

MATH MYSTERY BOX: LEARNING MATHEMATICS BY PLAYING

Nerea Casas Bernas- David Ballesteros Álvarez- Egoitz Etxeandia Romero
mathmysterybox@gmail.com- david@ceoaberto.com –etxeandiaromero@gmail.com
ADCIM: Asociación para la divulgación de la ciencia y matemática- España

Núcleo temático: Recursos para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas

Modalidad: CB

Nivel educativo: medio o secundario

Palabras clave: Matemáticas, gamificación, PBL, motivación.

Resumen

Nadie pone en duda la importancia de las matemáticas en el día a día, sin embargo, la didáctica en este ámbito ha sido una de las que menos ha evolucionado. Muchos docentes, desarrollan la asignatura empleando un modelo basado en la repetición de ejercicios, resultando en el tedio de los alumnos y causando una falta de motivación.

Se propone una herramienta basada en la gamificación, integrada en una metodología de resolución de problemas, e incorpora un reto a resolver empleando los conocimientos matemáticos adquiridos y construyendo algunos nuevos. Consiste en un conjunto de cajas, unas dentro de otras, cerradas mediante candados, en las que se incluyen pistas. Únicamente la resolución de la anterior dará acceso a la siguiente. Para lograr el reto, los estudiantes deberán colaborar, favoreciendo el aprendizaje cooperativo. Deberán decodificar mensajes empleando técnicas antiguas, resolver sistemas de ecuaciones cuyas soluciones les permitirán abrir cajas fuertes y revelar mensajes ocultos empleando luz ultravioleta, de forma que la resolución se encuentra inmersa en una aventura de conocimiento.

Así se redescubre el juego que nunca debería abandonarse y se propone una forma divertida de aprender matemáticas, evitando la falsa creencia de que “después del instituto éstas no sirven para nada”.

1. El proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas

Nadie pone en duda la importancia que tienen las matemáticas en la mayoría de los aspectos de la vida cotidiana. Tanto las actividades relacionadas con las ciencias, con la tecnología, con la economía, incluso las relacionadas con la creación artística necesitan, unas en mayor grado, otras en menor, del conocimiento matemático. Es por tanto imprescindible e inevitable que las matemáticas figuren entre las disciplinas de cualquier nivel obligatorio de educación.

No obstante, desde siempre, las matemáticas han sido consideradas como una materia difícil de explicar y difícil de entender, muchas veces acompañada del desánimo y del desinterés. Permanentemente los pedagogos y los docentes buscan mejorar los métodos de enseñanza de las matemáticas. Si bien hay áreas de las matemáticas como la geometría que quizá sean más fácil de percibir por emplearse conceptos más tangibles, existen otras áreas como la

aritmética el álgebra o la estadística menos intuitivas, más abstractas y, por tanto, más difíciles de captar.

1.1 El estudio de la asignatura de matemáticas

Como prueban numerosos estudios como los de Graham (1987) o Batanero (2011), es frecuente que los alumnos encuentren la asignatura de matemáticas difícilmente entendible, aburrida y poco práctica, por lo cual se desmotivan, dejan de prestar atención a las explicaciones de los profesores, y descuidan su estudio.

Ante esta situación, como señala Casas (2014) se hace necesaria la búsqueda de técnicas que permitan lograr un aprendizaje significativo; es decir, técnicas y actividades que tengan significado concreto para los alumnos. Para ello, por una parte, debe existir una información previa en el alumno sobre la que construir nuevos conocimientos y, por otra parte, debe suceder que la información nueva que se le proporcione se relacione con la anterior.

1.2 Actitudes desarrolladas ante la asignatura

Observando la bibliografía y los trabajos que analizan la evolución de la actitud hacia las matemáticas, se obtiene que ésta se va haciendo más negativa conforme avanza la edad como indican Fennema y Sherman (1977). Hidalgo, Maroto y Palacios (2000) estudiaron las actitudes formadas ante la asignatura en la educación infantil (de 3 a 6 años) destacando que dichas actitudes no están consolidadas aún y que varían en función de si la actividad realizada les atrae más o menos así como en función de la implicación del docente. Los estudios llevados a cabo por Gairín (1987) confirman que esta reducción de las actitudes favorables ante la asignatura, que se indicaba anteriormente, se ve más acusada en la adolescencia y que es a partir de los 11 años cuando comienzan a consolidarse todas las actitudes que han ido desarrollándose en las etapas previas.

En cuanto a los factores más influyentes ante la aparición de las emociones negativas relacionadas con las matemáticas, Guzmán (1993) indica que es el método docente el factor que más incidencia tiene. Aunque parezca paradójico, todos los agentes implicados en la educación son reacios al cambio. Desde la perspectiva de alumnos y profesores, abandonar sus respectivas zonas de confort les obliga a replantearse el proceso de aprendizaje en el que están participando, exigiéndoles un nuevo enfoque y asunción de nuevos roles.

Es por todo ello que la presente propuesta metodológica se centra principalmente en este momento de la vida de los alumnos.

1.3 Pedagogía e innovación pedagógica para el estudio y la docencia de las matemáticas

Ante los resultados de los estudios recogidos anteriormente, se hace cada vez más evidente la necesidad de una reflexión sobre la pedagogía y la didáctica existente para el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas así como la necesidad de una innovación en este campo. Tal como indica Guzmán (2001) es oportuno considerar como lo más importante que el alumno pueda manipular los objetos matemáticos de forma que active su propia capacidad mental y ejercite su creatividad. Es importante también hacer que reflexione sobre su propio proceso de pensamiento a fin de mejorarlo conscientemente y así lograr transferencias de estas actividades a otros aspectos de su trabajo mental. Todo ello hará que adquiera confianza en sí mismo y que se divierta con su propia actividad mental, favoreciendo que se prepare así para otros problemas de la ciencia, la tecnología y, posiblemente, de su vida cotidiana.

El cono del aprendizaje de Dale (1969) proviene de un estudio que realizó analizando la significatividad de diversos elementos audiovisuales. En él propone una interesante reflexión sobre la adquisición de contenidos vinculandola a la forma en la que son transmitidos. De forma lógica, plantea que cada banda no debe considerarse rígida e inamovible, puesto que será diferente para cada persona



.Imagen1 : Cono del aprendizaje. Dale. (1969)

1.4 Gamificación

En los últimos años, el término gamificación ha ido adquiriendo una gran relevancia tanto en el entorno educativo como profesional. De pronto, la sociedad parece haber comprendido que jugar no tiene connotaciones negativas. No deja de ser cómico que el mecanismo más básico de aprendizaje que conocemos haya tenido que ser redescubierto tras años de ser considerado algo ajeno a la educación.

Tal como recoge Marín-Díaz, V. (2015), no se trata de “ludificar” la educación, sino “de potenciar procesos de aprendizaje basados en el empleo del juego para el desarrollo de

procesos de enseñanza-aprendizaje efectivos, los cuales facilitan la cohesión, integración, la motivación por el contenido, potenciar la creatividad de los individuos”.

En el campo de las matemáticas existen experiencias previas como la desarrollada por Iriondo-Otxotorena, J. (2016) en la que plantean una iniciación al álgebra a través de la resolución de puzzles y enigmas o las interesantes propuestas como la que plantean Khaddage, F., & Lattemann, C. (2015), proponiendo la incorporación del uso de aplicaciones para móviles en el aula para potenciar el aprendizaje de las matemáticas.

Con todo, nos parece criticable que por lo general el término gamificación sólo se asocie a contenidos digitales, dejando de lado los aspectos manipulativos, tan importantes en disciplinas como las matemáticas.

2. Propuesta metodológica

De forma genérica, la propuesta parte de la intención de *“incorporar la gamificación manipulativa a un procedimiento tan habitual como las actividades de consolidación de la asignatura de matemáticas”* y ofrecer a los alumnos la oportunidad de jugar como modo de trabajar los aprendizajes derivados del trabajo diario en el aula. Para *“promover que descubran la importancia de estos conocimientos como herramienta para la resolución de problemas”*.

Partiendo de esta premisa. “Queremos aprender matemáticas jugando”, hemos desarrollado un entorno de juego inspirado en los juegos de escape aprovechando la expansión de los mismos a lo largo del planeta.

2.1 The Math Mystery Box

La Math Mystery Box está formada por 6 cajones de diferentes tamaños cerrados mediante candados que se abren empleando una combinación numérica o mediante llaves. El juego finaliza cuando uno de los grupos consigue abrir la *Caja de los cuatro candados* y recuperar la mítica Reliquia de Fermat (*sic*).

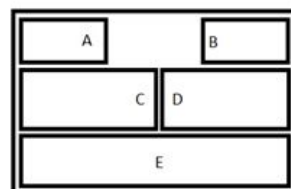


Imagen 2: Croquis de la caja y los correspondientes cajones.

Como primer modelo se ha creado una Math Mystery Box diseñada para los estudiantes de 3º y 4º de la ESO (14-15 años) con la intención de trabajar la consolidación de los contenidos curriculares de la asignatura de matemáticas según la programación establecida por la Ley Orgánica 8/2013 de 9 de Diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE).

El desarrollo de la actividad es el siguiente.

1. Los alumnos entran en el aula y encuentran un conjunto de cajones cerrados para cada grupo de 5 alumnos.
2. Mediante una presentación video proyectada, se les pone en situación y se les plantean las condiciones generales: debe tratarse de una resolución colaborativa; ninguno de los cajones se abre utilizando la fuerza; los candados se desbloquean empleando una combinación numérica o una llave; cada uno de los elementos que se encuentren se emplearán una única vez; una vez utilizado un candado, llave o cualquier otro objeto se depositará en una caja para “elementos usados”.
3. Al observar la caja, en la parte exterior aparece una **ecuación de segundo grado fragmentada y unida con velcro en la caja**. No disponen de ninguna información inicial adicional.
4. Al resolverla, obtienen dos resultados que permiten abrir una pequeña caja fuerte. En el interior encontrarán: **Dos llaves y una pieza de un puzzle**.
5. Una de las llaves permite abrir el cajón D (ver imagen 2). En el interior encontrarán: un **diario cerrado con un candado**, una **imagen del espectro electromagnético** que en su reverso contiene una **potencia**, una **pila AAA**, además, en la **base del cajón D se oculta una pista consistente en un conjunto de polígonos** que les **permite abrir el primer candado del cajón E**.
6. Mediante la resolución de la potencia que se encuentra en la parte posterior de la imagen del espectro electromagnético **obtienen un color que les permite elegir una caja de ese mismo color situada en la mesa del docente** (primer punto de control).
7. En esa caja de color encontrarán: la **llave que permite abrir el diario**, otra **pila AAA**
8. En el interior del diario encontrarán: una prueba mediante la que deberán **calcular el número áureo** realizando mediciones sobre su cuerpo (estatura / distancia ombligo pie). **El valor resultante se podrá obtener una vez hallada una cinta métrica**, tres fragmentos de canciones con las que obtendrán una **clave numérica de tres dígitos**. **Permite abrir el cajón**

C, una pista escrita con tinta invisible que plantea un **sistema de ecuaciones** a resolver (de momento no podrán verla)

Recapitulemos. En este momento quedan por abrir los cajones A, B y E.

9. En el interior del cajón C encontrarán: una **cinta métrica que les permite realizar las mediciones para obtener el número áureo** y abrir el cajón A, *la caja de los cuatro candados*.

10. En el **interior del cajón A** encontrarán: una **cuadrícula matricial de 3x3** con dibujos, un **cilindro** de madera, una **caja de metal** cerrada, una **llave** que permite abrir el candado que falta del cajón E.

11. En el **interior del cajón E** encontrarán: una **linterna de luz UV**, una **cinta de tela con números y letras inscritos en una de las caras** que enrollándose en el cilindro de mayor diámetro muestra una clave numérica que permite abrir el último cajón B. Se inspira en un sistema criptográfico usado en la antigua Grecia, la **llave** que abre la caja de metal, un **segundo cilindro de madera de mayor diámetro** que el anterior.

12. En el **interior del cajón B** encontrarán: un **falso diccionario**, una **matriz de números de acetato transparente de 3x3** que encaja con la matriz anteriormente encontrada.

13. En el interior del falso diccionario encontrarán: Una **llave que permite abrir el candado 3** de *La caja de cuatro candados*, la **última pieza del puzzle**, unas **tijeras** que permiten cortar una brida de *La caja de cuatro candados*

Resolución final: En este momento, nos queda por abrir *La caja de cuatro candados*. Su apertura se logra siguiendo el siguiente proceso: Cortar la brida con las tijeras; candado 1: Deberá montarse la linterna con las pilas AAA e iluminar el diario para encontrar la pista oculta que permite abrir el candado 1 de *La caja de cuatro candados*; candado 2: deberán juntarse las piezas del puzzle y resolver el enigma que se encuentra en cada una de ellas utilizando el puzzle y las matrices recogidas anteriormente; candado 3: se abre con la llave oculta en el falso diccionario. (Ver paso 13)

2.2 Competencias trabajadas

Dado que se trata de una metodología a incluir en los cursos de tercero y cuarto de ESO ésta deberá enmarcarse dentro de la ley actual LOMCE. Se recogen a continuación las competencias que se trabajan durante la realización de la actividad así como la herramienta que se emplea para ello y una sugerencia de método de evaluación.

Tabla 1: Elementos trabajados durante el desarrollo de la actividad

Competencia	Herramienta	Método de evaluación (Se hace necesaria la elaboración de rúbricas)
Para la comunicación	Comunicación con iguales y empleo de la argumentación	Mediante una pequeña reflexión guiada en una sesión posterior al juego.
Para pensar y aprender	Resolución de problemas desarrollando la intuición.	Observando las estrategias que emplean para la resolución de los diferentes retos.
Para la convivencia	Trabajo cooperativo	Observando el trabajo en grupo y realizando una co-evaluación.
Para aprender a ser	La propia Math Mystery Box y el empleo de la misma.	Observando si trabajan cuidando el material o si por el contrario se han perdido partes del mismo
Matemática	Conceptos como: resolución de funciones, potencias, ecuaciones y sistemas de ecuaciones. Geometría a través de polígonos regulares. Criptografía. Series y	Observando qué pasos han sido capaces de resolver sin ayuda, en cuáles de ellos han necesitado una pista y finalmente cuales no han sido capaces de resolver.

3. Conclusiones

Si partimos de la premisa “¿podemos gamificar las matemáticas?”. La primera respuesta que se puede extraer de esta experiencia, es que sí. Con The Math Mystery Box se alcanzan dos objetivos. Por un lado se propone una metodología alternativa al repaso tradicional en la asignatura de matemáticas, y por otro, relacionándolo con el marco teórico, se hace de una forma manipulativa escapando de la gamificación virtual y generando un ambiente motivador en el aula.

Surge de esta forma una nueva herramienta enmarcada en las metodologías de trabajo cooperativo y aprendizaje basado en problemas con una característica muy importante: la manipulación de elementos tanto cotidianos como matemáticos que acercan la asignatura a la realidad y permiten un aprendizaje significativo de la misma.

Se trata de una opción válida para la consolidación de aprendizajes previos, solventando en gran medida el problema descrito en el marco teórico, al abrir la posibilidad de empezar a jugar de forma manipulativa con los contenidos como actividad de consolidación.

De esta manera se puede considerar validado el modelo, que resulta fácilmente replicable, y, dada la flexibilidad que presenta, se puede comenzar a diseñar nuevos retos con la idea de emplearlo en distintos niveles educativos teniendo siempre en cuenta que el factor sorpresa es de gran importancia en este tipo de actividades y podría llegar a “quemarse”. Se presenta así el reto de inventar nuevas pruebas y pistas que mantengan la tensión del juego para cada uno de los diseños que se realicen.

En cuanto a otras líneas de trabajo, ya se han desarrollado otros dos modelos de cajas adaptados curricularmente al primer ciclo de ESO y al tercer ciclo de educación primaria.

Por último, nos gustaría pensar que este proyecto, con sus virtudes y sus defectos, abre un camino pedagógicamente muy interesante: el de perder el miedo a combinar las palabras jugar, aprender y matemáticas. Podemos dejar de pensar que el rigor académico y el aprendizaje requieren de un profesor encorsetado agarrado firmemente -y exclusivamente- a una tiza y comenzar a disfrutar con nuestros alumnos

4. Bibliografía

Batanero, C. & Díaz, C. (2011). El Papel de los Proyectos en la Enseñanza y Aprendizaje de la Estadística. En J. Patricio Royo (Ed.) *Aspectos didácticos de las matemáticas* (125-164). Zaragoza: ICE.

Casas, N. (2014). Metodología para enseñar probabilidad y estadística mediante juegos de magia en matemáticas de 3º ESO. Recuperado de: <http://reunir.unir.net/handle/123456789/2424>

Feneman, E. & J.A. Sherman. (1977). Sex-related Differences in Mathematics Achievement, Spatial, Visual and Affective Factors. *American Educational Research Journal*, 12, 52-71.

Hidalgo, S., A. Maroto & A. Palacios. (1999). Evolución de las destrezas básicas para el cálculo. *Revista de Educación, Ministerio de Educación y Ciencia*, 320, 271-294.

Gairín, J. (1987). *Las actitudes en educación. Un estudio sobre las matemáticas*. Barcelona: PPU.

Graham, A. (1987). *Statistical investigations in the secondary school*. Cambridge: The Open University Centre for Mathematics Education.

Guzmán, M. (1989). Juegos y matemáticas. *Suma*, 4, 61-64.

Guzmán, M. (1993). Tendencias innovadoras en educación matemática. *Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura*. Recuperado de: <http://www.oei.es/edumat.htm>

Guzmán, M. (2001). Tendencias actuales de la educación matemática. *Sigma*, 19, 5-25.

Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. 2014. Does gamification work? a literature review of empirical studies on gamification. *System Sciences (HICSS), 2014 47th Hawaii International Conference*, 3025-3034.

Holmes, P. (1980). *Teaching Statistics*. Sloug: Foulsham Educational.

Iriondo-Otxotorena, J. (2016). Mejora didáctica en la transición de la aritmética al álgebra en el primer ciclo de la ESO basada en la ludificación. Recuperado de <http://reunir.unir.net/handle/123456789/3538>

Khaddage, F., & Lattemann, C. (2015). Towards mobilizing mathematics via gamification and mobile applications. *Mobile Learning and STEM: Case Studies in Practice*, 263.

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre. BOE 10/12/2013. Recuperado de http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-12886

Marín-Díaz, V. (2015). La Gamificación educativa. Una alternativa para la enseñanza creativa. *Digital Education Review*, 27.