

Aprender riesgos geológicos con Hazagora: Una estrategia de gamificación para llevar al aula

Learning geological hazards with Hazagora: gamification strategy to introduce into the classroom

SARAH MONTESDEOCA-ESPONDA¹, SOPHIE MOSSOUX² Y FRANCISCO JOSE PEREZ-TORRADO¹

¹ Instituto de Estudios Ambientales y Recursos Naturales (iUNAT), Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 35017, Campus Universitario de Tafira, España. sarah.montesdeoca@ulpgc.es, franciscojose.perez@ulpgc.es

² Physical Geography, Department of Geography, Earth System Science, Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan 2, 1050 Brussels, Belgium. Sophie.Mossoux@vub.be

Resumen Las actuales fuentes de entretenimiento y distracción disponibles hacen que los adolescentes hayan perdido cierta capacidad de aprender a través de clases magistrales y unidireccionales. Así, las nuevas tendencias en didáctica animan al profesorado a introducir en su práctica docente estrategias que le ayuden a captar la atención y el interés del alumnado. De esta forma ha surgido una corriente educativa centrada en el aprendizaje mediante el juego, también conocida como “gamificación”. Siguiendo esta corriente educativa, el presente trabajo desarrolla una propuesta para introducir en el aula “Hazagora”, un juego de mesa dirigido a sensibilizar sobre los peligros geológicos y a las estrategias de mitigación que se tienen que llevar a cabo para la reducción de los desastres, de manera lúdica e interactiva. Se ha contextualizado el juego a Canarias, incluyendo los riesgos geológicos más importantes de la región, así como las medidas de prevención y mitigación en consonancia con su peligrosidad y teniendo en cuenta su realidad energética. “Hazagora” puede ser adaptado a cualquier curso de la Educación secundaria, adecuando los contenidos, la temporalización y las reglas del juego en función del nivel cognitivo del alumnado. Aquí se describe su implementación en 1º de Enseñanza Secundaria Obligatoria y se proponen las modificaciones necesarias para llevarlo también a las aulas de 2º de Bachillerato.

Palabras clave: Aprendizaje cooperativo, aprendizaje entre iguales, gamificación, Islas Canarias, riesgos geológicos.

Abstract Due to the current sources of entertainment and distraction, the ability of adolescents to learn through expository and unidirectional lessons has decreased. Thereby, novel trends in didactics encourage teachers to introduce strategies to attract the attention and interest of students. As a result, an educational current focused on learning using games, also called gamification, has emerged.

Following this educational current, it is presented here “Hazagora”, a board game to learn geological hazards in a playful and interactive way, is introduced into the classroom. It contributes to learn about the natural phenomena and anthropogenic factors that lead to disasters, providing awareness regarding the geological risks and training to reduce them. The game has been contextualized to the Canary Islands, including the most important geological hazards in the region as well as prevention and mitigation actions according to its energetic situation.

“Hazagora” can be employed in any course of Secondary Education, adapting the contents, the timing and the rules of the game to the cognitive capacity of the students. Its implementation for the first course of Secondary Education is described and the modifications required for the last course are also proposed.

Keywords: Canary Islands, cooperative learning, gamification, geological hazards, peer learning.

INTRODUCCIÓN

La alfabetización científica es esencial para el pleno desarrollo del individuo e indudablemente sus cimientos deben comenzar a fijarse durante la Educación Secundaria. Sin embargo, muchas veces el alumnado tiene dificultades para retener algunas ideas que son de vital importancia para la vida, y que por tanto deben ser enseñadas de una manera más eficaz para lograr un aprendizaje significativo.

Los docentes debemos asegurarnos de que nuestro alumnado reciba una formación adecuada en todas las ramas de la ciencia, con el objetivo de convertirlos en personas observadoras y analíticas que sepan valorar, respetar y gestionar el entorno en el que viven.

Sin embargo, Pedrinaci (2012) indica que la enseñanza elemental de la Geología ha ido devaluándose en las últimas décadas, y se detecta que el alumnado presenta numerosas carencias en conocimientos básicos acerca del funcionamiento del planeta. Esto puede provocar, por ejemplo, que la población a menudo no sea consciente de los procesos geológicos a los que puede estar expuesta y por tanto no esté entrenada para hacer frente a una situación de peligro. Como indican Domingo y Sequeiros (1998): “*Muchas de las catástrofes naturales tienen origen geológico. Unas, directamente, como los terremotos, los fenómenos volcánicos y los deslizamientos de tierras. Otras, indirectamente, como las inundaciones.*” Por ello, es de vital importancia que el alumnado de Educación Secundaria reciba una enseñanza efectiva en contenidos geológicos, que a la vez pueden considerarse transversales dentro de otras ciencias. Pedrinaci *et al.* (2013) establecen 10 ideas clave para la alfabetización en Ciencias de la Tierra, de las cuales destacamos aquí la idea clave nº 9, “*Algunos procesos naturales implican riesgos para la humanidad*”, sobre la base de la cual se articula el presente trabajo.

Por todo lo anterior, se propone una herramienta didáctica, dirigida al estudiantado de Educación Secundaria, para el aprendizaje significativo de contenidos relacionados con los riesgos geológicos y para formar acerca de su prevención y mitigación. Concretamente, se plantea una situación de aprendizaje en la que se implementa el juego didáctico “Hazagora”, publicado en 2016 (Mossoux *et al.* 2016). Este juego está diseñado tanto para discentes y ciudadanos, como para científicos y profesionales de la gestión de riesgos. Aquí, “Hazagora” es modificado y contextualizado a la realidad geológica de las Islas Canarias e implementado en 1º de ESO. Además, con el objetivo de demostrar su aplicabilidad e idoneidad en diferentes etapas de la Educación Secundaria, se describen también las adaptaciones necesarias para emplearlo en 2º de Bachillerato. El empleo de este juego está acompañado de trabajo autónomo por parte del alumnado, que tendrá que ser parte activa de su propio aprendizaje, y de metodologías de trabajo cooperativo y aprendizaje entre iguales, que favorecerán la puesta en común de conocimientos entre los/as compañeros/as.

La introducción de “Hazagora” en la Educación Secundaria no tiene el ánimo de disfrazar los contenidos sobre los conceptos de peligros y riesgos geo-

lógicos, que de por sí pueden ya resultar atractivos para el alumnado, sino de introducir un elemento de ruptura con la rutina de sesiones magistrales.

El aprendizaje basado en juegos, también llamado “gamificación”, es una tendencia muy de actualidad que potencia la cohesión y la creatividad del alumnado (Marín, 2015). Muchos autores destacan numerosas ventajas de la utilización de juegos didácticos, como por ejemplo i Peris (2015) que los califica como un “*excelente modo de incrementar la concentración, el esfuerzo y la motivación fundamentada en el reconocimiento, el logro, la competencia, la colaboración, la autoexpresión y todas las potencialidades educativas compartidas por las actividades lúdicas*”.

En la actualidad existen propuestas muy interesantes de gamificación aplicadas a la Geología (por ejemplo, Bachen *et al.*, 2016; Cornellà *et al.*, 2020; MacPherson-Krutzky, 2016; Rebolledo-Mendéz *et al.*, 2009; Rodríguez-Oroz *et al.*, 2006; Solinska *et al.*, 2018; Taillandier y Adam, 2018; Tarquini *et al.*, 2018; Yanagawa *et al.*, 2016). Recientemente, la revista Enseñanza de las Ciencias de la Tierra ha publicado el monográfico “Gamificación y aprendizaje basado en juegos” (número 20.1, 2020). Sin embargo, son muy escasas las dedicadas a los riesgos geológicos (Brusi y Cornellà, 2020; González, 2011; González *et al.*, 2014; Brusi y Cornellà, 2020). El juego “Hazagora” puede rellenar este vacío, ya que destaca por tener un enfoque científico y educativo, a la par que persigue el objetivo de guiar al alumnado en la interpretación del medio para encontrar soluciones ante diferentes escenarios de problemas o catástrofes naturales (Mossoux *et al.*, 2016).

CARACTERÍSTICAS DEL JUEGO

La versión original de *Hazagora* está diseñada para mayores de quince años y tiene como protagonistas cinco personajes con distintas profesiones y roles, que deben seguir diversas estrategias para convertirse en una comunidad resiliente frente a los riesgos naturales (Mossoux *et al.*, 2016).

Su objetivo es crear conciencia sobre los peligros geológicos y trabajar diferentes estrategias encaminadas a la reducción del riesgo de desastres. El juego se desarrolla en una isla volcánica imaginaria en la que suceden diferentes fenómenos geológicos (terremotos, erupciones volcánicas, etc.) de manera aleatoria. El juego comienza asignando los personajes, cada uno con su salario y características propias de su profesión. Cada uno tendrá asignada una zona de la isla para vivir, excepto la alcaldesa y el guía turístico, que pueden vivir donde quieran salvo en el Espacio Natural Protegido. A continuación, se reparten los ingresos anuales en forma de cartas de recursos (agua, alimentos y ladrillos para construir sus casas), que deberán utilizar durante la partida. Existen también ingresos extra que se consiguen aleatoriamente mediante los dados. Los jugadores pueden usar esos bienes solo para alimentar a sus familias y ahorrar el excedente, o bien para invertirlos en construir infraestructuras o en medidas de protección individuales o comunitarias. La contrapartida o precio de todas

las actividades que se pueden llevar a cabo en cada turno viene dada por las cartas de sobrevivencia y costos, que deberán tomar los jugadores tras cada decisión. Así, podrán invertir, por ejemplo, en construir casas y carreteras que las unan con mercados y pozos, en cuyo caso estarían exentos de pagar comida y agua. Dichas carreteras pueden ser usadas por otro jugador con una casa cercana, por lo que los personajes pueden llegar a acuerdos para construirlas juntos y darle un uso comunitario. Por otro lado, como todo juego, incluye cierta aleatoriedad mediante la cual los personajes pueden tener menor o mayor “suerte”, tanto en la forma en la que les afectan los fenómenos geológicos como en la distribución de los recursos. Así, existen también cartas de sobrevivencia, preparación y adaptación que pueden ser ganadas o compradas por los jugadores para protegerse de los eventos catastróficos. El tablero y los elementos para jugar a *Hazagora* se muestran en la figura 1. El kit del juego se compone de los siguientes elementos¹:

- Tablero
- Cartas de personajes
- 150 cartas de recursos, 10 de impacto y 45 de protección
- 2 dados de recursos
- 5 cartas de sobrevivencia y costos
- 100 casas (20 de cada color correspondiente a los personajes)
- 100 carreteras (20 de cada color correspondiente a los personajes)
- 10 mercados y 10 pozos
- 1 temporizador y 1 dado de peligros
- 5 tablas de resiliencia (una para cada personaje)
- 5 fichas didácticas de riesgos geológicos

¹ Las instrucciones detalladas del juego, así como los elementos que lo componen están disponibles en varios idiomas, incluido el español. Pueden solicitarlo mediante email a makervyn@vub.be

Fig. 1. Elementos necesarios para jugar a *Hazagora*.



Las principales fases del juego, de forma resumida, se exponen a continuación. Mientras los jugadores van tomando posiciones en el tablero, habrá un temporizador, con una periodicidad aleatoria entre 5 y 15 minutos, que avisará de la llegada de un desastre natural. Cuando este ocurra, se deberá lanzar el dado de peligro para determinar qué tipo de fenómeno ocurre y con qué intensidad, siendo la intensidad 1 la más leve y 3 la más peligrosa, según se describe en las fichas didácticas (ver ejemplo en figura 2).

Decidido el tipo de fenómeno que está ocurriendo, su peligrosidad y la zona de la isla a la que afecta, los distintos personajes o miembros de la comunidad deben celebrar una reunión en la que determinen sus efectos, haciendo uso de las cartas de impacto. En este momento, el docente, que normalmente actúa como moderador del juego, debe intervenir para dar información acerca del fenómeno en cuestión. Pueden emplearse también pequeños videos explicativos con ejemplos reales de esos peligros geológicos, así como libros básicos de referencia (por ejemplo, Lario y Bardají, 2016a).

Una vez comprendido el fenómeno y sus efectos, se procede a la retirada del tablero de los elementos afectados (casas y carreteras destruidas, pozos de agua inutilizados, etc.), siendo el momento para que los personajes usen todos los elementos de protección de los que dispongan. Para ello cuentan con tres tipos de cartas de protección: 1) cartas de sobrevivencia, que proporcionan alimentos, agua o tiendas de campaña si se perdieron las casas; 2) cartas de preparación, que sirven para recibir entrenamiento en prevención de riesgos y se traducen en supervivencia; 3) cartas de adaptación, que ofrecen medidas de mitigación de los efectos producidos. Estas cartas de protección pueden ser compradas individual o colectivamente.

Transcurrido un año en el tiempo del juego (tres rondas) los habitantes de la isla deben reunirse para hacer balance de las dificultades experimentadas y para tomar medidas de mejora en la comunidad, siempre mediante un proceso democrático de diálogo. Además, tras producirse un evento, y antes de efectuarse los cambios pertinentes en el tablero (derrumbe de casas o desaparición de recursos), también deberá celebrarse un coloquio en que el alumnado pondrá en común las consecuencias y el alcance del suceso.

Después de tres años en la escala de tiempo del juego, se deben calcular los factores de resiliencia para cada personaje, considerando los puntos de prevención (número de casas con acceso a pozos o mercados, de caminos y de cartas de protección disponibles) y los de desprevisión (número de casas y caminos destruidos y de casas sin acceso a pozos o a mercados). Este cálculo permitirá elaborar un ranking con los indicadores de los distintos jugadores, pero más que señalarlos el ganador del juego, nos revelará si la comunidad puede ser considerada como resiliente (si ese indicador es mayor que 1). Por tanto, se podrá evaluar si las estrategias individuales y comunitarias implementadas lograron desarrollar una comunidad capaz de afrontar y mitigar los riesgos geológicos.

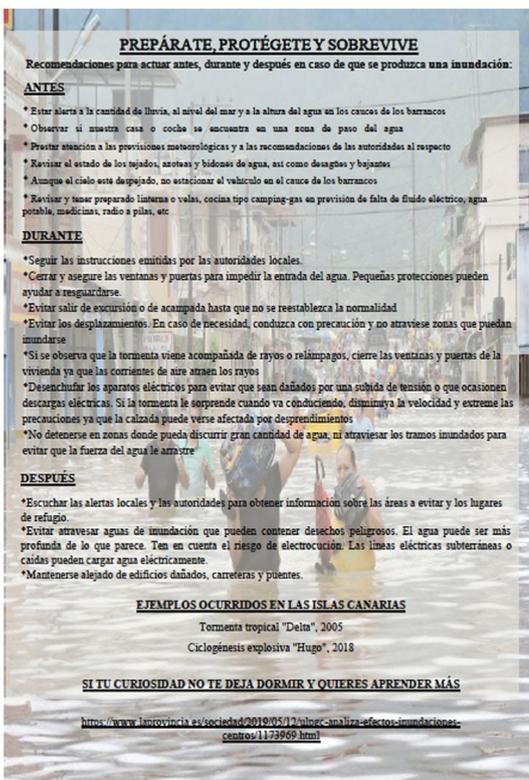
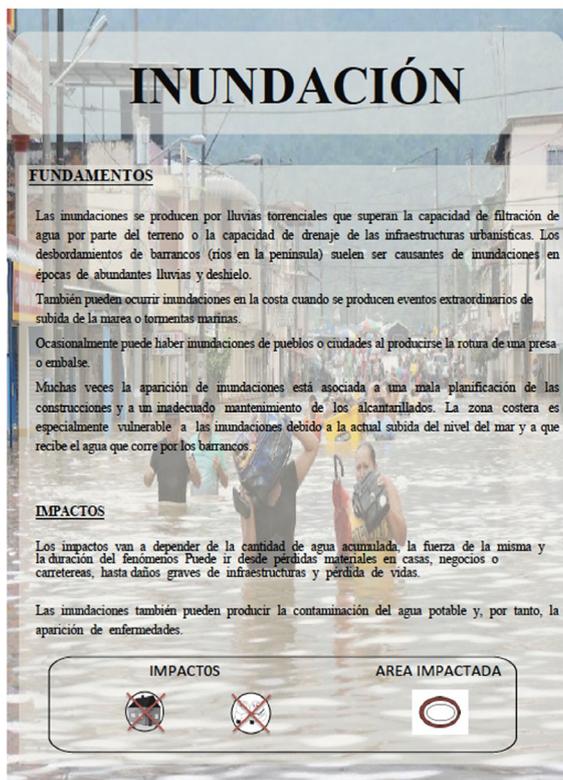


Fig. 2. Ejemplo de ficha didáctica (ficha de inundaciones)

Hay que aclarar que al inicio del juego no se instruye al alumnado en la necesidad de emplear estrategias de prevención y mitigación comunitarias, sólo se les informará de la posibilidad de hacerlo. Sin embargo, se espera que con el desarrollo de los acontecimientos los personajes vayan descubriendo las ventajas de trabajar con los demás y de procurar medidas comunes. Se pretende que valoren que el trabajo en equipo es más fructífero que el individual y que desarrollen sentimientos de colaboración y solidaridad.

ADAPTACIÓN PARA LAS ISLAS CANARIAS

Los distintos peligros geológicos y personajes involucrados en el juego original pueden ser modificados para contextualizarlos al entorno social y natural que se desee. De este modo el alumnado podrá percibir el juego como algo más cercano, pudiendo asociar los peligros con aquellos que han ocurrido o pueden ocurrir en su entorno y vivencias. En este apartado vamos a mostrar las modificaciones que se realizaron para su adaptación a Canarias.

En cuanto a los personajes, se sustituyó el personaje del leñador por el del guardabosques que vive en un Espacio Natural Protegido, debido a la importante representación que tienen estos espacios en Canarias. Además, y dado que en el juego original los cinco personajes son masculinos, dos de ellos (la alcaldesa y la guarda forestal) pasaron a ser femeninos (Fig. 3) para adaptarlo a la realidad social española actual y para trabajar valores relacionados con la igualdad.

Los peligros geológicos del juego original, tsunamis, caída de piroclastos, flujos de lavas y terremotos, se modificaron de la siguiente forma:

- **Erupciones volcánicas:** En ellas se agruparon tanto los fenómenos de flujos de lava como de caídas de piroclastos. Canarias es un archipiélago volcánico y, en consecuencia, los fenómenos volcánicos son reconocidos por la población, aún más después de la reciente erupción volcánica submarina ocurrida en la isla de El Hierro (ver, por ejemplo, Pérez Torrado *et al.*, 2012). Los efectos de una erupción volcánica en islas pequeñas como la de *Hazagora* o El Hierro pueden ser muy dañinos para la población. Sin embargo, los magmas que han intervenido en todas las erupciones históricas de Canarias han sido de composición básica, lo que ha propiciado el predominio de erupciones efusivas sobre las explosivas (Carracedo, 2011). Por tanto, este peligro se presenta solo con intensidad 1 o 2 y básicamente ligado a flujos de lava.

Fig. 3. Modificación de los personajes de "Hazagora" para su adaptación a Canarias.



- **Terremotos:** La probabilidad de sufrir este fenómeno en Canarias no es muy grande porque los grandes movimientos sísmicos ocurren mayoritariamente en bordes de placa, donde se encuentran las fallas asociadas a las dorsales oceánicas y a las zonas de subducción. En zonas intraplaca, como Canarias, la actividad sísmica está asociada a procesos de ascenso de magma en el punto caliente y su magnitud es, en general, baja (Carracedo, 2011). Por tanto, en la rueda de peligro se ha situado solamente con intensidad 1.

- **Inundaciones:** Pueden considerarse como uno de los peligros naturales con mayor repercusión socio-económica a nivel mundial (Díez-Herrero y García-Rodríguez, 2016). Canarias no escapa a ellos, por lo que se decidió incluirlos en la adaptación de *Hazagora*. Con una frecuencia casi anual, la mayoría de las veces su intensidad es baja y sólo genera desperfectos materiales, si bien han ocurrido eventos con consecuencias más graves, incluyendo pérdida de vidas humanas (por ejemplo, los 8 muertos en las inundaciones en Santa Cruz de Tenerife en el año 2002). Se decidió que este peligro tuviera una intensidad de nivel 1 y con los mayores impactos asociados a construcciones en lugares no adecuados, lo que obliga al alumnado a pensar en buenas estrategias de planificación del territorio.

- **Deslizamientos:** Este fenómeno está muy relacionado con los anteriores, ya que son procesos gravitacionales que ocurren como consecuencia de terremotos, lluvias torrenciales o erupciones volcánicas y que estarán facilitados lógicamente por las condiciones del suelo (Rodríguez-García et al., 2016). Aquí interviene por tanto el concepto de vulnerabilidad del terreno. A diferencia de los procesos anteriores que son muy rápidos, los movimientos de ladera que pueden generar deslizamientos pueden estar produciendo muy lentamente hasta observarse el desastre. Otra causa de deslizamientos es el retroceso de las costas debido a la erosión (Bardají y Lario, 2016), un fenómeno también muy fácilmente observable en Canarias. Por tanto, se decidió incluir este peligro en la adaptación, pero solo con intensidad 1.

Fig. 4. Nuevas cartas de adaptación diseñadas para Canarias.



- **Tsunamis:** Este peligro está asociado, mayoritariamente, a terremotos de gran magnitud con el epicentro en el océano. No obstante, también pueden generarse por actividad volcánica o por grandes deslizamientos de terreno (Lario y Bardají, 2016b). Canarias, enclavada en el interior de la placa Africana, por tanto, muy alejada de cualquier borde de subducción, tiene muy poco riesgo de sufrir un tsunami provocado por un movimiento sísmico de gran magnitud. Sin embargo, sí puede sufrir tsunamis generados por gigantescos deslizamientos del terreno que ocurren en las etapas de crecimiento juvenil de las islas (Carracedo et al., 2009). Ahora bien, la recurrencia en el tiempo de estos megadeslizamientos del terreno capaces de producir tsunamis es del orden de decenas a centenas de miles de años. Por todo ello, en el juego se optó por incluirlo solo con intensidad 1.

Finalmente, contextualizando el escenario del juego en la realidad energética de las Islas Canarias, se introdujeron dos cartas de adaptación empleando las nuevas tecnologías: una desaladora portátil y una depuradora natural (Fig. 4). La carta de la desaladora portátil servirá para que el jugador que la posea obtenga agua tras una catástrofe que haya dañado los pozos y los sistemas de desalación. Por otra parte, la carta de la depuradora natural proporciona al personaje una carta extra de agua y alimento con su salario. El jugador deberá señalar en el tablero dónde la coloca, decidiendo si desea que los vecinos de la zona puedan usarla también.

IMPLEMENTACIÓN EN 1º ESO

Se propone usar “Hazagora” en una situación de aprendizaje corta, de tres sesiones de duración, en las que intervienen 26 estudiantes. En la tabla I se resume el reparto de actividades en cada una de las sesiones que se detallan a continuación.

Primera sesión: Evaluación diagnóstica y presentación del juego

La intervención comienza con un cuestionario a modo de evaluación diagnóstica, que pretende determinar los conocimientos del alumnado en materia de fenómenos geológicos peligrosos. Dado que no se busca calificar, sino evaluar la fijación de conceptos antes y después de la intervención, las respuestas serán anónimas. Esto favorece que el alumnado se sienta más libre al contestar sin tener miedo a equivocarse. A continuación, se presentan de manera muy general los principales riesgos geológicos que existen y su incidencia en Canarias, para, una vez introducidos los conceptos que deben ser manejados, proceder a la presentación de *Hazagora*, explicando el objetivo, las reglas y el funcionamiento del juego. Ya que una sesión ordinaria de 50 minutos sería insuficiente para el montaje de la partida y su posterior desarrollo, se decidió asignar los elementos (casas, carreteras, salario, cartas especiales, etc.), para ya directamente en la siguiente sesión comenzar la partida. Aunque *Hazagora* está diseñado para ser jugado de manera individual o en parejas, para un grupo-

SESIÓN	TÍTULO	DURACIÓN	ACTIVIDADES
1	Evaluación diagnóstica y presentación del juego	10 min.	Cumplimentación de un cuestionario para realizar una evaluación diagnóstica
		25 min.	Introducción a los riesgos geológicos
		20 min.	Explicación del juego, reparto de personajes y colocación de infraestructuras
		5 min.	Entrega de fichas didácticas de los desastres geológicos implicados en <i>Hazagora</i>
2	Jugando a <i>Hazagora</i>	50 min.	Desarrollo de una partida de <i>Hazagora</i>
3	Aprendiendo a protegerse y evaluando el juego	15 min.	Explicación de conceptos clave
		10 min.	Explicación de medidas de protección antes, durante y después de un desastre natural
		15 min.	Diseño de un plan de evacuación del aula
		10 min	Cumplimentación de un cuestionario para realizar una evaluación del éxito pedagógico de <i>Hazagora</i>

clase grande deben organizarse equipos. El agrupamiento se hace al azar, promoviendo la colaboración entre compañeros/as que quizás no estén acostumbrados a trabajar juntos.

Por último, se hace entrega al alumnado de las fichas didácticas de los cinco fenómenos implicados en el juego que deberán leer para la siguiente sesión, ya que tienen que usar esos conocimientos para jugar a *Hazagora*.

Segunda sesión: Jugando a *Hazagora*

Como se indicó anteriormente, la versión original de *Hazagora* está pensada para edades de más de quince años (Mossoux *et al.*, 2016). Para su adaptación a alumnos de doce-trece años (1º de ESO) debe hacerse una revisión de los contenidos para adecuarlos a un lenguaje más sencillo. Teniendo en cuenta la edad y desarrollo cognitivo del estudiantado al que se va a involucrar, es recomendable realizar además algunos cambios que dinamicen el juego y lo hagan más ligero y atractivo para esta edad. Se agiliza la puesta en marcha del juego, ya que requería mucho tiempo (con reglas que varían para cada personaje y distintas actividades que se deben realizar dentro de una misma ronda). También se reducen los turnos para completar un año de vida en la isla.

Así, la sesión de 50 minutos permite la simulación de tres eventos geológicos distintos. Cada vez que ocurra uno de ellos, el alumnado tendrá que trabajar basándose en lo estudiado en las fichas didácticas entregadas en la sesión anterior, las cuales podrán emplear también como apoyo durante la partida. El/la docente interviene mediando en los debates que se generen y ayudando a aclarar y corregir conceptos cuando sea necesario. Se pretende que al finalizar la partida el alumnado haya aplicado sus conocimientos a episodios concretos y haya sido capaz de tomar decisiones razonadas, a la vez que divertirse aprendiendo de una manera diferente.

Tercera sesión: Aprendiendo a protegerse y evaluando el juego

En esta última sesión se abre un debate para determinar las diferencias entre conceptos muy relacionados y a menudo confusos como, por ejemplo: i) peligro y riesgo; ii) catástrofe y desastre; iii) peligrosidad, vulnerabilidad y exposición; iv) predicción, previsión, prevención y mitigación.

A continuación, se procede a concretar las medidas de protección a tomar antes, durante y después de cada desastre natural estudiado. Por último, se diseña un plan de evacuación del aula ante una catástrofe, indicando los aspectos más importantes a tener en cuenta.

Por último, se procede a la cumplimentación del mismo cuestionario empleado en la primera sesión, también de forma anónima, para valorar si la intervención ha mejorado el conocimiento del alumnado acerca de los riesgos geológicos. Comparando el nivel de respuestas de ambos cuestionarios puede realizarse una evaluación del éxito pedagógico de *Hazagora*.

En la experiencia llevada a cabo por la primera autora en un centro público de Enseñanza Secundaria en la isla de Gran Canaria (IES Joaquín Artilles, Agüimes) se observó una clara mejoría en el nivel de respuestas, especialmente en las preguntas de emparejamiento de concepto-imagen y en las de desarrollo (Fig. 5). Los peores resultados se observaron en las preguntas tipo test. Ahora bien, este tipo de preguntas pone en evidencia, más que el éxito o fracaso de la situación de aprendizaje diseñada con *Hazagora*, las marcadas carencias en estos primeros niveles de Secundaria de la comprensión lectora, como ya ha sido puesto de manifiesto, por ejemplo, en el informe PISA del año 2015, último informe del que se tienen los resultados de comprensión lectora y que colocaron a Canarias a la cola de España (INEE, 2016). Así, aunque las preguntas de este tipo son muy útiles cuando se tiene un número elevado de alumnos,

Tabla 1. Temporalización de las sesiones para 1º ESO.

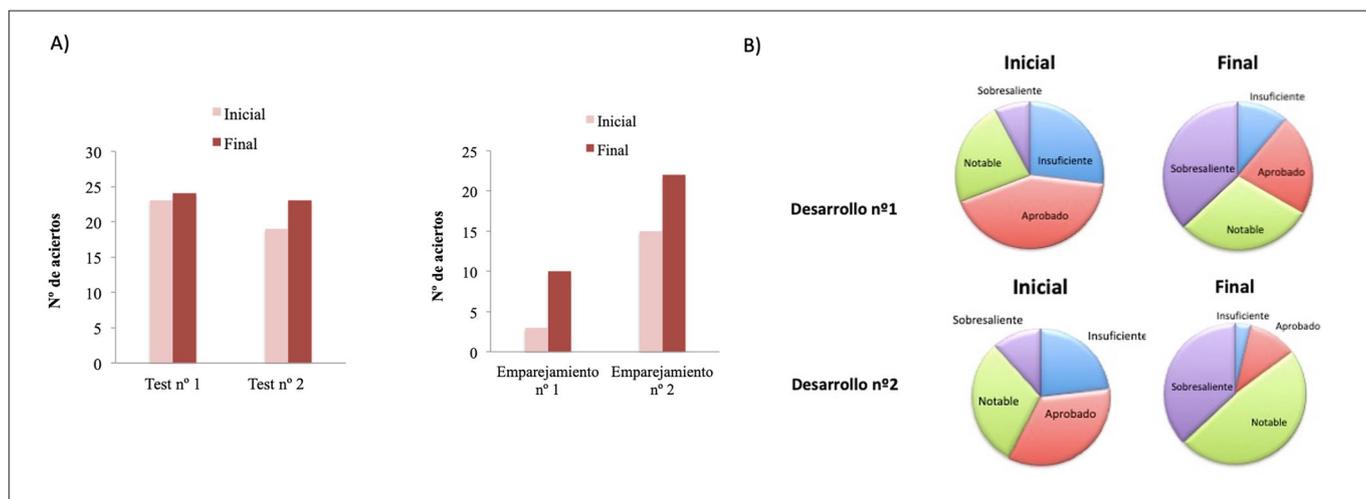


Fig 5. Resultados de los cuestionarios pasados a los alumnos de 1º de ESO del IES Joaquín Artilles (Agüimes, Gran Canaria). A) Cuestiones tipo test y de emparejamiento; B) Cuestiones de desarrollo (n=26).

hay que ser conscientes de sus limitaciones e intentar evitar o reducir su uso en estudiantes con un desarrollo cognitivo temprano.

PROPUESTA DE ADAPTACIÓN PARA 2º BACHILLERATO

Esta metodología basada en juego no es sólo aplicable para cursos bajos de la Enseñanza Secundaria, sino que puede ser contextualizada también para la antesala de la Educación Superior. Para 2º de Bachillerato se propone una situación de aprendizaje más extensa y con vocación calificadora, ya que uno de los bloques de aprendizaje del currículo, y muy importante en la Evaluación del Bachillerato para el Acceso a la Universidad (EBAU) es el correspondiente

a riesgos geológicos. La temporalización propuesta en este caso se muestra en la tabla II.

En este caso es el propio alumnado el que tendrá que trabajar los distintos riesgos geológicos de manera autónoma para luego poner en común lo aprendido con los/as compañeros/as. Se trabaja por tanto con una metodología de aprendizaje entre iguales en el que cada estudiante se convierte en experto/a en un riesgo geológico concreto, organizando la información que luego debe transmitir al resto del alumnado durante la partida de *Hazagora*. Así, cuando ocurra ese desastre, en lugar del docente será el estudiante que está trabajando ese riesgo el encargado de actuar como líder en la toma de decisiones. Además, el alumnado realizará un trabajo final que será co-evaluado por los compañeros/as mediante rúbrica, en la que se valorará el trabajo realizado por cada experto/a.

Tabla II. Temporalización de las sesiones para 2º de Bachillerato.

SESIÓN	TÍTULO	DURACIÓN	ACTIVIDADES
1	Evaluación diagnóstica e introducción a los riesgos geológicos	10 min.	Cumplimentación de un cuestionario para realizar una evaluación diagnóstica
		30 min.	Introducción a los riesgos geológicos
		10 min.	Explicación del trabajo a elaborar, asignación de temas y entrega de fichas didácticas
2	Buscando información	50 min	Comienzo de la preparación de trabajos
3	Profundizando en los riesgos geológicos y conociendo el juego	15 min.	Explicación de conceptos clave
		20 min.	Formación en medidas de protección antes, durante y después de un desastre natural
		15 min.	Explicación del juego y reparto de personajes
4	Jugando a <i>Hazagora</i>	50 min.	Desarrollo de una partida de <i>Hazagora</i>
5	Organizando información	50 min.	Preparación de las presentaciones
6	Aprendiendo de los compañeros/as y evaluando el juego	40 min.	Presentación de trabajos
		10 min	Cumplimentación de un cuestionario para realizar una evaluación del éxito pedagógico de <i>Hazagora</i>

Lamentablemente, esta propuesta no pudo ponerse en práctica, por lo que no podemos ofrecer datos concretos del grado de éxito pedagógico o no de la misma. No obstante, en las experiencias llevadas a cabo en las edades correspondientes al curso de 2º de Bachillerato español por los autores del juego original en Bélgica y África, pudieron constatar un muy destacable éxito (Mossoux *et al.*, 2016).

CONCLUSIONES

La Geología es una ciencia indispensable para comprender el mundo que nos rodea y sus transformaciones, así como para desarrollar una actitud responsable hacia los recursos y el medioambiente. Por eso, es necesario encontrar una metodología didáctica que sea capaz de transferir estos conocimientos al alumnado y, por ende, a la sociedad. La introducción de nuevas tendencias en didáctica, como por ejemplo las basadas en juegos, suponen una herramienta muy potente para lograr un aprendizaje significativo en un alumnado que, debido a los estímulos tecnológicos externos, ha perdido cierta capacidad de aprender a través de estrategias de enseñanza-aprendizaje convencionales.

La implementación del juego “Hazagora” permite que el estudiantado trabaje distintos conceptos relacionados con los riesgos naturales desde un punto de vista divertido y distendido. Las situaciones de aprendizaje propuestas para 1º de ESO y 2º de Bachillerato demuestran que, partiendo de unos principios y reglas comunes, *Hazagora* puede ser fácilmente adaptado a distintos niveles educativos, así como contextualizarse atendiendo a las características geológicas y sociales del lugar donde vaya a implementarse.

Por otro lado, “Hazagora” es un juego de roles que permite trabajar otros aspectos relacionados con la educación para la vida, practicando el llegar a acuerdos en comunidad y desarrollando sentimientos de solidaridad. La actividad también es útil para mostrar la importancia del método científico y para recalcar que la toma de decisiones siempre debe hacerse basándose en los datos aportados por expertos.

La implementación de “Hazagora” en aulas de Secundaria por primera vez en España ha resultado enriquecedora, tanto para alumnado como para profesorado, postulándose como un recurso didáctico muy valioso para aprender riesgos geológicos, medidas de prevención y mitigación e influencia antrópica en la magnitud de los desastres.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo es el resultado del trabajo de final de máster de la primera autora en el Máster Universitario de Formación del Profesorado de E.S.O. y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de idiomas de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Queremos agradecer al profesorado y alumnado del IES Joaquín Artiles (Gran Canaria) por permitirnos llevar esta propuesta al aula, así como a los dos revisores anónimos que han ayudado a mejorar sustancialmente la redacción de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Bachen, C.M., Hernández-Ramos, P., Raphael, C. y Waldron, A. (2016). How do presence, flow, and character identification affect players' empathy and interest in learning from a serious computer game? *Computers in Human Behavior*, 64, 77-87.

Bardají, T. y Lario, J. (2016). Riesgos costeros. En: *Introducción a los riesgos geológicos* (Coord: J. Lario y T. Bardají). Universidad Nacional de Educación a Distancia, 195-226.

Brusi, D. y Cornellà, P. (2020). Escape rooms y Breakouts en Geología. La experiencia de “Terra sísmica”. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 28.1, 74-88.

Carracedo, J.C. (2011). *Geología de Canarias I: Origen, evolución, edad y volcanismo. rigen y evolución del volcanismo de las Islas Canarias*. Ed. Rueda, 398 p.

Carracedo, J.C., Perez-Torrado, F.J., Paris, R. y Rodríguez Badiola, E. (2009). Megadeslizamientos en las Islas Canarias. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 17.1, 44-56.

Cornellà, P., Estebanell, M. y Brusi, D. (2020): Gamificación y aprendizaje basado en juegos. Consideraciones generales y algunos ejemplos para la Enseñanza de la Geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 28.1, 5-19.

Díez-Herrero, A. y García-Rodríguez, M. (2016). Riesgos por avenidas e inundaciones. En: *Introducción a los riesgos geológicos* (Coord: J. Lario y T. Bardají). Universidad Nacional de Educación a Distancia, 119-152.

Domingo, M. y Sequeiros, L. (1998). La extinción de la Geología en España: Alerta Roja. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 6(3), 206-210.

González, M. (2011). La gestión del riesgo sísmico: recursos didácticos en internet. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19.3, 356-362,

González, M., Calonge, A., Brusi, D. y Alfaro, P. (2014). ¡Prevenir las catástrofes! Simulando la gestión de los riesgos naturales. Concurso “Ciencia en Acción. Recuperado el 26/02/2021 <http://anteriores.cienciaenaccion.org/es/2002/experimento-399/prevenir-las-catstrofes-simulando-la-gestin-de-los-ries.html>

INEE (2016). Marcos teóricos PISA 2015. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. <http://www.mecd.gob.es/inee/publicaciones/estudios-internacionales.html>

i Peris, F.J.S. (2015). Gamificación. *Education in the Knowledge Society*, 16(2), 13-15.

Lario, J. y Bardají, T. (coordinadores) (2016a). *Introducción a los riesgos geológicos*. Universidad Nacional de Educación a Distancia, 313 p.

Lario, J. y Bardají, T. (2016b). Tsunamis. En: *Introducción a los riesgos geológicos* (Coord: J. Lario y T. Bardají). Universidad Nacional de Educación a Distancia, 227-244.

MacPherson-Krutzky, C. (2016) *HazardReady - a geographically based natural hazard education and preparedness web application* (Trabajo Fin de Máster). University of Montana, Missoula, Montana.

Marín, V. (2015). La Gamificación educativa. Una alternativa para la enseñanza creativa. *Digital Education Review*, 27. Recuperado el 17/04/2019. <http://greav.ub.edu/der>

Mossoux, S., Delcamp, A., Poppe, S., Michellier, C., Canters, F. y Kervyn, M. (2016). Hazagora: will you survive the next disaster?—A serious game to raise awareness about geohazards and disaster risk reduction. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 16(1), 135-147.

Pedrinaci, E. (2012). Alfabetización en Ciencias de la Tierra, una propuesta necesaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 20.2, 133-140.

Pedrinaci, E., Alcalde, S., Alfaro, P., Almodóvar, G.R., Barrera, J.L., Belmonte, Á., Brusi, D., Calonge, A., Cardona, V., Crespo-Blanc, A., Feixas, J.C., Fernández-Martínez, E.M., González-Díez, A., Jiménez-Millán, J., López-Ruiz, J., Mata-Perelló, J.M., Pascual, J.A., Quintanilla, L., Rábano, I., Rebollo, L., Rodrigo, A. y Roquero, E. (2013). Alfabetización en Ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21.2, 117-129.

Perez-Torrado, F.J., Carracedo, J.C., Rodríguez-Gonzalez, A., Soler, V., Troll, V.R. y Wiesmaier, S. (2012): La erupción submarina de La Restinga en la isla de El Hierro, Canarias: Octubre 2011-marzo 2012. *Estudios Geológicos*, 68(1), 5-27.

Rebolledo-Mendez, G., Avramides, K., de Freitas, S. y Memarzia, K. (2009). Societal impact of a serious game on raising public awareness: the case of FloodSim. En *ACM SIGGRAPH Symposium on Video Games* (pp. 15-22). New Orleans, Louisiana, USA.

Rodríguez-García, A., García-Meléndez, E. y Menéndez-Duarte, R. (2016). Movimientos de ladera. En: *Introducción a los riesgos geológicos* (Coord: J. Lario y T. Bardají). Universidad Nacional de Educación a Distancia, 153-193.

Rodríguez-Oroz, D., Gómez-Espina, R., Pérez, M. J. B. y Truyol, M. E. (2019). Aprendizaje basado en un proyecto de gamificación: vinculando la educación universitaria con la

divulgación de la geomorfología de Chile. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2202-2202.

Solinska, A., Magnuszewski, P., Curl, M., French, A., Keating, A., Mochizuki, J., Liu, W., Mechler, R., Kulakowska, M. y Jarzabek, L. (2018). An overview of serious games for disaster risk management—prospects and limitations for informing actions to arrest increasing risk. *International journal of disaster risk reduction*, 31, 1013-1029.

Taillandier, F. y Adam, C. (2018). Games ready to use: A serious game for teaching natural risk management. *Simulation and Gaming*, 49(4), 441-470.

Tarquini, S., Vitturi, M. D. M., Jensen, E., Pedersen, G., Barsotti, S., Coppola, D. y Pfeffer, M. A. (2018). Modeling lava flow propagation over a flat landscape by using MrLavaLoba: the case of the 2014-2015 eruption at Holuhraun, Iceland. *Annals of Geophysics*, 61, 28.

Yanagawa, Y., Takeuchi, I., Jitsuiki, K., Yoshizawa, T., Ishikawa, K., Omori, K., Osaka, K., Sato, H., Mitsuhashi, N., Mihara J. y Ono K. (2016). Disaster Imagination Game at Izunokuni City for preparedness for a Huge Nankai Trough Earthquake, *Scholars Journal of Applied Medical Sciences*. 4 (6D) 2129-2132. ■

Este artículo fue recibido el día 31 de mayo y aceptado definitivamente para su publicación el 19 de septiembre de 2020.