sentido si tenemos en cuenta que algunos *quacks* serán repetidos entre iteraciones y, por lo tanto, una lectura rápida permitirá identificar su contenido. Por otra parte, la inexistencia de una correlación entre velocidad de lectura y rendimiento parece contradecir los resultados de la publicación anterior, o si más no matizarlos. La diferencia en valores de correlación se explica porque el primer análisis se centraba en el mejor resultado de los jugadores y descartaba el resto de intentos, mientras que en este se tiene en cuenta todo el proceso iterativo del jugador hasta llegar a la puntuación final. Así, en general, no parece que los jugadores más rápidos obtengan mejores resultados sino que, a medida que se juega, se reacciona más velozmente, por lo que el mejor resultado, que acostumbra a ser el último intento, también es el más rápido.

5. Conclusión

Uno de los retos más importantes de la investigación educativa es la evaluación en contextos de aprendizaje no supervisado o informal, donde no es posible aplicar un diseño experimental de comparación de conocimientos y aptitudes previas y posteriores a la actividad. Este trabajo presenta una metodología basada en la ciencia de datos para mejorar la comprensión de ABJ digital. De hecho, la riqueza de los datos recogidos va mucho más allá del caso de estudio de *Quacker*, ya que JASJ también recoge información sobre el resto de minijuegos. Es importante destacar que la estrategia de recogida automática de datos es hasta cierto punto compatible con diseños experimentales basados en cuestionarios. De hecho, JASJ incluye en su inicio un formulario que recopila información del jugador (p.ej. variables socioeconómicas, expectativas, conocimientos previos u opinión de la experiencia), que será usada en futuros trabajos para comprender mejor cómo influyen diversos factores individuales al proceso de aprendizaje del videojuego. Sin embargo, es importante matizar que los jugadores deciden de manera voluntaria dedicar su tiempo lúdico al juego, por lo que cualquier petición de información puede ser percibida como una barrera y causar el abandono masivo de los jugadores. Así, es necesario que el investigador evalúe cuidadosamente qué información mínima es necesaria para responder a sus preguntas de investigación.

Por otra parte, la metodología presentada requiere control sobre el código fuente del videojuego y consideramos que este hecho es precisamente su limitación más importante. Es necesario diseñar el juego desde sus inicios como una experiencia didáctica y, al mismo tiempo, implementar el sistema de recogida de datos. Alternativamente es posible colaborar con un estudio de desarrollo que acepte integrar dicha recogida de datos para fines de investigación. Así, no es posible aplicar el método al estudio de un videojuego comercial desarrollado por una empresa ajena que no permita modificar el código. Algunos autores han explorado la creación de *mods* (i.e. modificaciones) que permitan recoger datos en juegos comerciales (Yee, 2014). Esta aproximación puede generar datos detallados de interacción, pero tiene la limitación que sólo funcionará si el jugador de forma activa instala el *plugin* y que cualquier actualización del juego puede afectar a la compatibilidad con el *mod* desarrollado.

Para finalizar es importante destacar que las estrategias de ABJ son un recurso didáctico emergente porque el formato es capaz de comunicar información compleja mediante su potente combinación de narrativa e interactividad. Al mismo tiempo, estos elementos complican su análisis, por lo que el número creciente de experiencias ABJ publicadas debería ir acompañado de propuestas metodológicas innovadoras que permitan evaluar el potencial educativo de los videojuegos. Estas propuestas deberían tener en cuenta la diversidad de contextos lúdicos, la tipología de juegos y los objetivos de aprendizaje, si los hay. Las técnicas necesarias para analizar en detalle las dinámicas de ABJ ya existen, pero hasta hace poco tiempo no se han usado en el contexto educativo. Así, más allá de los resultados específicos presentados en este trabajo, esperamos que la metodología presentada contribuya a una mejor comprensión sobre qué y cómo aprendemos cuando jugamos a un videojuego.

6. Agradecimientos

El análisis se implementó usando la plataforma estadística R y las visualizaciones se han creado con la librería 'ggplot2' (Wickham, 2016). Tanto el código como el dataset están disponibles bajo licencias abiertas en https://github.com/xrubio/JASJ_RELATEC

Esta investigación es parte del proyecto «DiHealthEd» (2020PANDE00072), financiado por el programa PANDEMIES (AGAUR – Generalitat de Catalunya), así como el proyecto «PatConfEdu» (PID2020-118615RB-I00) financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. XRC está financiado por el programa Ramón y Cajal RYC2018-024050-I (Fondo Social Europeo – Agencia Estatal de Investigación). Los autores agradecen los comentarios de los dos evaluadores, así como la participación de todos los jugadores que han jugado a Julia: A Science Journey. El juego puede descargarse de manera gratuita desde: https://murphystoastgames.com/sheet.php?p=julia_a_science_journey.

7. Referencias

- Alonso-Fernández, C., Calvo-Morata, A., Freire, M., Martínez-Ortiz, I., & Fernández-Manjón, B. (2019). Applications of data science to game learning analytics data: A systematic literature review. *Computers & Education, 141*, 103612. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103612>
- Bayeck, R. Y. (2020). Examining Board Gameplay and Learning: A Multidisciplinary Review of Recent Research. *Simulation & Gaming, 51*(4), 411–431. <https://doi.org/10.1177/1046878119901286>
- Cabezuelo Lorenzo, F., & Manfredi, J. L. (2019). Posverdad, fake-news y agenda política en el discurso de Trump en Twitter. *Historia y Comunicación Social, 24*(2), 471–483.
- Cano, A. R., Garcia-Tejedor, A. J., Alonso-Fernandez, C., & Fernandez-Manjon, B. (2019). Game Analytics Evidence-Based Evaluation of a Learning Game for Intellectual Disabled Users. *IEEE Access, 7*, 123820–123829. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2938365>
- Connolly, T., Stansfield, M., & Hainey, T. (2009). Towards the development of a games-based learning evaluation framework. In *Games-based learning advancements for multi-sensory human computer interfaces: Techniques and effective practices* (pp. 251–273). IGI Global.
- DeJong, S. (2023). Playing With Fake News: State Of Fake News Video Games. *International Journal of Games and Social Impact, 1*(1), 94–111. <https://doi.org/10.24140/ijgsi.v1.n1.05>

- Dyson, M., & Haselgrove, M. (2000). The effects of reading speed and reading patterns on the understanding of text read from screen. *Journal of Research in Reading, 23*(2), 210–223. <https://doi.org/10.1111/1467-9817.00115>
- Fernández Galeote, D., & Hamari, J. (2021). Game-based Climate Change Engagement: Analyzing the Potential of Entertainment and Serious Games. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction, 5*(CHI PLAY), 1–21. <https://doi.org/10.1145/3474653>
- Gee, J. P. (2007). *What video games have to teach us about learning and literacy* (Rev. and updated ed). Palgrave Macmillan.
- Gómez-García, S., & Carrillo-Vera, J.-A. (2020). El discurso de los newsgames frente a las noticias falsas y la desinformación: Cultura mediática y alfabetización digital. *Revista Prisma Social, 30*, 22–46.
- Hammer, J., To, A., Schrier, K., Bowman, S. L., & Kaufman, G. (2018). Learning and role-playing games. In *Role-Playing Game Studies* (pp. 283–299). Routledge.
- Hauge, J. B., Berta, R., Fiucci, G., Manjon, B. F., Padron-Napoles, C., Westra, W., & Nadolski, R. (2014). Implications of Learning Analytics for Serious Game Design. *2014 IEEE 14th International Conference on Advanced Learning Technologies, 230–232*. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2014.73>
- Lewandowsky, S., & van der Linden, S. (2021). Countering Misinformation and Fake News Through Inoculation and Prebunking. *European Review of Social Psychology, 32*(2), 348–384. <https://doi.org/10.1080/10463283.2021.1876983>
- Maertens, R., Roozenbeek, J., Basol, M., & Van Der Linden, S. (2021). Long-term effectiveness of inoculation against misinformation: Three longitudinal experiments. *Journal of Experimental Psychology: Applied, 27*(1), 1–16. <https://doi.org/10.1037/xap0000315>
- Mayer, I., Bekebrede, G., Hartevelde, C., Warmelink, H., Zhou, Q., van Ruijven, T., Lo, J., Kortmann, R., & Wenzler, I. (2014). The research and evaluation of serious games: Toward a comprehensive methodology: The research and evaluation of serious games. *British Journal of Educational Technology, 45*(3), 502–527. <https://doi.org/10.1111/bjet.12067>
- McCall, J. (2016). Teaching history with digital historical games: An introduction to the field and best practices. *Simulation & Gaming, 47*(4), 517–542.
- McGonigal, J. (2011). *Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world*. Penguin.
- Modirrousta-Galian, A., Higham, P. A., & Seabrooke, T. (2023). Effects of inductive learning and gamification on news veracity discernment. *Journal of Experimental Psychology: Applied. https://doi.org/10.1037/xap0000458*
- Mohsin, K. (2020). Defining 'Fake News'. Available at SSRN 3675768.
- Pitarch, R. C. (2018). An Approach to Digital Game-based Learning: Video-games Principles and Applications in Foreign Language Learning. *Journal of Language Teaching and Research, 9*(6), 1147. <https://doi.org/10.17507/jltr.0906.04>
- Roozenbeek, J., Traberg, C. S., & Van Der Linden, S. (2022). Technique-based inoculation against real-world misinformation. *Royal Society Open Science, 9*(5), 211719. <https://doi.org/10.1098/rsos.211719>
- Ross, A. S., & Rivers, D. J. (2018). Discursive Deflection: Accusation of “Fake News” and the Spread of Mis- and Disinformation in the Tweets of President Trump. *Social Media + Society, 4*(2), 2056305118776010. <https://doi.org/10.1177/2056305118776010>
- Rubio-Campillo, X., Marín-Rubio, K., & Corral-Vázquez, C. (2023). Using in-game analytics to explore learning dynamics of information literacy in a social media simulator. *17th European Conference on Games Based Learning, ECGBL 2023, 556–563*.
- Sadler, T. D., Romine, W. L., Stuart, P. E., & Merle-Johnson, D. (2013). Game-Based Curricula in Biology Classes: Differential Effects Among Varying Academic Levels: GAME-BASED CURRICULA. *Journal of Research in Science Teaching, 50*(4), 479–499. <https://doi.org/10.1002/tea.21085>

- Squire, K. (2008). Video games and education: Designing learning systems for an interactive age. *Educational Technology, 48*(2), 17.
- Squire, K. (2021). *Making Games for Impact*.
- Su, Y., Backlund, P., & Engström, H. (2021). Comprehensive review and classification of game analytics. *Service Oriented Computing and Applications, 15*(2), 141–156. <https://doi.org/10.1007/s11761-020-00303-z>
- Tahir, R., & Wang, A. I. (2017). State of the art in game based learning: Dimensions for evaluating educational games. *European Conference on Games Based Learning, 641–650*.
- Tandoc, E. C., Lim, Z. W., & Ling, R. (2018). Defining “Fake News”: A typology of scholarly definitions. *Digital Journalism, 6*(2), 137–153. <https://doi.org/10.1080/21670811.2017.1360143>
- Wardle, C., & Derakhshan, H. (2018). Thinking about ‘information disorder’: Formats of misinformation, disinformation, and mal-information. *Journalism, Fake News & Disinformation, 43–54*.
- Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York. <https://ggplot2.tidyverse.org>
- Yee, N. (2014). *The Proteus paradox: How online games and virtual worlds change us-and how they don't*. Yale University Press.

8. Anexo 1. Listado de Quacks implementados en el minijuego

Pop = Popularidad; Tox = Toxicidad

ID	Tipo de Contenido	Efecto	Usuario	Quack (publicación)
Cancelar 2020	Broma	Pop: 2 Tox: - 2	Cabronaxi	Ya he probado el mes gratis de 2020 y quiero cancelar la suscripción xfavor
Palomas	Broma	Pop: 1 Tox: 0	Cabronaxi	La gente se rie mucho, pero ¿te imaginas que acabamos todos confinados? Osea las palomas van a flipar en plan donde se ha metido todo el mundo.
Predicción maya	Broma	Pop: 1 Tox: 0	Cabronaxi	Seguro que esta pandemia también la predijeron los mayas xD.
Odiar la vida	Broma	Pop: 1 Tox: -1	Cabronaxi	Gente en otras redes sociales: MI VIDA ES MARAVILLOSA :D Gente por dentro: odio mi vida. Gente en Quacker: ¿odias tu vida? Yo más.
Perros	Broma	Pop: 1 Tox: 0	Cabronaxi	Ante el inminente confinamiento las perreras preparan perros para el paseo de humanos.
Gamers	Broma	Pop: 1 Tox: -1	Cabronaxi	Los gamers llevan toda la vida preparándose para esto. #Covid #Confinamiento #GamersRiseUp

Cura natural	Ciencia	Fake New	Científicos por la verdad	<p>¡Cura natural para la #Covid!</p> <p>Dr. Nanotecnólogo Sirius Quintero nos lo explica: El #Coronavirus emite 17Hz al cerebro, la solución es crear un campo de fuerza electrostática de 77Hz que anule la frecuencia del ADN enfermo.</p> <p>Ingredientes para el remedio: jengibre, malojillo, pimienta negra, limón y miel.</p>
Gripe	Ciencia	Fake New	Científicos por la verdad	<p>La misión de Científicos por la Verdad es DESPERTAR al pueblo dormido</p> <p>Todos los artículos científicos sobre la Covid son falsos porque a todos los científicos les paga el gobierno.</p> <p>Nosotros te demostramos con ciencia alternativa que la Covid NO existe</p>
Lejía	Ciencia	Fake New	Donaldo Trom	<p>Mi primo, que es médico, me dice que la #Covid es una infección. La solución es obvia, deberíamos beber lejía para limpiar nuestro cuerpo.</p>
Científica	Ciencia	Pop: 1 Tox: 1	Dra. Blasco	<p>Llevo 15 años trabajando en el estudio de epidemias.</p> <p>Veo mucha desinformación por las redes, así que voy a intentar explicar qué está pasando en China.</p> <p>¡Seguidme si os interesa! #pandemia #Covid</p>
Negacionismo	Controversia	Pop: 1 Tox: 3	Dra. Blasco	<p>Creo que hoy día es importante preguntarse...</p> <p>¿Llamamos negacionista a todo aquel que es crítico?</p>
Vigilancia callejera	Controversia	Pop: 2 Tox: 3	Policía vecinal	<p>Estamos en cada calle, en cada esquina, en cada balcón...</p> <p>Si sales a la calle, vigilarémos que lleves mascarilla.</p> <p>Si alguien conoce a las personas que denunciarnos, pasadnos su perfil y nos encargaremos de civilizarla.</p>
Asesino incívico	Controversia	Pop: 2 Tox: 1	Policía vecinal	<p>Salir a la calle siendo portador de #Covid te convierte en asesino. Ante la duda, aíslate.</p> <p>#EsteVirusLoParamosUnidos #EstoNoEsUnJuego</p>

Uniones	Controversia	Pop: 2 Tox: 0	Gobierno del buen ciudadano	¡Victoria de los trabajadores contra la patronal! En caso de confinamiento, los trabajadores tendrán derecho a saltárselo siempre que abandonen a sus familiares en casa para salir a trabajar
Papel higiénico	Broma	Pop: 1 Tox: 0	La Croqueta Indiscreta	Mucho arrasar con el papel higiénico en el súper, pero el estante del brócoli bien que ni lo tocáis, ¿eh?
Stay Homas	Música	Pop: 1 Tox: -1	La Croqueta Indiscreta	Please stay homaaa Don't want the corona ... It's okay to be alona #QuedateEnCasa #StayJomas
Fiesta	Controversia	Pop: 2 Tox: 1	La peña del moco	#MDLR ¡la EmOs liAo! Botellon Kon los REALES f*** polisia belnaL
Resfriado	Ciencia	Fake New	Michael José	A los médicos se les va la olla con la Covid, es solo un RESFRIADO. Lo único que tenéis que hacer es no ir lamiendo farolas y lavaros un poco. Os dejo tontorial: Echar agua y jabón Frotar manos Enjuagar con más agua Secar al gusto
Antibiótico	Ciencia	Fake New	Michael José	No entiendo tanta alarma con esto del virus, ¿no tenemos antibióticos? Con tomarte un par acabas con la Covid
Conspiración	Controversia	Fake New	Michael José	Nos han impuesto una gran PLANdemia llamada Covid para ternos callados y sumisos. La Covid NO existe, siempre vas a encontrar pruebas a favor y en contra, lo que importa es lo que TÚ QUIERAS CREER. ¿Te unes a la verdad alternativa?
Predicción maya	Ciencia	Fake New	Oki Diario	Los expertos descubren que los Mayas predijeron una gran pandemia en el siglo XXI. ¿Estamos ante el fin de la civilización?

Prisión	Controver- sia	Fake New	Oki Diario	#UltimaHora del #Coronavirus ¡El Gobierno está planeando encarcelar la población bajo un estado de alarma! Expertos alertan del comienzo de una dictadura socialcomunista.
Info demográfica Covid	Ciencia	Pop: 1 Tox: 0	Organiza- ción Mundial de la Salud	Datos oficiales hasta la fecha: Más del 95% de los fallecidos por #Covid tenía 60 años o más, siendo los mayores de 80 los más vulnerables.
Info síntomas Covid	Ciencia	Pop: 1 Tox: 0	Organiza- ción Mundial de la Salud	¿Cómo diferenciamos entre la #Covid y la gripe? Aunque los síntomas leves sean similares: tos seca, fiebre o fatiga. La Covid puede producir síntomas únicos como la dificultad para respirar.
Emprendedores	Controver- sia	Pop: 2 Tox: 2	Poma Callardo	Si tanto os quejáis de las restricciones, dejad de llorar ayudas al mismo papá Estado que os encierra. Empezad a hacer algo útil: sed emprendedores, adaptaos al mercado, invertid en cripto. Todo es cuestión de voluntad, amigo.
Manifestación feminista	Controver- sia	Pop: 3 Tox: 3	Poma Callardo	Si acabamos todos confinados, os recuerdo agradecerse a las feminazis de la manifestación multitudinaria del #8M
Fake new feminazis	Controver- sia	Fake New	Poma Callardo	¿Cuántas pruebas necesitáis? Las fotografías del #8M son suficientes para demostrar que las feminazis fueron las causantes de la gran ola de contagios en España.
Odio contra Marvel	Controver- sia	Pop: 2 Tox: 2	Poma Callardo	Ya estamos con otra peli de Disney que cambia de color de piel a sus protas ¡Quiten la política de mi infancia! Todo para que no se quejen los ***** ofendidos de la izquierda identitaria :)
Encuesta >80 años	Ciencia	Fake New	tuDiario. bal	¡Que no cunda el pánico! Los mayores de 80 años no morirán de #Covid, por lo menos, este año. Así de optimistas lo afirman más de un millón de jubilados entrevistados en España
Resistiré	Música	Pop: 1 Tox: -1	tuDiario. bal	Más de 20 artistas unen fuerzas contra la Covid-19 con la nueva versión AGUANTARÉ 2020 #YoMeQuedoEnCasa #Agantare #Covid19