



Uso de juegos digitales para la enseñanza de la probabilidad: diseño e implementación en el aula

María Paz **Gazzola**

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires
Argentina

mpgazzola@niecyt.exa.unicen.edu.ar

María Rita **Otero**

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires y CONICET
Argentina

rotero@niecyt.exa.unicen.edu.ar

Resumen

Este trabajo consiste en un estudio exploratorio que describe el funcionamiento de una secuencia didáctica para estudiar probabilidad empleando el enfoque Digital Game Based Learning (DGBL), en un aula de matemáticas del nivel secundario en Argentina. La secuencia se diseñó en torno al juego digital *ProbabilidArte* y se implementó en curso de 28 estudiantes de entre 17 y 18 años. A lo largo de diversas tareas, los estudiantes exploraron el juego, analizaron la construcción de probabilidades y diseñaron sus propios desafíos. Esto permitió estudiar nociones tales como eventos aleatorios, espacio muestral, probabilidad de éxito y estrategias de decisión basadas en cálculos probabilísticos para ganar el juego. Los resultados sostienen que el juego es una alternativa viable en el aula de matemáticas, que favorece nuevas formas de enseñanza-aprendizaje e interacción con el conocimiento y que agrada a los estudiantes.

Palabras clave: Enseñanza de la probabilidad, Escuela secundaria, Digital Game Based Learning, juegos digitales.

Definición y relevancia del problema

El juego constituye una parte fundamental en el desarrollo integral de los seres humanos. Desde los primeros años de vida se aprende a través de él, y esta dinámica se extiende a la vida adulta, donde los juegos también desempeñan un rol significativo en diversas actividades cotidianas.

En el ámbito educativo, el Aprendizaje Basado en Juegos (Game-Based Learning, GBL) se ha consolidado como una metodología innovadora que emplea juegos, digitales o no, como herramienta principal para colaborar y potenciar la enseñanza y el aprendizaje. Estos juegos se diseñan con objetivos didácticos específicos, con el fin de aprovechar su atractivo, su dinámica y su capacidad para fomentar la interacción social (Prensky & Thiagarajan, 2007). A través de esta metodología, se busca involucrar a los estudiantes en procesos constructivistas de aprendizaje, promoviendo el desarrollo de habilidades propias del siglo XXI tales como: pensamiento crítico, creatividad, modelado, resolución de problemas, comunicación y alfabetización digital (Gee, 2005; Williams-Pierce, 2019).

Particularmente, en los últimos años, producto de la diversificación y masificación de las tecnologías digitales, se ha focalizado en la utilización de juegos digitales, dando lugar al Digital Game-Based Learning (DGBL) (Prensky, 2001; Gee, 2004). En los comienzos del siglo XXI, Prensky (2001) acuña el término *nativos digitales* para referirse a los estudiantes de este siglo y señala que esta condición incrementa su desinterés por las prácticas de enseñanza tradicional, centradas en el profesor, unidireccionales y sin interacción. Así mismo, resalta la necesidad de incorporar en la enseñanza herramientas y elementos afines a su contexto. La metodología DGBL ha mostrado eficacia en numerosos estudios (Gee, 2007, 2008; Mc Gonial, 2011; Guerra y Revuelta, 2013; Siew, 2018; Liu, et. al, 2021) que subrayan el papel de los juegos digitales como generadores de experiencias estimulantes y agradables para los estudiantes. Esto favorece el sostenimiento de la atención durante períodos prolongados, fomenta la curiosidad, el gusto por los desafíos y los esfuerzos que estos conllevan, factores que impulsan de manera efectiva el proceso de aprendizaje. No obstante, a pesar del alto potencial que ofrece la combinación enseñanza-aprendizaje y juego digital, su integración en el entorno educativo debe trascender el mero hecho de jugar y requiere de una planificación adecuada que evite efectos no deseados como la pérdida de la colaboración entre los estudiantes o la estimulación de la competencia (Fotaris et al., 2016).

El objetivo general de nuestra investigación es estudiar los procesos de enseñanza-aprendizaje empleando juegos digitales en las aulas de matemática y ciencias, incluidas tanto la fase del diseño de una secuencia didáctica que integre uno o más juegos, como la actividad que su desarrollo promueve en los estudiantes y también el rol del profesor (Otero, et al., 2024; Gazzola y Otero, 2023).

En este trabajo exploratorio presentamos una propuesta de enseñanza basada en el enfoque DGBL y los resultados parciales de la primera implementación con un grupo de 28 estudiantes del nivel secundario de entre 17 y 18 años de edad. En esta ocasión, se utiliza el juego digital ProbabilidArte (Gomes, et al., 2021) diseñado para aprender conocimientos de probabilidad.

Método

Se diseñó una secuencia didáctica de cuatro tareas que involucran al juego ProbabilidArte. Dichas situaciones comprenden instancias de exploración, juego, estudio relativo al cálculo de probabilidades y justificación, así como la creación y análisis de nuevos desafíos. La profesora es investigadora del equipo, participó en el diseño de las tareas. Se realiza observación participante y no participante. La implementación se realizó en 6to año de una escuela secundaria argentina, en un curso de 28 alumnos de entre 17-18 años de edad, durante tres clases de dos horas cada

una. Los estudiantes carecían de experiencia escolar con un juego digital. Durante las clases, se conformaron grupos de cuatro integrantes, compartían sus resultados y experiencias. Los registros consisten en los protocolos escritos de todos los estudiantes, que se utilizan en este trabajo para analizar el funcionamiento de la secuencia en el aula.

ProbabilidArte

ProbabilidArte¹ es un juego digital para teléfonos móviles de acceso libre, desarrollado por el equipo V-Lab de la Universidad Federal de Pernambuco. Tiene por objetivo promover el aprendizaje en el nivel secundario de conocimientos relativos a las probabilidades: espacio muestral de un evento aleatorio; cuantificación de posibilidades de un evento aleatorio, inferencia frecuentista; porcentaje; principio multiplicativo; axiomas de probabilidad. El jugador asume el papel de un artista que tiene que generar colores a partir del lanzamiento de dados para pintar *mandalas*. El juego posee tres niveles: fácil, medio y difícil y además cuenta con un nivel libre en el que el usuario puede usar su creatividad para pintar eligiendo los colores por sí mismo.

Al ingresar a un desafío, el jugador debe pintar el mandala según el diseño original que se muestra en la parte superior de la pantalla (Figura 1-a). Para conseguir un color determinado, se deben elegir dos dados entre los disponibles (Figura 1-b) y tirarlos. Esta acción es inherente a la noción de evento aleatorio, ya que los resultados posibles del lanzamiento varían según los dados elegidos. Las caras de estos dados tienen colores primarios, distribuidos de diferente manera: dados con las seis caras del mismo color, dados con dos colores (3 caras de cada color) y dados con tres colores (2 caras de cada color). Al lanzar los dados, la unión de los dos colores obtenidos genera el color a utilizar; por ejemplo, si un dado tiene el color amarillo y el otro el color azul, se dispone del verde. En el nivel fácil, a modo de ayuda, una vez seleccionados los dos dados, se muestra la probabilidad de obtención de cada color posible (Figura 1-c). En los niveles posteriores el usuario tiene que realizar cálculos para determinar la probabilidad de que, al lanzar los dados, salga el color deseado y tomar la mejor decisión. Adicionalmente, el juego cuenta con tres “monedas” de ayuda, que permiten volver a lanzar los dados cuando el resultado obtenido no sea el deseado. Cada vez que se completa un desafío, el juego arroja el porcentaje de acierto con el cual se ganó y otorga de una a tres estrellas como premio, a mayor porcentaje de acierto, mayor cantidad de estrellas.



Figura 1. Pantallas de juego desafío 2, nivel fácil.

¹ <https://plataformaintegrada.mec.gov.br/recurso/359323>

Secuencia Didáctica

La secuencia comienza con la exploración del juego, se propone jugar todos los desafíos del nivel inicial (tarea 1) con el objetivo de que los estudiantes se familiaricen con el juego, conozcan las opciones posibles y elaboren sus primeras estrategias para ganar.

Tarea 1

Descargar el juego ProbabilidArte y jugar todos los desafíos del nivel fácil.



Registrar en cada desafío el % de acierto obtenido en la primer jugada.

La tarea 2, pretende que los estudiantes analicen y justifiquen de qué manera se calculan en este nivel los porcentajes de obtención de cada color, según los dados seleccionados. Aquí se requiere estudiar, entre otros, los conceptos de evento aleatorio, espacio muestral, probabilidad de éxito de un evento aleatorio.

Tarea 2

¿Cómo se calculan los porcentajes de obtención de colores que figuran al seleccionar dos dados en el nivel inicial?

La tarea 3 tiene por objetivo que, al jugar los desafíos correspondientes al nivel medio y difícil, los estudiantes construyan los espacios muestrales, calculen probabilidades y elaboren a partir de estos conceptos matemáticos una posible estrategia ganadora para el juego.

Tarea 3

Jugar los niveles *medio* y *difícil* del juego y formular una estrategia ganadora que permita pasar los distintos desafíos con el mayor % de acierto.

¿Cómo decidir qué combinación de dados es más conveniente utilizar?

Finalmente, con la tarea 4 se espera que los estudiantes utilicen lo estudiado para crear nuevos desafíos que se diferencien por su complejidad, teniendo en cuenta los espacios muestrales posibles y las probabilidades de éxito.

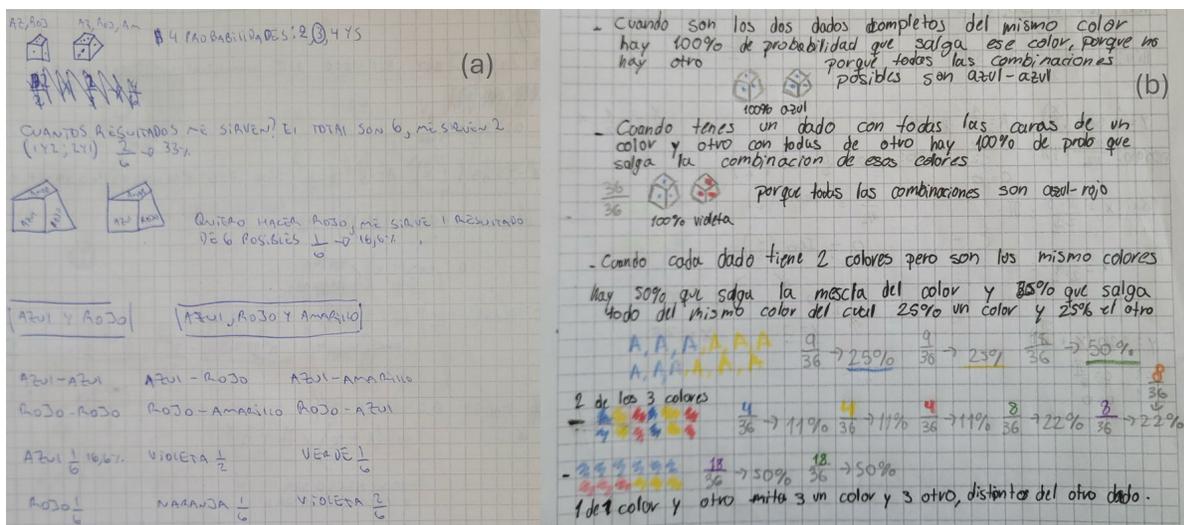
Tarea 4

Crear un nuevo desafío para cada nivel del juego: inicial, medio y difícil.
Justificar por qué el desafío diseñado corresponde a cada nivel.

Resultados

La instancia de exploración propuesta a partir de la tarea 1 mostró el entusiasmo de los estudiantes al momento de jugar, a la vez del papel motivador del juego. Cada estudiante jugó de manera individual y comparó sus resultados con el de sus compañeros. Cada desafío se jugó más de una vez, tratando de obtener el mayor porcentaje de acierto posible.

Para analizar la manera de calcular las probabilidades de obtener un determinado color, los estudiantes consideraron casos particulares de combinaciones de dados, por ejemplo, dos dados con un solo color cada uno, o uno con un color y otro con dos colores, dos dados con dos colores cada uno, etc. En esta instancia describieron todas las combinaciones posibles, y contaron cuántas opciones correspondían a cada color resultante. La figura 2 presenta protocolos de dos estudiantes que ejemplifican la solución de esta tarea. En el primer caso (figura 2-a), el estudiante considera un dado con dos colores (rojo y azul) y un dado con tres colores (rojo, amarillo y azul), analiza las combinaciones posibles, considerando inicialmente un total de combinaciones de 6, que las obtiene al multiplicar las dos opciones posibles del dado 1 con las tres opciones del dado 2. En cambio, en el segundo caso, se considera el total de 36 combinaciones posibles, obtenidas a partir de las seis opciones del dado 1 multiplicadas por las seis opciones del dado 2. Más adelante estas variantes se analizan considerando el concepto de eventos equiprobables.



A partir de lo estudiado, se realizó la tarea 3. Inicialmente los estudiantes jugaron distintos desafíos de los niveles medio y difícil y se discutieron las principales diferencias con el nivel inicial, tales como la cantidad de colores que se requerían para pintar los mandalas, los dados disponibles para los lanzamientos y la ausencia de la probabilidad de obtener un determinado color. En cuanto a la estrategia ganadora, como se muestra en la figura 4, los estudiantes proponen que, hay que considerar los colores que se requieren para pintar el mandala y determinar los espacios muestrales de las posibles combinaciones de dados. Luego, calcular las probabilidades de obtener cada uno de los colores necesarios y seleccionar el par de dados que tengan la mayor probabilidad para cada color (Figura 4-a). Algunos estudiantes agregan estrategias relativas a cuándo es conveniente usar algunos dados, por ejemplo, los de tres colores, o cuándo usar las monedas para repetir el tiro (Figura 4-b).

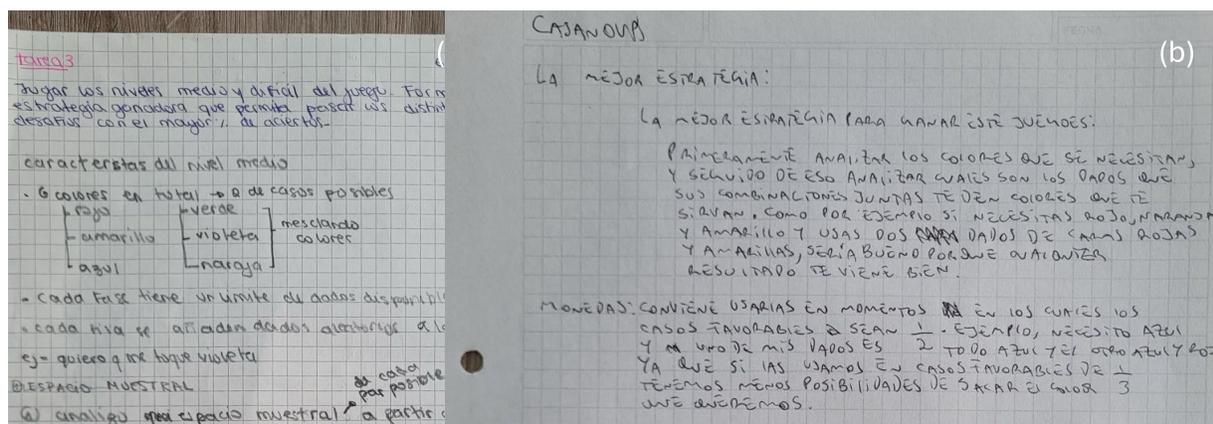


Figura 4. Protocolos de estudiantes, resolución tarea 3.

En la última tarea, los estudiantes crearon nuevos desafíos para los tres niveles del juego. Por un lado, tuvieron que diseñar mandalas y seleccionar los colores para pintarlos y por el otro, decidir cuáles serían los dados disponibles para realizar el desafío. En cuanto al diseño, los niveles se diferenciaron principalmente por la cantidad y tipo de colores que incluía el mandala, el nivel inicial incluía pocos colores y mayormente colores primarios; a mayor nivel de dificultad, más colores para pintar y más colores secundarios. Para elegir los dados disponibles para lanzar, los estudiantes analizaron las probabilidades que las combinaciones de dados arrojarían.

Por ejemplo, el estudiante del protocolo de la figura 5-a para el nivel inicial diseñó un mandala muy simple con tres colores, dos primarios y uno secundario, y para proponer los dados consideró más fácil colocar varios dados con todas las caras del mismo color y algunos con dos colores, lo que permite obtener 100% de probabilidad de sacar dos de los colores del mandala si se seleccionan bien los pares de dados. La dificultad aumenta incluyendo diseños más complejos, con más colores y teniendo disponibles dados cuyas combinaciones tienen probabilidades más bajas de sacar los colores necesarios.

Otros estudiantes, como se muestra en el protocolo de la figura 5-b, realizan los cálculos de las probabilidades para obtener los colores deseados y también calculan una probabilidad de completar el nivel que crearon, el cual va disminuyendo a medida que se aumenta la complejidad

del nivel. Aunque en este último caso no se explicita cómo se obtiene ese valor, se destaca cómo los estudiantes se valieron de lo estudiado para mostrar que la complejidad para realizar los desafíos también es probabilística.



Figura 5. Protocolos de estudiantes, resolución tarea 4.

Discusión y consideraciones finales

Los resultados obtenidos en la implementación de la secuencia didáctica con el juego digital *ProbabilidArte* evidencian el potencial del DGBL para la enseñanza de la probabilidad. En general, los estudiantes se mostraron motivados y comprometidos, esto se evidencia en su disposición para repetir los desafíos del juego intentando mejorar sus resultados. Esto coincide con la literatura que destaca el potencial de los juegos digitales para generar experiencias de aprendizaje inmersivas y fomentar la atención en tareas matemáticas (Gee, 2007; McGonigal, 2011).

En relación al conocimiento matemático, la secuencia permitió que los estudiantes abordaran de manera progresiva distintos aspectos fundamentales de la probabilidad. En la tarea inicial, comenzaron registrando los porcentajes de acierto obtenidos en el juego sin una comprensión explícita de cómo estos se calculaban. Posteriormente, al analizar el cálculo de probabilidades en el nivel fácil, los estudiantes identificaron la estructura de los espacios muestrales y reconocieron la importancia de contar todas las combinaciones posibles entre los dados seleccionados. En este proceso, utilizaron el principio multiplicativo para determinar el

total de combinaciones posibles y establecieron relaciones entre el número de casos favorables y el total de casos posibles, aproximándose a la definición clásica de probabilidad.

Al avanzar a los niveles medio y difícil, los estudiantes enfrentaron nuevos desafíos que requerían un análisis más profundo. Al no contar con las probabilidades explícitas proporcionadas en el nivel fácil, debieron calcular las probabilidades de forma autónoma para tomar decisiones estratégicas en el juego. Esto requiere identificar los eventos aleatorios, construir y comparar los espacios muestrales más complejos y ajustar las estrategias en función de las probabilidades calculadas. Algunos estudiantes elaboraron tablas para organizar sus cálculos, mientras que otros recurrieron a diagramas y representaciones gráficas para visualizar la distribución de colores. Además, en la tarea final, al diseñar sus propios desafíos para cada nivel del juego, demostraron una comprensión más profunda de los conceptos estudiados, ya que debieron justificar la dificultad de sus propuestas en función de la estructura probabilística de los datos seleccionados.

De manera exploratoria, se muestra que la integración apropiada de juegos digitales en la enseñanza de la matemática promueve el interés y el aprendizaje de los estudiantes evidenciado en sus acciones implícitas y explícitas, según se muestra en los protocolos. Es remarcable que las tareas solicitan a los estudiantes la solución del desafío y la justificación matemática, y que ellos consiguen realizar ambas cosas. Los resultados indican que en esta secuencia basada en *ProbabilidArte*, este juego resulta una herramienta apropiada para: enseñar nociones fundamentales de probabilidad, explorar matemáticamente las situaciones de manera lúdica e interactiva y encontrar los saberes matemáticos que se requieren para optimizar sus resultados. Además, esto se realiza a posteriori, de manera pragmática y funcional. Así, los estudiantes aprendieron a calcular probabilidades y mejoraron las técnicas para hacerlo, que inicialmente eran intuitivas e implícitas, construyeron espacios muestrales y desarrollaron estrategias analíticas para optimizar sus decisiones dentro del juego y en el diseño de nuevos desafíos. Todo esto se realizó en tan solo tres sesiones de aula. En síntesis, parece central integrar el juego en secuencias constructivistas de enseñanza, para extender el aprendizaje matemático e ir más allá de lo que se logra aprender por el mero hecho de jugar.

Referencias y bibliografía

- Gazzola, M.P, Otero, M. R. (2023). Recurso Educativo Digital (DER) para enseñar funciones en la escuela secundaria: opiniones de los profesores. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 35, e5.
- Gee, J. P. (2004). *Lo que nos enseñan los videojuegos sobre el aprendizaje y el alfabetismo*. Málaga: Aljibe.
- Gee, J. P. (2005). Learning by design: Good video games as learning machines. *E-learning and Digital Media*, 2(1), 5–16.
- Gee, J. P. (2007). *Good video games+ good learning: Collected essays on video games, learning, and literacy*. Peter Lang.
- Gomes, A. S. et al. *ProbabilidArte*. Plataforma Integrada do MEC: Governo do Brasil, 2021. [online]. Disponível em: <https://plataformaintegrada.mec.gov.br/recurso/359323>. Acesso em: 21 dec. 2024.
- McGonigal, J. (2011). Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world. *Jonathan Cape*.
- Liu, Y.C., Wang, W.-T., and Lee, T.-L. (2021). An integrated view of information feedback, game quality, and autonomous motivation for evaluating game-based learning effectiveness. *J. Educ. Comput. Res.* 59, 3–40. [doi: 10.1177/0735633120952044](https://doi.org/10.1177/0735633120952044)

- Otero, M. R.; Gazzola, M. P.; Castro Filho, J. A., Gomes, A. S. (2024). Teaching and learning mathematics using digital games in the classroom. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 18(2), 69-87.
- Prensky, M. (2001). Nativos digitales, inmigrantes digitales. *On the horizon*, 9(5), 1-7.
- Prensky, M., & Thiagarajan, S. (2007). *Digital Game-Based Learning* (p. 17). St. Paul MN: Paragon House.
- Siew, H. P. (2018). Pedagogical change in mathematics learning: Harnessing the power of digital game-based learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 21(4), 259–276.
- Williams-Pierce, C. (2019). Designing for mathematical play: failure and feedback. *Information and Learning Sciences*, 120(9-10), 589–610. <https://doi.org/10.1108/ILS-03-2019-0027>