

203

JUEGOS DIDÁCTICOS PARA EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS EN LA UNIVERSIDAD.

Inmaculada Concepción Masero Moreno
Universidad de Sevilla (ES)
imasero@us.es

1. Introducción

Cada vez son más los docentes que se suman a la corriente innovadora que aboga por llevar al aula juegos didácticos que enriquezcan el aprendizaje. Estos introducen cambios en la enseñanza que pueden motivar al alumnado y hacer que participe en el desarrollo de la clase, ocupando un papel central y activo.

Los juegos, cuya estructura es conocida, pueden ser rediseñados introduciendo criterios que permitan evaluar los resultados. Este es el caso de los "juegos de salón" o "de estructura adaptable".

Su uso didáctico presenta importantes ventajas como facilitar el logro de un aprendizaje significativo poniendo en práctica los conocimientos aprendidos, mostrar su utilidad, establecer relaciones con su aplicación más directa en el campo de estudio y hacer que mejore el rendimiento académico del alumno (Montero, 2017).

En las asignaturas de ciencias, no solo permiten dinamizar el trabajo en el aula, sino que mejoran la autoestima y la confianza de los estudiantes (Melo, 2017). Además, su implementación en el aula permite el desarrollo de habilidades interpersonales a través del trabajo en grupo.

Las clases de Matemáticas suelen producir cansancio al alumnado debido a que es necesario cierto grado de concentración para asimilar y abstraer los conceptos y procedimientos debido a la dificultad intrínseca de la materia y la actitud de rechazo que existe hacia las Matemáticas. Por todo esto, los juegos didácticos constituyen un recurso que permiten relajar el ambiente de la clase e introducir la diversión, lo que facilita salvar los obstáculos anteriores y que se desarrolle el aprendizaje.

Estas actividades, pedagógicamente dinámicas, pueden ser un instrumento para lograr fomentar, no solo el aprendizaje matemático, sino la creatividad y el interés del alumnado por intervenir en su desarrollo. Además, una planificación, diseño y creación adecuadas pueden favorecer que el alumnado trabaje diferentes destrezas asociadas a la resolución de problemas (Calderón, 2013), desarrolle habilidades comunicativas (Melo, 2017, Melo y Hernández, 2014), mejore el rendimiento y la actitud (Chang, Wu, Weng y Sung, 2012, Katmada, Mavridis y Tsiatsos, 2014).

Montero (2017) realiza una revisión bibliográfica de los resultados obtenidos al implementar en el aula de matemáticas juegos dinámicos como metodología de enseñanza en etapas no universitarias. Estos destacan la mejora del rendimiento académico, las habilidades matemáticas y la actitud ante la asignatura.

Según Tirapegui (2000) los juegos pueden ser introducidos en el aula de matemáticas como una experiencia de aprendizaje que se desarrolla en las siguientes fases:

- *Descubrimiento*: El alumnado identifica el contenido y las relaciones que debe establecer.
- *Jugar*: En esta fase el docente actúa cuando es necesario para corregir errores y así, reconducir el proceso de aprendizaje, a la vez que recaba información sobre los puntos conflictivos y que generan dudas en el desarrollo matemático necesario para completar el juego con éxito.
- *Compartir*: La corrección también se propone desde la perspectiva lúdica de la propuesta. La reflexión crítica está presente al finalizar el juego al analizar las estrategias empleadas por los grupos y sus integrantes para terminar el juego. El intercambio de opiniones enriquece, retroalimenta y refuerza el aprendizaje.

Como se observa, bajo estas premisas, cualquier tarea de aprendizaje que se desarrolle a través de un juego didáctico trabaja con una dinámica diferente a la empleada en la metodología tradicional.

Las tareas de aprendizaje en las asignaturas de Matemáticas, han de estar orientadas a promover que el alumnado adquiera conocimiento matemático y habilidades de observación, organización, representación, análisis, toma de decisiones o comprobación e interpretación de resultados. Por ello es necesario elegir juegos didácticos adecuados para el logro de estos fines y para esta materia.

Su planificación es relevante para evitar posibles errores en los planteamientos del juego que llevan a resolver un problema matemático, ya que pueden impedir su desarrollo y, por tanto, no motivar ni implicar al alumno. La planificación debe ser adecuada a los contenidos que se necesitan para su desarrollo y al nivel del alumnado al que se propone el juego didáctico. Planificar el juego teniendo en cuenta todos aspectos es lo que permite que facilite y refuerce el aprendizaje.

Las Matemáticas constituyen una materia básica para la formación de los estudiantes universitarios en los estudios de tipo económico, empresarial y financiero. Sin embargo, es usual que los estudiantes desconozcan su utilidad, lo que unido a la dificultad propia de la materia hacen que se sientan desmotivados. A esto se añade una actitud negativa hacia el aprendizaje de las Matemáticas. Para minimizar los efectos de estos condicionantes en el aprendizaje de las Matemáticas es necesario introducir en su docencia recursos innovadores que dinamicen el proceso de aprendizaje y motiven e impliquen al alumnado.

Con este propósito se realiza la experiencia que recoge este trabajo, cuyo objetivo es integrar los juegos en el aula para completar y reforzar el proceso de aprendizaje de diferentes conceptos y contenidos matemáticos, trabajando las notaciones, el cálculo de los conceptos y sus aplicaciones en el campo económico.

2. Metodología

En este trabajo se propone la adaptación de tres juegos diferentes a tres contenidos matemáticos del Cálculo Diferencial. Junto al objetivo de introducir el aspecto lúdico en la enseñanza, los objetivos de estos juegos son repasar conceptos y procedimientos y reforzar el aprendizaje por lo que se consideran juegos complementarios (Pacheco, 2005). Además, se puede añadir a estos objetivos fomentar la capacidad de trabajo de grupo y la capacidad de crítica.

2.1. La adaptación de los juegos

Cada juego se centra en la resolución de un problema sobre conceptos y procedimientos diferentes. En este caso, se parte de juegos de estructura adaptable como son la escalera de cartas, el puzzle y el bingo. En las adaptaciones se cambian algunas características de estos juegos para que su diseño se adecue a las etapas y elementos necesarios para la resolución de cada problema.

Aprovechando la tendencia de los estudiantes a formar grupos, los juegos se adaptan para ser desarrollados bajo la metodología de trabajo en grupo cooperativo-colaborativo para favorecer un aprendizaje significativo y eficaz.

El contenido que se trabaja en cada juego es diferente. En el primer juego, *la escalera de cartas*, el problema de partida está contextualizado económicamente. Se pregunta si una determinada función demanda, que depende de dos factores, es elástica o inelástica respecto a cada factor para una determinada combinación de estos. El concepto matemático que se utiliza en este caso es el de derivada parcial y el concepto económico es el de elasticidad parcial. La resolución del problema se descompone en 12 elementos que forman las cartas.

El segundo juego es *un puzzle* y el problema consiste en calcular el desarrollo de McLaurin para una función de dos variables. En el problema se trabaja el cálculo de las derivadas parciales de primer y segundo orden y los conceptos de gradiente y matriz Hessiana junto a la fórmula o desarrollo de McLaurin y las condiciones bajo las cuales se puede calcular. La resolución se separa en 11 elementos que recogen tanto las fórmulas como todos los cálculos. A partir de estos, se elaboran 21 elementos con algún error. En total hay 32 piezas para el puzzle.

En el último juego, *un bingo*, se parte de un enunciado económico sobre un problema de optimización de recursos bajo unas condiciones determinadas. Su resolución se realiza transformando el enunciado económico en uno matemático, se aplica el método de los multiplicadores de Lagrange y se termina interpretando los resultados matemáticos en términos económicos. En este problema se vuelve a trabajar el cálculo de derivadas parciales de primer y segundo orden junto a la resolución de sistemas de ecuaciones, la clasificación de formas cuadráticas y el concepto de punto crítico y óptimo local. La resolución se separa en 16 elementos organizados consecutivamente en un cartón de bingo.

Como se observa, en dos de los juegos se aborda la resolución de un problema en el contexto económico en el que se utilizan determinados conceptos y herramientas matemáticas, en este caso de Cálculo Diferencial e Integral.

Los materiales de cada juego han sido realizados en papel.

2.2. El papel del docente

Durante el proceso de diseño y elaboración del juego adaptándolo al nivel de conocimiento, la edad, y el contexto, el docente asume el papel de planificador del aprendizaje. Para motivar al alumnado a jugar, debe mostrar su utilidad práctica.

Antes de comenzar el juego en el aula, el docente explica la mecánica y la duración programada, resolviendo pequeñas dudas o consultas que surjan sobre las reglas a seguir. En este caso, la explicación se apoya en un PowerPoint en el que están recogidas todas las características y normas del juego.

Durante el juego, el docente se sitúa en un segundo plano de la acción, guiando y facilitando la comunicación en el aula, e incluso animando a los estudiantes si los errores les llevan a desanimarse.

2.3. La experiencia en el aula

La actividad lúdica se realiza en el aula una vez completada la enseñanza de los conceptos y procedimientos para los que se plantea cada juego.

El juego comienza bajo la dirección del docente que supervisa el desarrollo e interviene en alguno de ellos. El desarrollo del juego se ajusta a la metodología de trabajo en grupo formados por 4 estudiantes. A continuación, se organiza la clase y se reparte el material del juego elaborado en papel. El juego se realiza en competencia entre los grupos para lograr que se impliquen y esfuercen en conseguir el resultado que les llevan a ganar.

Finalizado el juego, se realiza una puesta en común que permite trabajar la expresión oral de los estudiantes en referencia al lenguaje matemático. Esto es importante, ya que, incluso los estudiantes que habitualmente escriben bien las notaciones y desarrollos matemáticos suelen tener dificultades a la hora de describir, explicar, argumentar y comunicarse compartiendo este lenguaje. De esta forma, se potencia, como habilidad, la comunicación escrita y oral, y no solo en el lenguaje lógico-matemático.

La experiencia se cierra con las conclusiones propuestas por el docente a partir de la observación del desarrollo del juego. En este momento insiste en los puntos problemáticos detectados durante el juego (errores o debilidades), en los más importantes (refuerza el aprendizaje) y en aquellos en los que la mayoría del alumnado ha desarrollado con éxito (afianza el aprendizaje).

En los juegos participan 32 estudiantes pertenecientes a un grupo de primer curso del Grado en Finanzas y Contabilidad.

Se utiliza el método de caso, como método de investigación cualitativa para conocer el efecto de la propuesta en el contexto particular de la experiencia y su adecuación a éste. Para ello, los estudiantes responden a un cuestionario de opinión de respuesta cerrada con una escala de valoración de diez niveles de menor (1) a mayor (10).

3. Resultados.

Los datos correspondientes a las respuestas de los cuestionarios se cuantifican y analizan estadísticamente. Se establecen tres categorías para su análisis atendiendo a los objetivos de la experiencia: aprendizaje, capacidades y participación en el aula.

Para valorar el logro de los objetivos relacionados con el refuerzo del aprendizaje se analiza la percepción de los estudiantes sobre la utilidad de cada uno de los juegos sobre los siguientes aspectos:

- comprender los pasos de la resolución de los problemas propuestos
- identificar errores en la resolución (identificar errores)
- identificar cálculos y procedimientos correctos en la resolución (identificar fortalezas).

Para valorar los restantes objetivos se incluyen tres preguntas más. Una sobre la utilidad de los juegos para fomentar la participación en el aula, y dos en referencia a la posible mejora de la capacidad de trabajo en grupo y el pensamiento crítico una vez finalizada la experiencia con los tres juegos.

Los resultados relativos a la valoración de los estudiantes de cada uno de estos aspectos se estructuran en tablas. Cada una de ellas recoge la escala de valoración empezando por el primer valor señalado por los estudiantes y con el porcentaje de estos que responde en cada valor de la escala. Además, se incluye la media y la mediana para cada uno de los tres juegos, tomando para el análisis estas últimas, ya que indican el valor mínimo a partir del cuál percibe la utilidad de los juegos al menos el 50% de los estudiantes.

3.1. Los juegos y el aprendizaje.

Los resultados de la percepción sobre la utilidad de los juegos para comprender los pasos de la resolución de los problemas propuestos se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 1. Percepción sobre la utilidad de los juegos para comprender los pasos de la resolución del problema (%)

Juego	4	5	6	7	8	9	10	Media	Mediana
1	0	18,2	9,1	0	27,3	27,3	18,2	7,9	8
2	4,5	9,1	4,5	4,5	36,4	18,2	22,7	8	8
3	0	0	18,2	13,6	18,2	22,7	27,3	8,3	8,5 (8-9)

Como se observa, el valor de las medianas es alto, siendo superior en el tercer juego. Destaca la valoración a partir de 5 en el primer juego y de 6 en el tercero.

La percepción de la utilidad para identificar errores se recoge en la tabla siguiente.

Tabla 2. Percepción sobre la utilidad de los juegos para identificar los errores en la resolución del problema (%)

Juego	3	4	5	6	7	8	9	10	Media	Mediana
1	13,6	4,5	13,6	4,5	13,6	18,2	9,1	22,8	7	7,5 (7-8)
2	4,5	4,5	9,1	9,1	18,2	27,3	9,1	18,2	7,4	8
3	4,5	4,5	13,6	9,1	13,6	9,1	13,6	31,8	7,6	8

A diferencia de la primera tabla, en esta la escala comienza en el valor 3. Puede deberse a que identificar los errores de cálculo puede suponer cierto nivel de dificultad ya que implica separar cada una de las operaciones realizadas.

Destaca el porcentaje de estudiantes, casi un tercio de estos, que valora con 10 el tercer juego. En este caso, las medianas también se mantienen en un valor alto.

Por último, la percepción sobre la utilidad para comprobar lo que el estudiante es capaz de hacer correctamente en la resolución.

Tabla 3. Percepción sobre la utilidad de los juegos para identificar cálculos y procedimientos correctos en la resolución (%)

Juego	5	6	7	8	9	10	Media	Mediana
A	22,8	4,5	4,5	27,3	13,6	27,3	7,9	8
B	13,6	9,1	13,6	27,3	13,6	22,8	7,9	8
C	22,8	4,5	9,1	27,3	9,1	27,3	7,8	8

Los tres juegos tienen una mediana de 8. Un dato positivo en la valoración es que el grupo de estudiantes valora a partir de 5.

De la lectura conjunta de las tres tablas se puede decir con respecto a la utilidad para reforzar el aprendizaje que los tres juegos obtienen una valoración alta (a partir de 8) por al menos el 50% de los estudiantes que ha participado en la experiencia. Lo que implica el logro de este objetivo.

3.2. Los juegos y la participación en el aula.

Para valorar la adecuación de los juegos para dinamizar el aula, se pregunta directamente a los estudiantes su percepción sobre la utilidad de cada juego para favorecer la participan en el aula. Los datos aparecen en la tabla siguiente.

Tabla 4. Percepción sobre la motivación de los juegos a la participación (%)

Juego	5	6	7	8	9	10	Media	Mediana
A	18,2	9,1	0	22,7	22,7	27,3	8	8,5 (8-9)
B	4,5	9,1	22,7	22,7	13,6	27,3	8,1	8
C	0	9,1	4,5	22,7	27,3	36,4	8,8	9

Destaca que los datos empiezan en el valor 5 de la escala y el tercero a partir de 6. También destacan los porcentajes que valoran con 10, sobresaliendo en el tercer juego. Los valores de las medianas indican que los tres juegos han motivado mucho a los estudiantes a participar en ellos. Con estos datos se puede decir que los juegos logran dinamizar el aula y promover la participación.

3.3. Los juegos y el trabajo en grupo

En el cuestionario se pide a los estudiantes que valoren si la experiencia desarrollada con los tres juegos ha mejorado su capacidad para trabajar en equipo y que cuantifiquen esta mejora de 1 a 10. Todos responden afirmativamente y los porcentajes de estudiantes para cada valor de la escala están recogidos en la tabla 5.

Tabla 5. Percepción sobre la mejora de la capacidad de trabajar en grupo (%)

Capacidad	4	5	6	7	8	9	10	Media	Mediana
Trabajo en grupo	9,1	4,5	4,5	9,1	31,8	18,2	22,8	7,9	8

El primer valor de la escala es 4 y puede indicar que algún estudiante, tal vez por timidez, puede haberse sentido incómodo con esta metodología de trabajo en grupo que favorece el desarrollo de las habilidades interpersonales. La mediana toma el valor 8, lo que implica una importante mejora en esta capacidad cuyo desarrollo no suele estar entre los objetivos de la docencia de las Matemáticas a nivel universitario.

3.4. Los juegos y el pensamiento crítico

Respecto a si la experiencia mejora la capacidad de crítica, los estudiantes también responden afirmativamente y en la tabla 6 se exponen los porcentajes para cada valor de la escala.

Tabla 6. Percepción sobre la mejora de la capacidad de crítica (%)

Capacidad	4	5	6	7	8	9	10	Media	Mediana
Trabajo en grupo	18,2	9,1	4,5	22,8	18,2	4,5	22,8	7,2	7

El primer valor de la escala vuelve a ser 4, pero en este caso la mediana toma el valor 7, implicando la percepción de una mejora en esta capacidad.

4. Conclusión

Analizando los resultados anteriores se puede afirmar que la adaptación de juegos didácticos, como son la escalera de cartas, el puzzle y el bingo, a los contenidos del Cálculo Diferencial y su implementación en el aula a nivel universitario, producen un efecto positivo en el desarrollo del aprendizaje, reforzándolo. Además, si las fases del juego se planifican y desarrollan de forma adecuada se favorece el desarrollo de la capacidad de crítica, necesaria en la formación de los universitarios para su futuro laboral. Otra capacidad importante es la de trabajar en grupo, cuyo desarrollo se puede asociar al juego en el aula si este se plantea bajo una metodología adecuada, como la que plantea el aprendizaje en grupo tanto cooperativo como colaborativo.

Por supuesto, el aspecto lúdico de la propuesta, a pesar del contenido matemático que se aborda, motiva al alumnado a participar activamente en el trabajo que se desarrolla durante los juegos en aula.

Es importante destacar que el nivel de utilidad de los juegos que perciben los estudiantes en relación con el aprendizaje y la motivación a participar es bastante alto, y muy similar en los tres juegos.

Otro aspecto importante de esta experiencia es el cambio de rol del docente. Realiza un trabajo previo de elaboración de los recursos y planificación de su uso. Y un trabajo en el aula durante el desarrollo de los juegos situado en un segundo plano, guiando y reconduciendo el aprendizaje. Por último, en el cierre del juego ayuda a extraer conclusiones promoviendo la reflexión crítica en los estudiantes.

Los juegos permiten colocar al estudiante en el centro del aprendizaje, ya que mediante su papel como jugador es el que asume el protagonismo del proceso. Así, la planificación adecuada de los juegos didácticos favorece el desarrollo de una metodología activa de aprendizaje.

Existen muchos trabajos sobre los juegos didácticos en el aula de Matemáticas que encuentran efectos positivos sobre la motivación, la autoestima y el rendimiento académico. Sin embargo, se evidencia una falta de experiencias de este tipo a nivel universitario. En este sentido, es conveniente promover una actitud positiva en relación al aspecto lúdico en las clases de Matemáticas, ya que son las asignaturas de tipo cuantitativo las que más necesitan actividades divertidas para motivar e implicar a los estudiantes. Esta experiencia pretende mostrar las ventajas de integrar los juegos didácticos en el aula, ya que refuerza el aprendizaje y favorece el desarrollo de competencias genéricas como promueve el Espacio Europeo de Educación Superior.

Referencias bibliográficas

- Calderón, K. (2013). *La didáctica de hoy*. San José: EUNED.
- Chang, K., Wu, L., Weng, S. y Sung, Y. (2012). Embedding game-based problem-solving phase into problem-posing system for mathematics learning. *Computers & Education*, 58 (2), 775–786.
- Katmada, A., Mavridis, A. y Tsiatsos, T. (2014) Implementing a Game for Supporting Learning in Mathematics. *The Electronic Journal of e-Learning*, 12 (3), 230-242. Recuperado de <http://www.ejel.org/volume12/issue3>
- Melo, M. y Hernández, R. (2014). El juego y sus posibilidades en la enseñanza de las ciencias. *Innovación educativa*, 14 (66), 41-63.
- Melo, M.P. (2017). Construcción de juegos de mesa como recurso didáctico para promover el desarrollo de habilidades comunicativas en ciencias. *Biografía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza*, 10(18), 125–131.
- Montero, B. (2017). Aplicación de juegos didácticos como metodología de enseñanza: Una Revisión de la Literatura. *Revista "Pensamiento Matemático"*, VII (1), 75-92.
- Pacheco, R. (2005). *Educación Física y Recreación infantil*. San José: EUNED.
- Tirapegui, C. (2000). Juegos para la clase de matemáticas. *Educación Matemática*, 12(2), 121-131.