

El Buscaminas, aplicación lúdica de las matemáticas

Diego Alonso Santamaría

suma núm. 98
pp. 35-44

Artículo recibido en *Suma* en abril de 2020 y aceptado en marzo de 2021

El Buscaminas, el juego de moda en los 90, una herramienta perfecta para trabajar el razonamiento matemático. Muchos desconocen las matemáticas que hay detrás del juego (no solo las estrategias sino en el propio diseño del tablero). ¿Sabías cuál era la finalidad oculta de estos juegos de Windows?

Se propone una experiencia en el aula basada en la metodología de aprendizaje basado en juegos (*Game-Based Learning*) donde abordar el Buscaminas a través de tres diferentes perspectivas: descubrimiento del juego, diseño del juego en papel, y reflexión a través de las preguntas de dificultad variada.

Palabras clave: Buscaminas, Razonamiento matemático, Aprendizaje Basado en Juegos, Experiencia en el aula, Secundaria.

Este artículo pretende mostrar una visión lúdica de las matemáticas y educar en la toma de decisiones basada en razonamientos matemáticos.

El aprendizaje basado en juegos (*Game-Based Learning*) es el uso de juegos como herramienta de apoyo al aprendizaje. Se propone el fomento del razonamiento matemático de la mano del interés que despiertan los videojuegos y, en concreto, uno de los clásicos de la juventud de cualquier docente: el Buscaminas.

Minesweeper: fun application of mathematics //

The Minesweeper —one of the most popular games during the 90's—, the perfect tool to work on our mathematical reasoning.

Many are unaware of the math behind the game, not only strategy-wise but behind the board design itself. Did you know the hidden purpose of these Windows games? We are putting forward a *Game-Based Learning* experience in the classroom where the Minesweeper could be addressed from three different perspectives: unveiling the game, designing the game on paper and reflecting through questions of various difficulty levels.

Keywords: Minesweeper, Mathematical reasoning, Game-Based Learning, Learning experience, Secondary education.

El Buscaminas fue creado en 1989, hace más de tres décadas. Cualquier persona mayor de edad ha crecido con este juego.

Sin embargo, con la llegada de nuevas plataformas al mercado (Game Boy, Play Station...) y la evolución en la jugabilidad de los teléfonos móviles, este clásico de ordenador fue quedando relegado a un segundo plano. Tanto es así que, si uno entra a una clase de primaria o primeros cursos de la ESO y proyecta este

juego en la pantalla, solo unos pocos alumnos sabrán cómo se llama y casi ninguno sabrá jugarlo.

Es hora de redescubrir este juego ya que proporciona una gran oportunidad para desarrollar la competencia matemática desde un punto de vista lúdico, fomentar la convivencia con alumnos que enseñan a alumnos, y una situación perfecta para introducir el móvil en el aula (elemento motivador en las nuevas generaciones).

El Buscaminas (figura 1) es un juego de lógica matemática. El objetivo es marcar todas las casillas que no contienen minas o, dicho de otra forma, deducir aquellas que contienen minas a partir de razonamientos matemáticos. Para ello, el jugador debe servirse de la información aportada por las casillas clicadas, las cuales muestran el número de bombas que se sitúan en sus casillas circundantes.

Se creó como parte del paquete de entretenimiento de Windows como una estrategia para que el usuario se familiarizase con el movimiento del ratón y el uso de sus teclas:

- Botón izquierdo para seleccionar una casilla.
- Botón derecho para señalar una casilla con una bandera como recordatorio de que ahí puede esconderse una bomba.



Figura 1. El Buscaminas original

Junto a este juego, hubo otros igual de populares que lo acompañaban, cada uno con su propio objetivo educativo dirigido al público de la época, usuarios completamente vírgenes en cuanto al manejo del ratón y el teclado:

- El Solitario consistía en arrastrar cartas de un lado para otro hasta completar el mazo. Sin saberlo, estábamos aprendiendo a arrastrar y soltar utilizando el ratón, igual que en el sistema operativo deberíamos arrastrar y soltar ventanas y elementos para situarlas en el lugar deseado.
- El Corazones permitía utilizar una tecnología de conexión de red que pretendía enseñar al jugador que ya no trabajaba aislado, sino que estaba conectado a toda una red de usuarios.
- El Carta Blanca (o *FreeCell*) llegó de la mano de un *pack* de Windows a través del cual ejecutar aplicaciones de 32 bits aunque el sistema fuese de 16 bits. Si el juego funcionaba entonces significaba que el paquete funcionaba correctamente... ¡Era una especie de test interno de Microsoft!

Matemáticas escondidas

El juego del Buscaminas posee cuatro niveles.

Nivel	Tamaño del tablero	Número de minas
Principiante	8 × 8 casillas	10 minas
Intermedio	16 × 16 casillas	40 minas
Experto	16 × 30 casillas	99 minas
Personalizado	A elegir	A elegir

El número de minas y el tamaño del tablero no es baladí, sino que responde a un razonamiento matemático.

Nivel principiante:

$$\frac{10 \text{ minas}}{8 \cdot 8 \text{ casillas}} = \frac{10 \text{ minas}}{64 \text{ casillas}} = 0,15625.$$

Nivel intermedio:

$$\frac{40 \text{ minas}}{16 \cdot 16 \text{ casillas}} = \frac{40 \text{ minas}}{256 \text{ casillas}} = 0,15625.$$

Es decir, la probabilidad de clicar una casilla al azar y sea una mina es del 15,625%. Sin embargo, en el nivel experto esta probabilidad aumenta.

Nivel experto:

$$\frac{99 \text{ minas}}{16 \cdot 30 \text{ casillas}} = \frac{99 \text{ minas}}{480 \text{ casillas}} = 0,20625.$$

Puede plantearse la siguiente actividad de ampliación:

¿Cuántas minas debería haber en el modo experto para que la dificultad fuera la misma que en los modos principiante e intermedio?

La respuesta es 75 minas.

Primera sesión: descubriendo el juego

COMIENZO DE LA ACTIVIDAD

Se dedican 10 minutos a esta parte de la sesión.

Abrimos el juego delante de los alumnos, haciendo uso del ordenador del aula y el proyector. Daremos

las indicaciones mínimas ayudándonos de los alumnos que ya conocen el juego. Por último, jugaremos un par de partidas delante de los alumnos razonando en voz alta las selecciones de casillas que realice. Subrayaremos los razonamientos matemáticos que se utilizan.

LOS ALUMNOS DESCUBREN EL JUEGO

Dejaremos jugar a los alumnos durante unos 10 minutos. Se recomienda la web <<http://buscaminas-pro.com>> aunque, tecleando «buscaminas» en Google, el mismo buscador posee su propia versión con una interfaz más infantil (figura 2).

La actividad puede desarrollarse en dos posibles lugares:

- Aula de informática: los alumnos se sitúan en parejas en cada ordenador para aprender los unos de los otros. Para la siguiente fase, deberemos formar simbólicamente grupos de 4 personas aunque permanezcan cada uno en su ordenador.
- La propia aula: se recomienda situar a los alumnos en grupos de 4. Es una ocasión perfecta para introducir el uso del móvil en el aula, gran elemento motivador para el alumnado.

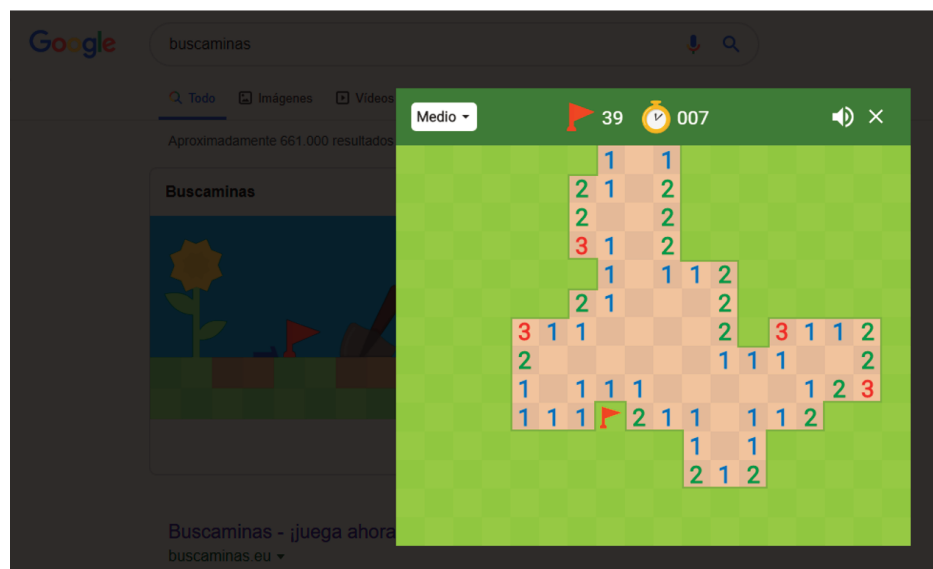


Figura 2. El Buscaminas de Google

FASE COMPETITIVA: COMPETICIÓN GRUPAL

Su duración será de 15 minutos.

Los alumnos dispondrán de 10 minutos para lograr su mejor récord en el juego. Cuando logren su mejor marca deben hacer un pantallazo a su ordenador o móvil. El equipo ganador será el de menor tiempo realizado, siendo este la media de tiempos de cada uno de sus integrantes.

La ayuda que se prestan los alumnos, al tener que enseñarse mutuamente y descubrir entre todos las mejores técnicas de resolución por el bien del grupo, es uno de los principales objetivos de esta actividad, pues con ella estamos desarrollando la «competencia social y cívica».

Durante el desarrollo de la competición, el docente tendrá abierta una hoja de cálculo que irá actualizando en tiempo real con los mejores tiempos de cada grupo que podrá ser visionada en todo momento por los alumnos gracias al proyector.

Con esta medida se pretende ilustrar al alumnado, de manera indirecta, de los beneficios de esta herramienta informática al alcance de su mano. Se recomienda que el docente dedique los minutos previos a la competición a explicar cómo programa dicha hoja de cálculo, fomentando así el uso de las TIC y el desarrollo de la «competencia digital».

FASE COMPETITIVA: COMPETICIÓN INDIVIDUAL

El tiempo restante de la sesión, unos 15 minutos, se dedica a que los alumnos intenten batir su propio récord, siendo los ganadores aquellos que marquen los 3 mejores tiempos.

El factor competitivo es un elemento motivador muy útil en determinados alumnos. No obstante, puede ser contraproducente para otros, aunque el aspecto lúdico del propio juego minimiza este aspecto negativo.

Al igual que en la fase anterior, los mejores tiempos de cada alumno se irán mostrando en el proyector gracias a la hoja de cálculo.

Segunda sesión: diseñando nuestro Buscaminas

En la primera sesión, dedicada al descubrimiento de las reglas del juego y su iniciación en él, los alumnos intentaron adivinar dónde estaban las minas en función de la información aportada por el juego.

En esta sesión, el punto de vista desde el que abordamos el problema es totalmente distinto, y serán los propios alumnos quienes diseñen el juego, distribuyan las minas en las casillas y piensen la información que se mostrará, en función de que el usuario elija clicar en un sitio u otro. La sesión se distribuirá de la siguiente forma:



Figura 3. Fase competitiva

REPARTIR TABLEROS ENTRE LOS ALUMNOS

Situaremos a los alumnos en parejas.

Se reparte a cada alumno una hoja con cuadrículas de 8×8 en blanco (se recomienda al menos que la hoja contenga dos o más cuadrículas), la cual servirá de tablero para los alumnos (si se prefiere, cualquier hoja cuadrículada puede servir si se quiere evitar el gasto de papel).

En este momento se recuerda a los alumnos que no deben mostrar su trabajo a los demás, manteniéndolo en secreto, pues haremos una competición a partir de sus diseños.

SITUAR LAS MINAS

Los alumnos deben repartir 10 minas (💣) en las casillas que deseen:

							💣
💣	💣				💣		
	💣						💣
				💣			
	💣						💣
			💣				

RELLENAR LOS NÚMEROS

El alumnado debe completar su tablero con los números que se mostrarían si el usuario pulsase una casilla determinada:

2	2	1		1	1	2	💣
💣	💣	2		1	💣	3	2
3	💣	2	1	2	2	2	💣
1	1	1	1	💣	1	1	1
			1	1	1		
1	1	1				1	1
1	💣	2	1	1		1	💣
1	1	2	💣	1		1	1

Hay casillas que no tocan ninguna mina. Si el usuario selecciona dicha casilla, el juego debe mostrarla inmediatamente. Por tanto, coloreamos aquellos grupos de casillas que se mostrarían de forma inmediata si el usuario clicase una casilla vacía (en caso de que una casilla se muestre en varios casos, la pintaremos de esos colores):

2	2	1		1	1	2	💣
💣	💣	2		1	💣	3	2
3	💣	2	1	2	2	2	💣
1	1	1	1	💣	1	1	1
			1	1	1		
1	1	1				1	1
1	💣	2	1	1		1	💣
1	1	2	💣	1		1	1

COMIENZA LA COMPETICIÓN

Los alumnos se disponen en parejas. Uno tomará el rol de jugador y otro el de *máster* o máquina:

- El jugador posee un tablero en blanco que irá rellenando con sus selecciones (clics) y la información que le vaya aportando el *máster*.
- El *máster* tendrá su tablero creado y, mirándolo sin que nadie lo vea, dará la información al jugador en función de sus selecciones.

El jugador dispondrá de dos intentos:

- Si lo resuelve a la primera, recibe 3 puntos.
- Si lo resuelve habiendo explotado una bomba, recibe 1 punto.
- Si no consigue resolverlo, el *máster* recibe 3 puntos. En tal caso, el jugador debe pedir al *máster* la solución y, si esta está mal, el *máster* no recibirá ningún punto y el jugador recibirá 5 puntos.

La duración para cada resolución será de 90 segundos. Pasado el tiempo, los roles se invierten y se juegan otros 90 segundos.

Por último, se comunican los resultados al docente, quien los apuntará en una hoja de cálculo que será visible a través del proyector. (Aquel máster con el tablero mal debe rehacerlo rápidamente.)

A continuación, se cambian las parejas y continúa la competición.

Esta sesión posee gran importancia educativa, ya que es un ejemplo de cómo abordar un problema desde diversos enfoques para obtener una visión completa de la situación. En este caso, el trabajo realizado en esta segunda sesión nos servirá de ayuda de cara a la siguiente sesión, en la cual programaremos el juego en la hoja de cálculo.

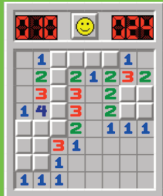
Tercera sesión:
reflexiones de un buen TEDAX

AMPLIACIÓN DE LA ACTIVIDAD


Se propone que los alumnos entren a formar parte de los TEDAX (Técnico Especialista en Desactivación de Artefactos Explosivos), una de las unidades de especialistas más peligrosas del cuerpo de la policía. Para ello, se presenta la siguiente batería de preguntas para casa, fomentando así su reflexión en el juego, la búsqueda de estrategias ganadoras y una iniciación a la programación:

Con los datos dados, ¿eres capaz de resolver este Buscaminas? (Cuidado, alguno no se puede resolver).

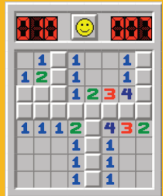
Muy fácil




Fácil



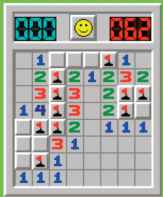
Medio



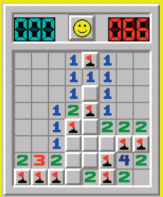
Difícil



La solución sería:



Falta una bomba













Faltan dos bombas

Si descubrieses todas las casillas del tablero y sumases todos los números que aparecen en él, ¿cómo deberían situarse las bombas para que la suma fuese lo más pequeña posible?, ¿cuál sería dicha suma?

Cada mina afecta, como mucho, a 8 marcadores, por lo que cada mina aumentará esa suma un máximo de 8 puntos. No obstante, hay que tener en cuenta que aquellas minas que se encuentran en los laterales del tablero afectan a menos casillas. De entre ellas, las esquinas son las que menos casillas adyacentes poseen. Además, si dos minas son adyacentes, dichas minas no suman a las casillas en las que está la otra.

Con todo ello, las soluciones son las que aparecen a continuación. Las demás soluciones posibles son situaciones simétricas a estas:

					2		
					2		
2	3	2	3	2	1		

				1			
			4	1			
			2				
2	3	2	1				

				1			
			3	1			
		3	1				
	3	1					
1	1						

Si descubrieses todas las casillas del tablero y sumases todos los números que aparecen en él, ¿cómo deberían situarse las bombas para que la suma fuese lo más grande posible?, ¿cuál sería dicha suma?

Teniendo en cuenta las mismas consideraciones que hemos hecho en la cuestión anterior, la solución es la que vemos a continuación. Las demás soluciones posibles son situaciones simétricas a esta:

1	1	2	1	2	1	1	
1		2		2		1	
2	2	4	2	4	2	2	
1		2		2		1	
2	2	4	2	4	2	2	
1		2		2		2	1
1	1	2	1	2	2		1
				1	1	1	

Si observas a una persona adulta jugar al Buscaminas te darás cuenta que siempre comienza seleccionando una de las esquinas. ¿Por qué crees que sigue esta estrategia? Utiliza términos probabilísticos para dar tu explicación. (Tal vez sea recomendable que pruebes esta estrategia varias veces a ver qué sucede).

El tablero del Buscaminas posee tres tipos de casillas:

- Centrales: rodeadas por otras 8 casillas.
- Laterales: rodeadas por otras 5 casillas.
- En la esquina: rodeadas por otras 3 casillas.

Por tanto, la probabilidad de que al comenzar el juego seleccionemos una casilla que no es una mina y que tampoco tiene minas a su alrededor (con lo que parte del tablero se mostrará de forma automática) será mayor si comenzamos por una casilla de la esquina. Calculemos la probabilidad de que no haya ninguna mina en sus casillas adyacentes.

Clicando primero en una casilla central:

$$\frac{53}{63} \cdot \frac{52}{62} \cdot \frac{51}{61} \cdot \frac{50}{60} \cdot \frac{49}{59} \cdot \frac{48}{58} \cdot \frac{47}{57} \cdot \frac{46}{56} = 0,229.$$

Clicando primero en una casilla lateral:

$$\frac{53}{63} \cdot \frac{52}{62} \cdot \frac{51}{61} \cdot \frac{50}{60} \cdot \frac{49}{59} = 0,408.$$

Clicando primero en una casilla en la esquina:

$$\frac{53}{63} \cdot \frac{52}{62} \cdot \frac{51}{61} = 0,590.$$

Es decir, eligiendo nuestra primera selección una esquina, ¡en más de la mitad de las partidas se descubrirá parte del tablero!

En la figura adjunta, ¿qué probabilidad posee cada una de las casillas a , b , c , d y e de contener una mina?

2				3	1
2		a		5	
2	4	b	d	e	
2		c		5	
2				3	1

La probabilidad de a , b y c es $2/3$, mientras que la de d y e es $1/2$.

El ejemplo sobre el que hemos preguntado en la cuestión anterior fue tomado de la Wikipedia (figura 4). En él, no solo se expone la solución, sino que además se añade el razonamiento matemático mediante el que decidir cuál es la casilla más conveniente de seleccionar para resolver el juego. (¡Razonamiento matemático aplicado a la toma de decisiones!) ¿Entiendes el razonamiento? Explícalo con tus palabras utilizando un lenguaje probabilístico.

El razonamiento sería:

- Si seleccionamos a (igual caso para c), la probabilidad de que no haya una mina es $1/3$. Si no hay mina, entonces sabemos que b y e contienen mina (respectivamente a y b). Además, en la casilla solo pueden aparecer dos valores: si aparece el número 6 significa que en d no hay mina y en e sí, mientras que si aparece el 7 será el caso contrario. En conclusión, la posibilidad de resolverlo es de $1/3$.
- Si seleccionamos b , la probabilidad de que no haya una mina es $1/3$. Si no hay mina, entonces sabemos que a y c contienen mina. Además, en la casilla solo pueden aparecer dos valores: si aparece el número 6 significa que en d no hay mina y en e sí, mientras que si aparece el 7 será

el caso contrario. En conclusión, la posibilidad de resolverlo es de $1/3$.

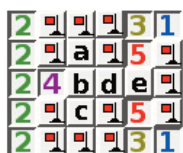
- Si elegimos d , la probabilidad de que no haya una mina es $1/2$. Si no hay mina, entonces sabemos que e contiene una mina. Además, en la casilla solo puede aparecer el valor 5, lo cual no nos da información sobre dos bombas que faltan por descubrir en las casillas a , b o c . Por tanto, en un segundo paso habrá que elegir una de dichas casillas, las cuales tienen $1/3$ de posibilidades de no ocultar una mina, como ya dijimos.


En conclusión, la posibilidad de resolverlo es $(1/3) \cdot (1/2) = 1/6$.

- Si elegimos e , la probabilidad de que no haya una mina es $1/2$. Si no hay mina, entonces sabemos que d contiene una mina. Además, en la casilla solo puede aparecer el valor 6, lo cual no nos da información sobre dos bombas que faltan por descubrir en las casillas a , b o c . Por tanto, en un segundo paso habrá que elegir una de dichas casillas, las cuales tienen $1/3$ de posibilidades de no ocultar una mina, como ya dijimos. En conclusión, la posibilidad de resolverlo es $(1/3) \cdot (1/2) = 1/6$.

Las probabilidades de descubrir una mina no son suficientes

Si por "juego perfecto" se entiende encontrar una estrategia que asegure la mejor probabilidad de resolver una partida cualquiera, entonces se requieren más cosas que limitarse a elegir los cuadrados que ofrezcan la menor probabilidad de mina. Examinemos la siguiente situación:



(Como en el ejemplo anterior,  representa una mina, y los números son los números estándar del Buscaminas; a , b , c , d y e son las posiciones desconocidas.)

La probabilidad de descubrir una mina en a , b o c es de $2/3$, y la de descubrir una mina en d o e es de $1/2$; esto se puede comprobar computando las 6 posibilidades de colocar minas en $a+b+c+d+e$. Sin embargo, destapar d o e no proporciona ninguna información útil: si no se descubre una mina aparecerá un 6 en e o un 5 en d . En el juego conjunto, d o e permite ganar la partida en sólo 1 de los 6 casos posibles. Sin embargo, al destapar a , b o c , si no se descubre una mina la información permitirá saber si hay una mina en d o no, y en el juego conjunto se puede ganar la partida en 2 de los 6 casos posibles. Así que jugar a , b o c , aunque a corto plazo sea más arriesgado, acaba siendo la mejor jugada.

Figura 4. Wikipedia, <<https://es.wikipedia.org/wiki/Buscaminas>>

En los cálculos no se ha tenido en cuenta que en la primera selección que hagamos explote una mina. La razón es que los propios desarrolladores del juego eliminaron esta posibilidad por un motivo principal: evitar al usuario la desesperación que produce esta situación. Con ello, y prácticamente por casualidad, lo que consiguieron fue aumentar la dependencia de un juego ya de por sí adictivo.

Por último:

Diseña un tablero de Buscaminas en una hoja de cálculo, en el que el *máster* seleccione las casillas donde quiera situar las minas y el propio programa indique directamente el número del resto de casillas. ¿Qué fórmulas de la hoja de cálculo has utilizado?

Reflexiones finales tras la experiencia

Durante esta experiencia, el trabajo grupal resultó vital, ya que inicialmente algunos estudiantes no

comprendían el juego o rechazaban el aspecto competitivo inherente a todo juego.

En cuanto al desarrollo del razonamiento matemático, resultó muy valioso el planteamiento del juego desde diversos frentes (descubrimiento del juego *online*, diseño del juego en papel y reflexión del funcionamiento a través de las preguntas de dificultad y variada (las cuales podríamos categorizar en actividades iniciales, ejercicios de ensayo-error y ejercicios de aplicación de la probabilidad).

Como culmen de la actividad, el profesor de Informática iba a enseñarles a programar un Buscaminas en la hoja de cálculo, en lo que iba a ser su inicio a los lenguajes de programación. Además, dada la buena aceptación de los alumnos a este juego, se iba a desarrollar un torneo de Buscaminas en la Semana Cultural del centro abierta a todos los estudiantes. Lamentablemente, ambas iniciativas no pudieron llevarse a cabo debido a la cuarentena impuesta a causa del coronavirus..., el próximo año tenemos una cita pendiente.

<i>Situación en el temario</i>	Unidad de «Números enteros» o de «Probabilidad», aunque se recomienda utilizar en una tutoría como una actividad grupal o como competición interna en el instituto.
<i>Destinatarios</i>	Desde 3.º ESO a 2.º Bachillerato.
<i>Duración</i>	2 sesiones o como competición en varios recreos.
<i>Objetivos</i>	Aplicar el razonamiento matemático a la toma de decisiones. Conocer los conceptos básicos de la probabilidad. Conocer el aspecto lúdico de las matemáticas. Trabajar la convivencia dentro del aula.
<i>Contenidos didácticos</i>	Aplicación del razonamiento matemático a la toma de decisiones. Dominio de la regla de Laplace. Manejo de la hoja de cálculo.
<i>Competencias</i>	Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT). Competencia digital (CD). Aprender a aprender (AA). Competencia social y cívica (CSC).
<i>Metodología</i>	Actividad de descubrimiento.
<i>Recursos</i>	Ordenadores con internet, hoja de cálculo, proyector y teléfonos móviles.
<i>Relación con otras materias</i>	Informática y Tecnología.

Tabla 1. Resumen de la actividad lúdica y de descubrimiento

Referencias bibliográficas

HUNT, J. (2015), «The True Purpose of Microsoft Solitaire, Minesweeper, and FreeCell», *Mental Floss*, recuperado el 14 de agosto de 2015, de: <<https://web.archive.org/web/2015122319210/>>, <<http://mentalfloss.com/uk/technology/32106/the-true-purpose-of-solitaire-minesweeper-hearts-and-freecell>>.

PASTOR, J. (2018), «El solitario y el buscaminas tenían una misión secreta en Windows», *Xakata*, recuperado el 12 de diciembre de 2018, de: <<https://www.xataka.com/videojuegos/el-solitario-y-el-buscaminas-tenian-una-mision-secreta-en-windows>>.

Diego Alonso Santamaría

IES Virgen de la Calle (Palencia)
<diego.alosan@educa.jcyl.es>