

De *Tetris* a *Angry Birds*: la matemática inherente a los videojuegos

Rocío Serna-Rodrigo

Facultad de Educación.

Departamento de Innovación y Formación Didáctica.

Universidad de Alicante,

Alicante, España

rocio.s.r.91@gmail.com

Sara D. Cardell

Instituto de Matemática, Estatística e Computação

Científica, Universidade Estadual de Campinas,

Campinas, Brasil

sdcardell@ime.unicamp.br

Resumen— Existen videojuegos muy populares que trabajan, sin pretenderlo, determinados contenidos interesantes desde un punto de vista didáctico. Mientras el usuario juega, va adquiriendo, de manera inconsciente, determinados conocimientos y destrezas, desarrollando estrategias... En este trabajo se ha llevado a cabo una selección de videojuegos conocidos por una amplia mayoría de los usuarios y, respecto a ellos, se analiza una serie de contenidos matemáticos presentes en los mismos: desde probabilidad hasta geometría.

Palabras clave— *Game-Based Learning*, *videojuegos gamificación*, *matemáticas*.

I. INTRODUCCIÓN

Los videojuegos se han abierto paso, cada vez con más intensidad, en el campo del entretenimiento y la cultura, principalmente, de los más jóvenes. Desde los primeros juegos de máquinas recreativas hasta la gran variedad y tipología de soportes y catálogo que existe en la actualidad, son productos que contado siempre con un público: a él se deben y a él se han ido enfocando. Paulatinamente, dicho público ha sobrepasado las barreras de categorización social que catalogaban los videojuegos como una actividad “para niños” -enfaticando el sexo masculino- y, en la actualidad, el número de mujeres videojugadoras ha igualado e incluso superado al de hombres. Esta evolución en el ámbito del videojuego queda patente también en su inclusión en otros paradigmas, como el aprendizaje de idiomas [1], la transformación social [2], la narrativa y la educación [3]. Este hecho ha provocado el surgimiento de diferentes líneas de investigación en torno al papel que los videojuegos pueden desempeñar en estos ámbitos, tan ajenos en principio a los mismos.

Los juegos y videojuegos, además de resultar entretenidos y atractivos para el público en general y los jóvenes en particular, presentan un gran potencial en el ámbito académico, ya sea por sus características o bien por la filosofía que los vertebran, por lo que emplearlos en las diferentes materias puede servir para complementar la asimilación de contenidos en Historia, lenguas extranjeras... En el presente artículo, analizamos las posibilidades de los videojuegos en el ámbito de la didáctica de la matemática, ofreciendo ejemplos concretos de títulos conocidos por el público general y justificando la presencia de contenidos matemáticos en los mismos.

II. GAME-BASED LEARNING

Nuestra fundamentación teórica se apoya, principalmente, en el concepto de *Game-Based Learning* (en adelante, GBL), y consideramos necesario llevar a cabo una breve diferenciación entre este concepto y el de gamificación, ya que son confundidos con frecuencia. La gamificación está relacionada con la filosofía que vertebran a los juegos y videojuegos, es decir, emplea las estructuras y características de estos en ámbitos del “mundo real”, no relacionados con el entretenimiento [4]; sin embargo, aunque siempre es posible enriquecer cualquier actuación didáctica a través de la gamificación, en este caso queremos referirnos al potencial que los juegos y videojuegos tienen *per se*, y esto nos lleva al concepto de GBL. Este hace referencia a la posibilidad de crear situaciones didácticas o contextos de enseñanza-aprendizaje a través de un juego o videojuego por sí mismo o con ligeras adaptaciones: en este caso, no estamos tomando los logros o el sistema de puntos de un juego y aplicándolos a la enseñanza, sino que aprovechamos los contenidos implícitos en dicho juego. Por ejemplo, cualquier entrega de *The Sims* puede ser jugada por los alumnos de manera totalmente autónoma y, sin pretenderlo, estarán creando una historia con unos personajes, un emplazamiento... Esto sucede, asimismo, en el campo de las matemáticas y, por ello, en este artículo presentaremos algunos ejemplos prácticos.

Consideramos importante hacer referencia a los juegos serios -*serious games*-, que ocupan un lugar a caballo entre la gamificación y el GBL. Como señala Ian Bogost en [5], son juegos o videojuegos transformados en instrumentos a través de los cuales alcanzar nuestros objetivos -en este caso, didácticos-. En otras palabras, dejan en un segundo plano el perfil tradicionalmente lúdico de estos materiales y los emplean como soporte para transmitir ciertos contenidos. Un ejemplo de juego serio es *Maths Training* (2008), de la desarrolladora Shongakukan, disponible para Nintendo DS: en él, se nos plantean diferentes retos matemáticos y minijuegos enfocados a mejorar nuestra competencia en este ámbito; pero es posible que un juego serio llegue a perder del todo su componente lúdico, alejándose de ese público que acude a él en busca de ocio por encima del aprendizaje. Lo que planteamos a continuación es el hecho de que los



videojuegos pueden introducir, sin pretenderlo -como sucede en el caso de los *serious games*- contenidos matemáticos. El jugador no siempre es consciente de estar aprendiendo algo: solo juega; sin embargo, adquiere ciertos conocimientos de manera inconsciente. Explicitamos este planteamiento a través de algunos ejemplos prácticos para los que se han seleccionado ciertos videojuegos y extraído algunos conceptos matemáticos inherentes a ellos.

III. EJEMPLOS PRÁCTICOS

A. El Buscaminas y la probabilidad

Un juego que utiliza el cálculo de probabilidades entre sus competencias es el famoso *Buscaminas*. Este juego fue inventado en 1989 y varias versiones han sido programadas desde entonces. El objetivo del jugador es muy simple: dado un campo de minas, ha de localizar todas las que haya sin detonar ninguna. El área del juego consiste en un cuadrado, dividido en cuadrados o casillas de menor tamaño. El contenido de cada casilla es descubierto clicando sobre esta. Si dicha casilla contiene una mina, el juego termina y el jugador pierde; si no, puede aparecer una casilla vacía o un número indicando la cantidad de casillas adyacentes que contienen una mina. Por comodidad, el jugador puede marcar las casillas que contienen una mina con una bandera. El juego termina cuando todas las casillas que no tienen minas son reveladas. Para nuestro propósito, vamos a usar la versión gratuita de Ubuntu, llamada *Minas*.

Consideramos el campo de minas de tamaño 16x16 dado en la Figura 1. Vamos a comenzar analizando el caso más sencillo. Imaginemos que tenemos un uno en un punto cuyas casillas adyacentes están todas descubiertas excepto una y supongamos que en dichas casillas descubiertas no haya ninguna mina (véase la Figura 1). En este caso, es obvio que la mina tiene que estar en la casilla sin revelar. “Es obvio” quiere decir que la probabilidad de que haya una mina en esa casilla es uno y, por lo tanto, con toda seguridad, puedo marcar esa casilla con una bandera indicando que ahí hay una mina.

Analicemos, ahora, un caso más complejo. Consideremos la casilla coloreada de la Figura 2. Tenemos una casilla que contiene un 3 y podemos observar que cinco de las ocho casillas adyacentes han sido descubiertas. Además, una de las tres minas indicadas por ese tres ya ha sido revelada. Por lo tanto, en dos de esas tres casillas sin revelar, tiene que haber minas. La probabilidad de que pulse una casilla al azar y encuentre una es de $\frac{2}{3}$. Esta probabilidad es más alta que $\frac{1}{2}$ y, por tanto, como jugadoras expertas que somos, no pulsaríamos ninguna de esas tres casillas y esperaríamos a tener un 100% de seguridad sobre el contenido de las mismas. Sin embargo, imaginemos que somos jugadoras amantes del riesgo y pulse-

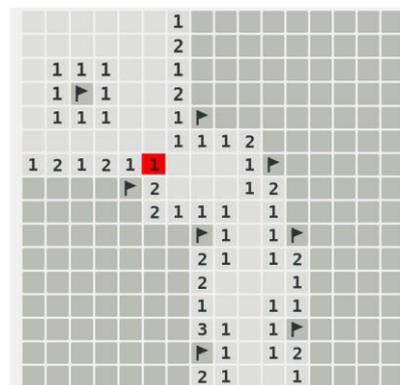


Fig. 1.

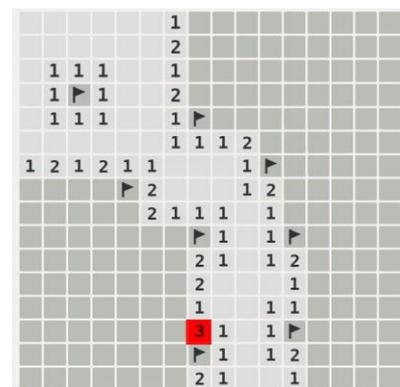


Fig. 2.

mos una casilla al azar. Como vemos en la Figura 3, somos jugadoras afortunadas y hemos revelado una casilla que contiene un 4. Ahora, sabemos que las dos casillas restantes adyacentes al tres son minas con probabilidad igual a 1. Entonces las marcamos con banderas con total seguridad (ver la Figura 3).

Pasemos, por último, a analizar el cuatro que acabamos de obtener. Tres de las casillas adyacentes a este 4, ya han sido descubiertas y una de ellas contiene una mina. Sabemos que otras dos casillas, contienen sendas minas, gracias al análisis que hemos hecho del tres. Entonces, tenemos tres casillas sin descubrir que contienen una mina. La probabilidad de encontrar una mina al azar en este caso es $\frac{1}{3}$, que es una probabilidad menor que $\frac{1}{2}$, por lo tanto, podríamos intentar arriesgarnos y ver qué sucede. Como hemos comentado antes, un jugador averso al riesgo, esperaría a tener un 100% de seguridad, es decir, una probabilidad igual a uno, pero imaginemos, de nuevo, que nos gusta el riesgo. En nuestro caso, hemos gastado toda la suerte en la elección anterior, puesto que, en este caso, hemos descubierto una mina y hemos perdido el juego (véase la Figura 4).

Un jugador experto de *Minas*, debe ser averso al riesgo para poder ganar el juego, ya que no se puede revelar una casilla, a menos que la probabilidad de que no haya una mina sea exac-

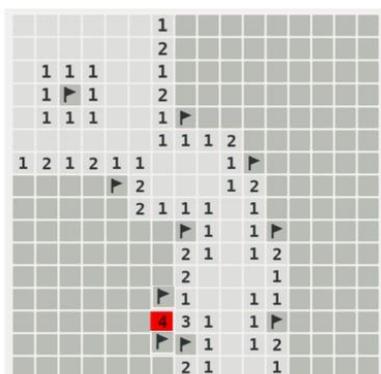


Fig. 3.

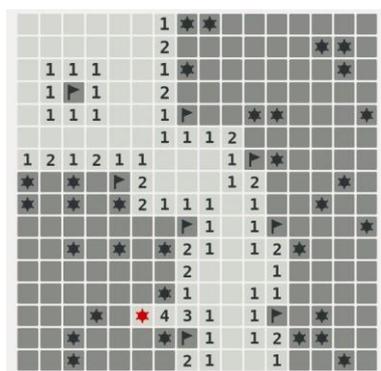


Fig. 4.

tamente 1. Como hemos visto, en este juego, el jugador analiza inconscientemente para cada casilla la probabilidad de encontrar una mina, la cual está condicionada a la información proporcionada por el propio juego.

B. El Tetris y la geometría

Ahora, vamos a analizar el *Tetris*, un juego muy popular lanzado en 1984. En este caso vamos a analizar la versión gratuita de Ubuntu, llamada *Quadrapassel*. El juego consiste en intentar encajar ciertas figuras geométricas, para conseguir rellenar líneas horizontales completas, las cuales serán eliminadas. El juego termina cuando el jugador no es capaz de encajar las piezas lo suficientemente rápido y estas se van acumulando hasta llenar completamente la pantalla. Este juego analiza de forma profunda las rotaciones planas de varias figuras geométricas, alrededor de un eje imaginario perpendicular a la figura. *Tetris (Quadrapassel)* es, quizás, el juego más importante de todos los estudiados en este trabajo, dado que analiza en profundidad la visión espacial del usuario, introduciendo el concepto de rotación. El jugador tiene que analizar con rapidez si vale la pena rotar o no la figura y dónde debe colocarla. Algunas figuras de este juego vuelven a su estado inicial, después de dos rotaciones, incluso el cuadrado

permanece igual al aplicarle una rotación, por eso estas figuras son las “favoritas” de los jugadores. Las figuras representadas

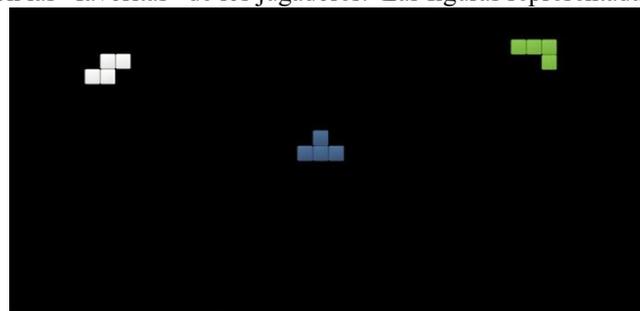


Fig. 5. Figuras que necesitan cuatro rotaciones planas para volver a su forma original.

en la Figura 5, por ejemplo, necesitan cuatro rotaciones para volver a su estado original, por lo que suelen dar más problemas, ya que es más complejo encontrar el modo de encajarlas con el resto. El jugador tiene que analizar velozmente el resultado de las cuatro rotaciones y elegir una posición donde colocar esta pieza y, a veces, no es sencillo.

Vale la pena destacar que el estudio de las rotaciones de figuras planas, y sus propiedades como conjunto, se lleva a cabo en cursos avanzados de matemáticas.

C. Mario y la parte entera de la centena

Super Mario Bros es un juego lanzado por Nintendo en 1985, considerado un clásico. Es bien sabido por los seguidores del juego que, por cada cien monedas recogidas, el personaje gana una vida. Si un jugador ha ganado 256 monedas, sabemos que en realidad ha ganado dos vidas. ¿Cómo? Solo tenemos que mirar el número de centenas. Sin embargo, si el jugador ha ganado 23256 monedas, habrá ganado 232 vidas: una por cada vez que la centena ha cambiado.

Por otro lado, dado que, tras conseguir 100 monedas y obtener una vida, el contador de monedas regresa a cero, si el jugador está al borde de perder el juego y quisiera saber el número de monedas que le faltan para conseguir una vida, deberá simplemente calcular la diferencia entre las monedas que ya posee (veintitrés, diecisiete, ochenta y dos...) y cien. Por ejemplo, en la Figura 6, podemos observar que el jugador ha ganado, por el momento, 44 monedas. Esto quiere decir que todavía le faltan $100-44=54$ monedas para ganar una vida nueva. En matemáticas avanzadas, esto es llamado aritmética modular y se dice que 44 es congruente con -54 módulo 100. Más información sobre congruencias puede encontrarse en [6].

D. Angry Birds.

Otro juego de actualidad y bastante conocido por los usuarios es *Angry Birds*. Fue creado en 2009 por Rovio Entertainment y se ha convertido en el juego más vendido de la historia en soportes móviles. El juego consiste en lanzar varios

tipos de pájaros con un tirachinas gigante para intentar alcanzar a los cerdos repartidos por la pantalla (véase la Figura



Fig. 6. Super Mario Bros

7). En cada pantalla, los cerdos están colocados en diferentes localizaciones, por lo que el lanzamiento cambia. Además cada pájaro tiene unas propiedades características que influyen en el juego y que el usuario debe tener en cuenta: por ejemplo, los pájaros negros explotan cuando golpean a su objetivo.

Para cumplir su objetivo, el jugador tiene que tener en cuenta el ángulo de lanzamiento, la trayectoria, la fuerza con la que lanza y el tiempo de vuelo, entre otras variables. En particular, los lanzamientos se corresponden con parábolas (funciones parabólicas). Para obtener la ecuación parabólica de un lanzamiento en *Angry Birds*, es posible consultar [7]. Sin analizarlo en profundidad, el jugador necesita diseñar imaginariamente la parábola que desea que su pájaro trace con su trayectoria y calcular el ángulo necesario para este objetivo. Además, necesita controlar la fuerza con la que va a realizar el lanzamiento para que la parábola no alcance más altura de la deseada.

IV. CONCLUSIONES

No solo los juegos serios, diseñados como instrumentos para conseguir el desarrollo de unas competencias o destrezas en particular, nos ofrecen contenidos relacionados con el aprendizaje. También los juegos más comerciales, propios de plataformas conocidas y disponibles en catálogos genéricos, pueden contribuir a enriquecer los conocimientos y la agilidad mental de sus usuarios. En este caso, se han mostrado casos prácticos en que una selección de videojuegos populares, que no pierden de vista el enfoque tradicionalmente lúdico de estos



Fig. 7. Angry Birds.

productos y que, a día de hoy, continúan siendo jugados por los usuarios, hacen que el jugador ponga en práctica ciertas estrategias relacionadas con las matemáticas. Aunque, obviamente, el jugador no necesita emplear papel y lápiz ni tener amplios conocimientos sobre el campo matemático para jugar, inconscientemente busca el modo de hallar elementos que puedan ayudarle a conseguir sus objetivos. Existen muchos otros juegos, como *Candy Crush*, *Pong*... que estamos analizando en mayor profundidad y que también están basados en diversos conceptos matemáticos.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo de la segunda autora ha sido financiado por FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) con beca número 2015/07246-0.

REFERENCIAS

- [1] J. R. Calvo Ferrer. "Videojuegos y aprendizaje de segundas lenguas; Análisis del videojuego para la mejora de la competencia terminológica," Tesis Doctoral. Departamento de Filología Inglesa, Universidad de Alicante, 2012.
- [2] C. González Tardón, "Videojuegos y transformación social. Aportaciones conceptuales y metodológicas", Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades. Universidad de Deusto, Bilbao, 2014.
- [3] R. Serna-Rodrigo, "El papel del videojuego en la formación de universos transmedia," en *Tecnología innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje*, R. Roig-Vila (Ed.), 2016, pp. 30413048 (disponible en <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/61787>).
- [4] C. Pérez et al. "Gamificación y docencia: Lo que la Universidad tiene que aprender de los videojuegos". En VII jornadas internacionales de innovación universitaria, 2011. [5] I. Bogost, "Persuasive Games. The expressive power of videogames". Cambridge: The MIT Press, 2007.
- [6] A. Gioia. "The theory of numbers: An introduction". Courier Corporation, 1970.
- [7] Geometría y el tiro parabólico en Angry birds. (Disponible en: <https://trigoygeo.wordpress.com/2012/03/06/geometria-y-el-tiro-parabolico-en-angry-birds/>)