

iAlerta, las abejas desaparecen! Investigando el polen en el laboratorio usando gamificación

*Warning, bees are disappearing!
Investigating pollen in the laboratory using gamification*

**M^a DOLORES LÓPEZ CARRILLO¹, AMELIA CALONGE GARCÍA¹, M^a JOSÉ GIL GARCÍA¹
Y M^a BLANCA RUIZ ZAPATA¹**

¹ Departamento de Geología, Geografía y Medio Ambiente. Edificio de Ciencias-Biología. Campus Universitario. Ctra. Madrid-Barcelona, Km. 33,600. Alcalá de Henares (Madrid). mariadolores.lopez@uah.es, a.calonge@uah.es, mjose.gil@uah.es, blanca.ruiz@uah.es.

Resumen Se propone convertir el proceso de enseñanza-aprendizaje en un juego que combine retos y diversión y que motive al alumnado, al mismo tiempo que favorece la adquisición de hábitos de estudio y propicia aprendizajes significativos. En esta línea, se presenta un ejemplo de las prácticas de laboratorio de la asignatura de Didáctica de las Ciencias para maestros en el Grado de Magisterio de Educación Primaria. La experiencia se ha desarrollado dentro del marco de un proyecto de innovación docente concedido por la Universidad de Alcalá (UAH/EV969 y UAH/EV985) para gamificar prácticas de laboratorio. El principal objetivo de este proyecto consiste en eliminar los prejuicios negativos, miedos o rechazos, que las asignaturas científicas suelen generar entre los estudiantes de Magisterio, a través de metodologías y técnicas lúdicas como es el caso de la gamificación, donde se conjuga el rigor científico, con el didáctico y la motivación que aporta lo lúdico. El primer paso realizado ha sido un estudio previo de los jugadores, con el fin de adaptar adecuadamente a las motivaciones reales de los alumnos las dinámicas lúdicas de la práctica gamificada. Los objetivos de la práctica han sido por un lado, conocer la metodología de gamificación aplicada a la enseñanza, y por otro, aprender a diseñar un “mini-proyecto” de investigación del polen y la polinización a través de esta técnica. Para ello se han introducido diferentes elementos gamificadores en una práctica de laboratorio, que han hecho posible que el alumno conozca cuál es su objetivo en cada uno de los niveles y misiones que se proponen, así como el desarrollo de determinadas competencias. Además, se ha comprobado cómo el uso de insignias, puntos y la evolución del avatar asignado queda reflejado en el grado de motivación y compromiso con el proceso de aprendizaje.

Palabras clave: Aprendizaje basado en juego, competencia científica, Magisterio Educación Primaria, polen, prácticas de laboratorio.

Abstract *This paper deals with the laboratory practices of the subject of Science Teaching for teachers in the Primary School Teaching Degree. The experience has been developed within the framework of a teaching innovation project granted by the University of Alcalá (UAH /EV969 and UAH /EV985) to gamify laboratory practices. The main objective of this project is to eliminate negative prejudices, fears or rejections, which scientific subjects usually generate among School Teaching students, through playful techniques and methodologies such as Gamification. It is proposed to convert the teaching-learning process into a game that combines challenges and fun and that motivates students while promoting the acquisition of study habits and fosters significant learning. The subject where gamification has been applied belongs to the Curriculum of the Teaching Degree in Primary Education. The aim of the practice was, first of all, to learn about the gamification methodology applied to education and, on the other hand, to learn to design a “mini-project” for pollen and pollination research using this technique. For this purpose, different gamifying elements were introduced in a laboratory practice that made possible for the student to know what their objective was in each of the proposed levels and missions, as well as the development of certain skills. In this way, they were motivated and committed to what they were learning through the use of badges, points and the evolution of the assigned avatar.*

Keywords: *game-based learning, laboratory practices, pollen, Primary School Teaching, scientific competence.*

INTRODUCCIÓN

Enseñar a enseñar contenidos curriculares vinculados con las Ciencias tradicionales (biología, geología, física y química) debe partir del interés y la experiencia (conocimientos previos) de los estudiantes, desarrollar nuevos conocimientos sobre lo que estos ya saben y presentar experiencias motivadoras para las prácticas científicas (Osborne y Dillon, 2008; Högström, Ottander y Benckert, 2010; y Harlem *et al.*, 2010). En este trabajo se describe cómo combinar las ciencias con la didáctica y con la diversión en la formación de Maestros utilizando la gamificación.

Esta propuesta, en la que se trabaja el concepto de polen y otros conceptos relacionados con la polinización, está destinada al tercer curso de Magisterio en Educación Primaria de la Universidad de Alcalá (UAH). La gamificación es una herramienta que actualmente se usa en pedagogía, y que consiste en emplear la psicología del juego, sus mecánicas y dinámicas, en entornos no lúdicos tales como un aula o un laboratorio. Esta herramienta contribuye a la solución de problemas a través de la innovación, la creatividad, el pensamiento crítico, la comunicación adecuada, la colaboración y los nuevos conocimientos.

En cualquier aula, incluidas las de la Facultad de Educación en las que se pretende implementar una técnica lúdica, es necesario considerar los estudiantes a los que va dirigido el aprendizaje, así como realizar un estudio previo profundo de los contenidos y elementos para crear ese contenido gamificado. Se ha elegido esta técnica porque, en lugar de plantear un juego, realmente se pretende transformar una práctica de laboratorio con elementos que puedan motivar a los alumnos a desarrollarla. Por lo tanto, se utiliza como punto de partida los contenidos de la práctica sobre palinología-polinización para crear un contenido transformado, es decir un contenido estructurado con mecánicas y dinámicas propias del juego. Los alumnos deben aprender a partir del desarrollo de la práctica, dentro de la dinámica establecida para ello.

Contexto

En la Facultad de Educación de la UAH, se imparten dos grados que contemplan la formación de maestros de Educación Infantil y de Educación Primaria, ambos de cuatro cursos estructurados en dos cuatrimestres cada uno. En el grado de Educación Infantil sólo hay una asignatura de carácter científico didáctico de 8 créditos que se reparten entre las materias biología, geología, física y química. En el grado de Educación Primaria hay dos asignaturas de carácter científico en segundo curso (una de física-química y otra de biología-geología) y sólo una de carácter científico didáctico en tercero que se imparte por profesorado de biología, geología, física y química. Por lo que, teniendo esto en cuenta, el proyecto contempló la gamificación de un total de 4 prácticas, siendo el objeto de este artículo la práctica de palinología.

La posibilidad de trabajar en grupo y el desempeño de un rol dentro de este, la cumplimentación de un guion estructurado y pautado, y la posibilidad

de manipular y experimentar son las características principales que esta práctica gamificada ofrece para la creación de un escenario educativo significativo.

La primera pregunta que se plantea es: ¿Para qué y qué gamificar? Nos encontramos en un contexto donde por un lado queremos conseguir un aprendizaje científico significativo (César Coll, 1988), pero por otro la mayoría de nuestros estudiantes acceden a los Grados de Magisterio (en la Facultad de Educación de la UAH) desde las especialidades de humanidades del bachillerato, y son pocos los que han cursado ciencias, por lo que llegan con una gran falta de motivación y conocimiento. Se trata de estudiantes cuya formación científica culminó en 3º de ESO, desvinculándose de ellas por creerlas complejas y difíciles debido a que no las comprenden. En síntesis, se trata de que los estudiantes construyan su conocimiento de forma progresiva sobre unos pilares correctos y adquieran valores personales y profesionales al tiempo que desarrollan nuevas maneras de pensar y trabajar, esenciales para su futuro profesional.

ESTUDIANDO POLEN EN EDUCACIÓN PRIMARIA

Según en el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria, el Bloque 3 se refiere a “Los seres vivos”. En este bloque se establecen los contenidos sobre las Plantas, y los procesos vitales asociados a estas, en 5º de Educación Primaria. Y en 6º se amplía al concepto de Ecosistema y la importancia de los elementos y procesos que intervienen en estos. Desde 2º y 3º de Educación Primaria se estudia, con diferente nivel de complejidad, la reproducción de plantas y ya en 3º se habla de las abejas (como elementos polinizadores), la polinización, la producción de miel y las flores.

Estos son elementos de la naturaleza que por su atracción, vistosidad y cercanía al mundo que rodea a los niños se estudia desde la Educación Infantil. Un tema que además es de actualidad debido al creciente problema asociado a la desaparición de las abejas con su desencadenante que es la desaparición de ecosistemas.

Una de las prácticas propuestas en la asignatura de Didáctica de las Ciencias Naturales de tercer curso de Magisterio de Educación Primaria es sobre Palinología. Se trata de un tema sugerente, ya que permite trabajar con los alumnos contenidos científicos (las abejas, la miel, el polen, polinización,...) que posteriormente podrán trasladar a sus alumnos de Educación Primaria cuando estén ejerciendo la profesión docente.

El objetivo principal de esta práctica no es tanto el reconocimiento exhaustivo de los pólenes en estudio y su clasificación mediante clave dicotómica, sino aprender a diferenciar dentro de una preparación de polen, entre el polen y cualquier otro elemento presente, intentando visualizar a nivel morfológico, formas, tamaños, ornamentación,... Además, es relevante que mediante el estudio de trabajos, artículos y noticias sean conscientes de la importancia que el polen, las plantas, la polinización y la miel ejercen sobre la humanidad y su desarrollo en la

PRÁCTICA DE PALINOLOGÍA SIN GAMIFICAR	PRÁCTICA DE PALINOLOGÍA GAMIFICADA	ELEMENTOS INTRODUCIDOS
Creación de grupos aleatorios de prácticas	Estudio de jugadores y creación de grupos colaborativos	Google Forms para el estudio de jugadores
Explicación del guion de la práctica	Explicación del juego y sus reglas	Tablero y avatares
Preparación de muestras de polen	Creación de los roles del grupo colaborativo y comienzo del juego	Roles e historia, caracterización de personajes
Observación al microscopio de las muestras de polen	Resolución de pruebas y superación de niveles	Niveles, insignias, pruebas y puntos
Identificación de polen mediante clave dicotómica	Preparación de materiales para las pruebas (pistas, puzles...)	Materiales lúdicos a partir de elementos propios de la práctica
Cumplimentación del guion de la práctica	Cumplimentación del guion de la práctica	Guion de la práctica y leaderboard
Resolución del test final y entrega del guion de la práctica	Autoevaluación mediante Kahoot	Kahoot y Google Forms para el feedback

Tabla 1. Tabla de comparación de elementos y fases en las prácticas de palinología, sin gamificar y gamificada.

Tierra. Se considera una práctica muy completa para la Educación Primaria y se ha estructurado en dos partes. En la primera se estudian ejemplares vegetales, polen, insectos y el proceso de polinización a través de instrumental, claves dicotómicas y manejo de herramientas como microscopios (propios de un laboratorio de ciencias, y por lo tanto adquieren y desarrollan destrezas de trabajo científico). Y una segunda parte en la que se abordan los elementos esenciales para gamificar contenidos y desarrollar competencias del saber, saber hacer y saber ser. En síntesis, el desarrollo de la práctica a través de esta técnica pretende que los estudiantes de Magisterio aprecien cómo un contenido basado en destrezas y habilidades científicas se puede orientar de manera lúdica para trabajar con los alumnos de esta etapa educativa. Ver tabla 1 donde se establece una síntesis y comparación entre los elementos de la práctica habitual y la gamificada.

De la propuesta de trabajo de Ruiz Zapata *et al.* (2008), se ha utilizado para la observación a microscopio la clave de identificación incluida en la tabla 1 de aquel trabajo (por ser una clave sencilla para alumnos de grado de Magisterio) y la figura 3 de aquel trabajo que es una clave fotográfica de identificación de los principales tipos polínicos. Este tipo de material científico se ha modificado, convirtiéndolo en un puzle, cuyas fichas tenían que conseguirse a través de un juego de pistas y búsqueda del tesoro, de manera que sólo superando estas pruebas se podía construir la clave dicotómica para realizar la siguiente prueba, basada en el estudio e identificación del polen.

Las muestras que se han usado en laboratorio para la observación a través del microscopio se han obtenido de polen comercial, mediante un proceso sencillo de extracción y preparación de muestras (fácil de realizar por cualquier profesor de Educación Primaria).

Los objetivos de la práctica están centrados más en resaltar la importancia del polen, el proceso de polinización y los elementos polinizadores que actúan en los ecosistemas (contenidos de las pistas a superar) que en la identificación del propio polen (prueba siguiente que solo se puede realizar si se superaba la anterior).

ESTUDIO DE LOS JUGADORES Y DISEÑO DE LA PRÁCTICA

Como ya se ha comentado anteriormente, los estudiantes que llegan a la facultad suelen estar muy desmotivados en relación con las ciencias. Se trata de una generación que ha nacido en la era tecnológica y demanda un feedback inmediato. Suelen asistir a clase de forma rutinaria, sin ánimo de aprender... Con el fin de cambiar esta actitud y rechazo a la ciencia se plantea una segunda pregunta: ¿es necesaria la motivación para aprender? (Steinman, Bosch y Aiassa (2013). En aras de mejorar este aspecto y encontrar estudiantes que quieran aprender ciencias para que a su vez enseñen ciencias, se plantea la presente propuesta. Así, esta técnica presenta una vertiente que trabaja la motivación del estudiante, como dijo Kim (2015): *la gamificación es una herramienta muy eficaz que ayuda a captar la atención del alumno, a motivarlo, lo compromete con una misión e incluso puede llegar a influenciar en su comportamiento.*

Y aunque inicialmente, la gamificación trabaja la motivación extrínseca debido al sistema de bonificaciones que tiene asociado, se ha comprobado que el interés por los premios decae en el tiempo, aumentando entonces la necesidad de avanzar en el reto y conseguir terminar la práctica, por lo que se hace necesario trabajar el aspecto de la motivación para que el resultado sea óptimo (López Carrillo *et al.*, 2019). Enganchar al estudiante, y mantener su interés para terminar adecuadamente.

Después de establecer los beneficios que la gamificación puede aportar y conociendo el contexto de aplicación se hace necesario identificar las claves para crear contenidos gamificados. Las bases lúdico-pedagógicas que estructuran el contenido gamificado de esta práctica se basan en dos fases:

1. Para la *estructura del juego y sus elementos se han seguido* los pasos establecidos por Werbach y Hunter (2012).
2. Para *determinar el tipo de jugador y sus motivaciones* se ha establecido como base la taxonomía de Bartle (1996) y los trabajos de Sailer *et al.* (2013).

Tabla II. Tabla de comparación de elementos y fases para programar una actividad de laboratorio y un contenido gamificado.

ELEMENTOS BÁSICOS DE LA PROGRAMACIÓN DE UNA PRACTICA DE LABORATORIO	PASOS DE WERBACH Y HUNTER (2012) PARA IMPLEMENTAR LA GAMIFICACION
Objetivos	Definir objetivos
Contenidos	Establecer los comportamientos objetivo
Organización (grupos de alumnos)	Describir a los jugadores
Recursos, materiales e instrumental a utilizar	Definir las herramientas y recursos para el juego
Desarrollo y procedimiento de la práctica	Establecer los ciclos de actividad
Resultados y conclusiones	Divertirse

Al final se debe determinar que el resultado ha sido el adecuado a las necesidades planteadas.

Estudiando a Werbach y Hunter (2012), se comprueba que parte de los pasos que ellos proponen para gamificar coinciden con los elementos básicos que estructuran una programación didáctica, y en concreto una programación práctica (Tabla II).

Por lo que definiendo bien esto se puede crear fácilmente lo que se quiere gamificar. Siendo, entonces, los ciclos de actividad que hacen referencia a las dinámicas que se ejecutan, los que establecen la diferencia. Además, el paso número tres (Werbach y Hunter, 2012) deja claro que se debe realizar un estudio concreto de los jugadores, para saber las necesidades motivacionales de los mismos.

Para poder estudiar mecanismos de motivación y diseñar una práctica gamificada adecuada, se toman los estudios de Bartle en 1996 como punto de partida. En estos Bartle propuso cuatro tipos de jugadores en base a sus intereses dentro del juego: y que son los siguientes:

- ✓ Killer o asesinos: interesados en ganar cueste lo que cueste (altamente competitivos).
- ✓ Achiever, recolectores o triunfadores: interesados en obtener puntos y recompensas resolviendo retos.
- ✓ Socializer o socializador: interesados en las interacciones, alianzas y en otros jugadores.
- ✓ Explorer o exploradores: interesados en las dinámicas del juego y en cómo superarlas.

Teniendo en cuenta lo anterior, y para estudiar las motivaciones asociadas al tipo de jugador, Sailer, Hense, Mandl y Klevers (2013) muestran en su estudio teórico cómo los componentes de la gamificación pueden ser una motivación asociada al tipo de jugador al que se dirige el juego. Así existen distintos elementos y componentes de los juegos que pueden motivar a los distintos tipos de jugadores:

- ✓ Tablas de clasificación e insignias (Killer).
- ✓ Puntos y recompensas (Achiever).
- ✓ Misiones e insignias (Killer, Achiever).
- ✓ Retos, historia y avatares (Explorer).
- ✓ Historias significativas, suposiciones (Socializer).
- ✓ Desafíos, historias significativas y el sentimiento de pertenencia a un grupo (Explorer, Socializer).

Teniendo todo esto en cuenta, se han agrupado a los estudiantes en equipos de 3 o 4 personas. El primer paso ha consistido en analizar los estudian-

tes que realizan la práctica gamificada buscando la posibilidad de crear grupos de trabajo colaborativos. Este estudio se ha realizado mediante formularios de Google que han permitido obtener los datos necesarios sobre los jugadores, y también el feedback sobre el desarrollo de la práctica.

La decisión de trabajar de forma grupal y colaborativa (el trabajo cooperativo favorece el individualismo) obedece al hecho de que promueve la participación de los miembros del equipo durante todas las tareas, la transferencia intelectual y la construcción conjunta del aprendizaje de tal forma que cada grupo organiza las tareas de manera que el grupo consiga su objetivo. También implica la realización de trabajo individual, correspondiente a la contribución particular de cada estudiante para con su grupo de trabajo, ejercitando una actitud de responsabilidad ante la realización de la práctica.

Durante el año académico 2017/18 se aplicó una única prueba, mientras que para el curso 2018/19 se extendió a dos formularios para obtener datos más significativos: una prueba previa y una posterior. En el curso 2018/19, el formulario inicial ha facilitado la recopilación de datos sobre el tipo de jugador y el nivel de conocimiento antes de la prueba. El formulario final ha permitido verificar la asimilación de los conocimientos y competencias específicos, pudiendo mostrar el progreso en el aprendizaje y, por tanto, mostrar la efectividad del mismo (García-Tormo, 2018).

La práctica se ha desarrollado durante dos cursos, en el curso 2017/18, con un total de 150 estudiantes ($n = 150$) y 183 estudiantes ($n = 183$) en el curso 2018/19. Como ya se ha mencionado, todos los alumnos pertenecían al tercer curso del Grado de Magisterio en Educación Primaria. En su mayoría son estudiantes de 20 años que se están preparando para convertirse en maestros de Educación Primaria. La práctica de laboratorio que se ha gamificado pertenece a una asignatura dedicada a la enseñanza de la ciencia. En esta materia, los estudiantes deben aprender no solo las competencias científicas esenciales (que cualquier profesor debe saber), sino también las diferentes herramientas y métodos para su enseñanza, incluidos los más innovadores y tecnológicos.

Una vez que se ha determinado el interés que esta práctica puede causar en nuestros estudiantes, se define el tipo de jugadores que podríamos tener (figura 1). Esto es importante ya que tiene influencia en la motivación, porque la práctica a desarrollar se trabaja en grupos de laboratorio colaborativos, con estudiantes de diferentes personalidades e intereses.



Fig. 1. Gráfico con los resultados del tipo de jugador.

Teniendo en cuenta estos resultados (Fig. 1), un grupo que contenga un jugador de cada tipo sería un grupo equilibrado. Además, se estima que, dado que esta práctica no se centra en la competitividad sino en la resolución de pruebas, un gran número de jugadores Achiever y Explorer frente a Killer y Socializer produciría un mejor desarrollo de la práctica de laboratorio.

En el curso 2017/18, después de administrar el cuestionario sobre el tipo de jugador que les gustaría ser a los estudiantes, hubo un alto porcentaje de jugadores de Achiever y Explorer (34% y 27%). Estos datos indican que hubo una mayoría no competitiva o una mayoría más interesada en acumular puntos.

En 2018/19, una parte de la prueba preliminar tiene como objetivo definir el tipo de jugadores para formar los equipos de trabajo. Después de que se analizaran los resultados de la prueba preliminar, se puede concluir que los grupos de 4 estudiantes deben trabajar de manera efectiva, ya que encontramos más estudiantes categorizados como Socializer (34%) y Achiever (21%) contra los estudiantes categorizados como Killer (25%). También es importante el número de estudiantes categorizados como Explorer (17%), ya que ayudan a organizar el equipo y coordinar la resolución de cada prueba, así como a cumplir con las reglas del juego.

IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

La práctica contempla tres niveles, dos pruebas por nivel excepto el último que solo contemplaba una y tres puntos por prueba o misión; en total 15 puntos (Fig. 2). La duración de esta práctica fue de dos horas, pero podría ampliarse a tres horas si se incluyen algunas mejoras propuestas.

El **primer nivel** contempla una parte de *investigación a partir de un supuesto*, esta investigación a partir de lecturas de artículos y noticias de carácter científico deben llevar a superar un *juego de pistas* con los conocimientos adquiridos en los textos consultados *sobre polinización, desaparición de abejas, modificación de ecosistemas, importancia del polen...*

En este nivel podemos introducir además posibles mejoras y modificaciones con carácter pos-

terior, se propone hacer un especial énfasis en la modificación de los ecosistemas. Se trata de una ampliación de las propuestas anteriores, en la que se incluye la intervención de otras disciplinas. De este modo, se amplía el marco colaborativo, al tiempo que se pone de manifiesto la interrelación entre diversas ciencias. En este “un paso más allá”, se propone abordar, además de lo anterior, la modificación de los paleoecosistemas, bajo una doble perspectiva: a) el cambio debido a causas naturales, fundamentalmente el clima, y la adaptación el hombre a un clima cambiante; b) el efecto del hombre en los usos del territorio.

Lo cual implica una introducción básica a la Paleontología (fossilización), a la Paleontología (el entorno de diversas especies del género *Homo*) y a la Arqueología (modo de vida y utensilios).

Una vez superado este nivel se les entrega **una insignia** y se conceden los **puntos** según el tiempo y la calidad de las pruebas realizadas, además se obtienen las piezas de un puzzle (a modo de recompensa) que, al formarlo, les lleva a una clave dicotómica para identificar polen a nivel básico mediante el microscopio.

El **segundo nivel** consiste en una serie de pruebas, basadas en primer lugar en el uso de instrumental de observación como microscopios, y , en segundo lugar, en el uso de claves dicotómicas para la identificación a nivel básico del polen observado. Esta parte se puede mejorar y ampliar mediante plantillas preparadas. De este modo, por la mezcla de pólenes, es posible establecer cuál es la relación entre árboles y no árboles, así como la naturaleza de sus componentes, la identificación de diversos tipos de paisajes vegetales y sus implicaciones climáticas/antrópicas (Fig.3). En tercer lugar, proporcionar una secuencia temporal de dichas muestras, asociadas a la presencia básicamente del género *Homo* y de sus utensilios básicos (Fig.4).

Fig. 2. Organización del juego.

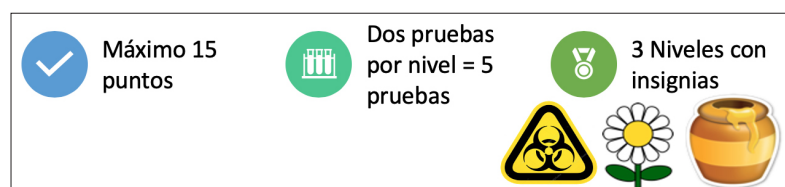


Fig. 3. Asociación de granos de polen según parámetros climáticos, relación taxones arbóreos y no arbóreos, y su representación en los gráficos.

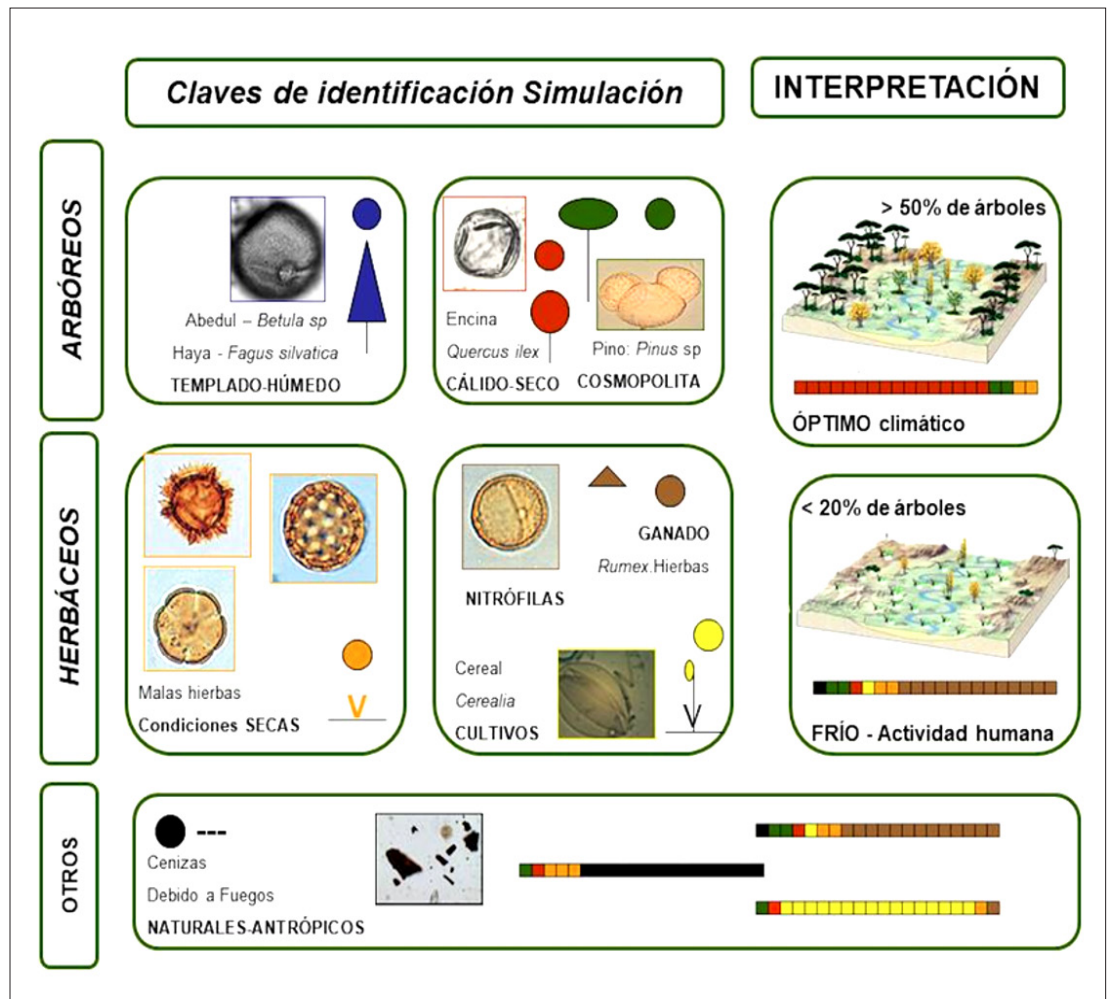
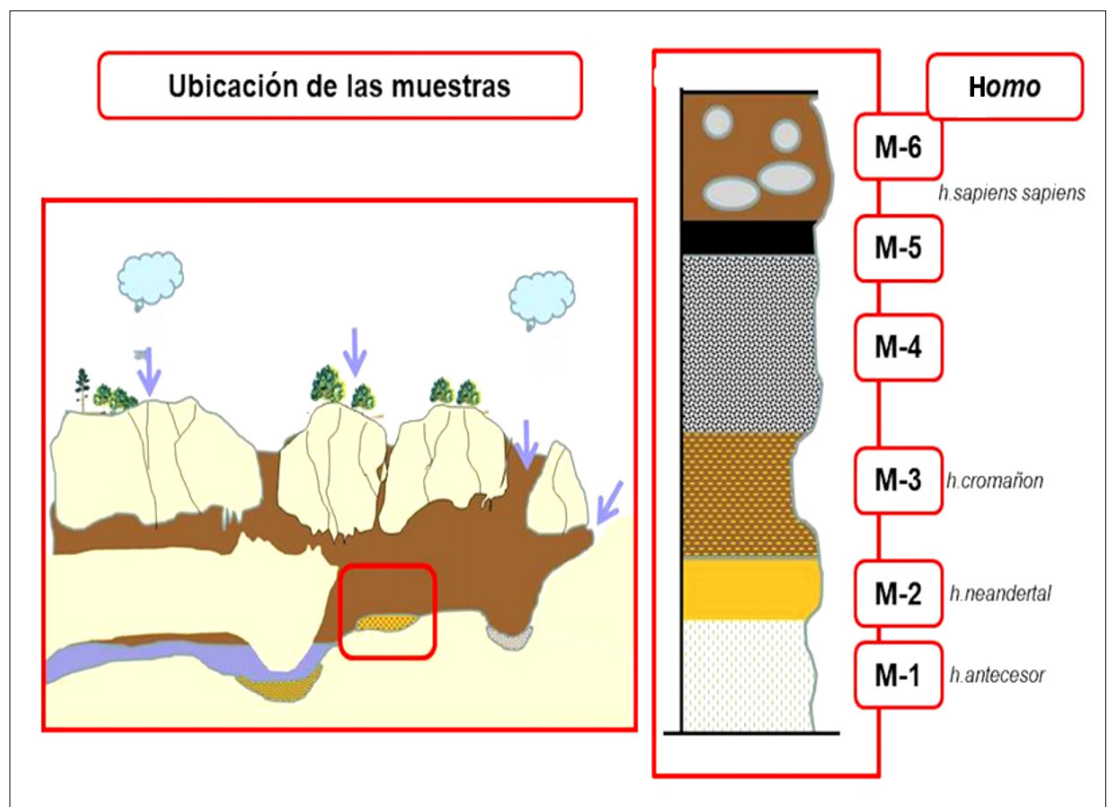


Fig. 4. Secuencia temporal asociada a la presencia del género Homo.



Finalmente, **la última misión** es una *misión evaluativa de toda la práctica* que se realiza con todos los grupos a la vez, e implica el uso de una aplicación como Kahoot (una misión mucho más competitiva, donde los jugadores Killer pueden sentirse más cómodos). En este nivel se propone, teniendo en cuenta la ampliación del nivel anterior, llevar a cabo la resolución, por cada equipo, manteniendo el orden temporal, de la muestra/muestras correspondientes.

Así, la práctica contempla insignias y tableros para los jugadores Killer (es decir más interesados en la competición). Hasta 15 puntos, tres por cada misión para los jugadores Achiever (o recolectores de puntos), 5 misiones y un avatar por equipo para los Explorer (enfocados en la operación del juego, Fig. 5). Y un supuesto en una historia a resolver para los Socializer (interesados en la relación entre grupos y dentro del grupo). Para que los alumnos tengan ese feedback inmediato se usaron aplicaciones como Classdojo o Kahoot, implicando también el uso de tecnología dentro del laboratorio.

RESULTADOS DE LA PRÁCTICA GAMIFICADA: ¡Alerta, las abejas desaparecen!

Dado el carácter científico del supuesto de partida que propone un reto a resolver: “Las abejas están desapareciendo y las pocas que quedan no se acuerdan de cómo deben realizar su trabajo...” y la técnica adoptada para el desarrollo de la práctica, se desencadenan una gran variedad de situaciones que contribuyen al desarrollo de numerosas competencias. Así, se trabajan tanto la competencia científica como otras competencias tales como “aprender a aprender”, o la competencia social traducida en trabajo colaborativo e interacción con otros (Fig. 6). Asimismo, el trabajo colaborativo favorece las competencias sociales y cívicas (respeto de las normas, actitudes de respeto entre los estudiantes, resolución de conflictos, etc.); la competencia lingüística es protagonista en la búsqueda de información, en el resumen de ideas principales, en el uso del vocabulario adecuado, en las discusiones y explicaciones que surgen entre los estudiantes y en la cumplimentación del guion propuesto. Otras competencias como la búsqueda de información (uso de TICs), sentido de iniciativa y el espíritu emprendedor se abordan de forma mas colateral.

Los resultados de la práctica deben ir reflejados en una hoja de respuestas que a su vez está incluida en la aplicación Classdojo (permitiendo un feedback casi inmediato). La hoja de respuestas incluye la sujeción de 3 niveles, con un total de 5 misiones, que se llevan a cabo en una sola sesión de laboratorio que dura 2 horas (ampliable a tres si se añaden las mejoras propuestas, por ejemplo, para aumentar la complejidad).

El diseño de la Hoja de respuestas incluye los siguientes epígrafes:

- Nivel 1: ¿Quién o qué está matando a la población de abejas?



Misión 1: ¡Alerta, las abejas desaparecen! (lectura de artículos y noticias de contenido científico sobre el problema de la desaparición de las abejas).

- <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2019/05/que-pasaria-si-desaparecen-las-abejas>
- <https://www.andaluciaecologica.com/la-desaparicion-las-abejas/>

Misión 2: Búsqueda del tesoro (juego de pistas y análisis e implementación de la información consultada en los artículos y noticias de contenido científico). En este caso, los estudiantes deben responder preguntas sobre lo que han leído para encontrar la siguiente pista).

- Nivel 2: Importancia de las abejas para la Tierra.
- Misión 3: Polinización y polen (uso del microscopio, observación de preparaciones de polen y uso de claves de identificación de polen).
- Misión 4: Plantas de miel y miel (Determinación de plantas de miel usando claves dicotómicas). Otra opción si la época no permite usar plantas sería el trabajo de diferenciación anatómica entre una abeja y una avispa.

- Nivel 3: superar este nivel y, por lo tanto, completar la misión única implica la resolución satisfactoria de una serie de preguntas sobre lo que se ha hecho:
- Misión 5: Mini-Trivial Kahoot (autoevaluación de la práctica y finalización de la misma).

Así, la hoja de respuestas está organizada también por niveles y misiones de forma que los alumnos saben en qué momento se encuentran respecto al transito del juego-práctica (Fig. 7).

Además, se ha hecho evidente que el interés por las diferentes partes de la práctica está muy repartido (debido esencialmente al estudio de jugadores y el interés de incluir elementos que motiven a todos los participantes), pero destaca el juego de pistas que implica más movimiento y coordinación dentro del laboratorio, frente al supuesto e historia

Fig. 5. Elementos para la gamificación de la práctica. Lecturas, hoja de respuestas, puntos, insignias, avatares, clave dicotómica (puzzle), preparaciones de polen.

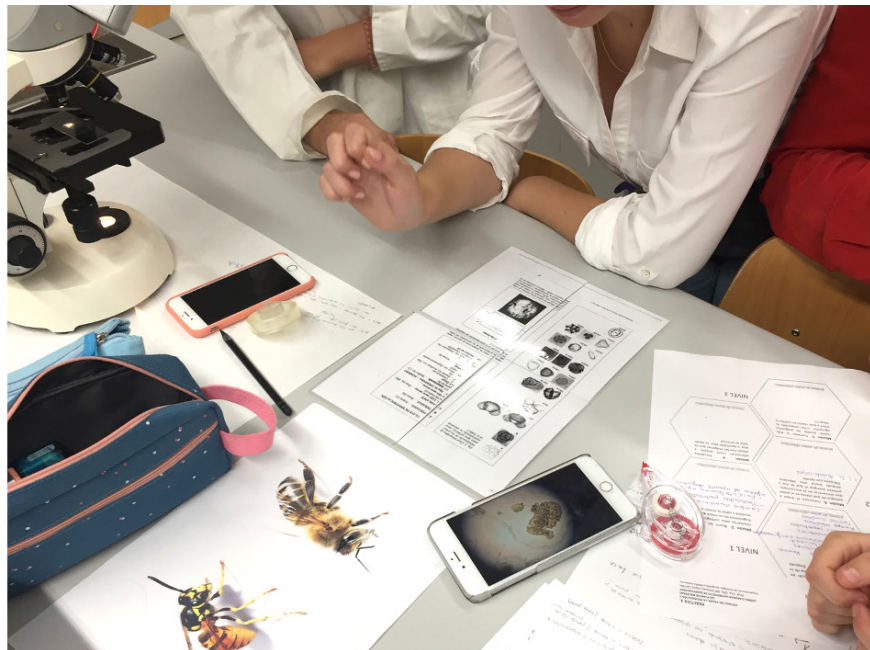


Fig. 6. Grupos colaborativos. Desarrollo del trabajo en el laboratorio.

Fig. 7. Imágenes de ClassDojo, de izquierda a derecha, hoja de respuestas del equipo A2-3, imagen respuesta de la muestra de polen observada al microscopio del equipo A2-3, Resumen de respuestas en ClassDojo del equipo 3B.

de partida. Esto nos indica que hay que mejorar el punto de partida.

Finalmente, en su mayoría los alumnos consideran que este planteamiento es adecuado, por lo que se obtuvo un 81% de alumnos satisfechos frente a un 11% de alumnos no satisfechos (debido a diferentes razones tales como el mal funcionamiento de la wifi en momentos puntuales, la falta de conocimiento o de tiempo o bien la elevada competitividad en algunos casos, pero muy puntuales y grupos muy concretos).

CONCLUSIONES / CONSIDERACIONES FINALES

Desde una visión general del panorama de resultados obtenidos en la implementación de la propuesta, destaca la alta motivación encontrada en los estudiantes al tiempo que favorece el aprendizaje significativo de los contenidos y el desarrollo de habilidades. La motivación ha sido lo más valorado por los alumnos, por lo que se concluye que el estudio de jugadores ha sido adecuado para la formación de los grupos colaborativos del laboratorio, ya que una mayoría ha valorado positivamente la parte motivacional.

También se enfatiza la importancia de partir de un problema real (“las abejas están desapareciendo”) y la cuestión de aprender de forma divertida. Dentro del feedback de evaluación de la práctica docente, un alto porcentaje considera la posibilidad de aplicarlo en su futuro docente, por lo que derivamos de esto que lo ven sencillo y asequible para llevar a las aulas de Educación Primaria.

Entre los puntos débiles reseñados tanto por los estudiantes como por los maestros consultados cabe destacar la falta de tiempo o de espacios. Para paliar esta dificultad se necesitan maestros formados, familiarizados y comprometidos con estas técnicas de enseñanza gamificadas.

Los informes presentados por los grupos de laboratorio muestran el logro de los objetivos y, por lo tanto, la superación de las misiones propuestas, pero se ha demostrado que la calidad del trabajo en general no es mejor que en una práctica sin gamificar, especialmente en las cuestiones de manipulación instrumental e identificación de polen, aunque el objetivo principal se ha cumplido. Se puede afirmar que la técnica es importante para la motivación, pero no hace que el estudiante obtenga un resultado mejor, aunque permite trabajar más competencias que en una práctica normal.

En la última misión, deben demostrar los conocimientos adquiridos durante la práctica, pero en este caso además se promueve la respuesta rápida y, por lo tanto, la competitividad. Los resultados han sido óptimos y el feedback ha sido inmediato ya que Kahoot permite conocer las respuestas incorrectas de cada participante en el momento. Superar esta misión ha sido una competencia excelente y adecuada, porque los estudiantes están familiarizados con la aplicación Kahoot.

Después de estos resultados, se concluye que el estudio de jugadores es necesario para diseñar una práctica adecuada y motivacional. Además, y para finalizar, los alumnos de las asignaturas Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza deben presentar

programaciones didácticas como trabajo final y al menos cuatro de los grupos de trabajo presentaron sus programas de Biología y Geología utilizando, de manera adecuada, como técnica principal de enseñanza y aprendizaje, la gamificación. Por lo que se ha cumplido el objetivo de conocer la técnica y aprender a diseñar proyectos basados en ella.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es una contribución al Proyecto de Innovación Docente de la Universidad de Alcalá UAH/EV969, titulado: *Gamificación en el Laboratorio de Ciencias: un nuevo enfoque para las prácticas de ciencias naturales en la Facultad de Educación y su extensión UAH/EV985*.

BIBLIOGRAFÍA

Bartle, R.A. (1996). Hearts, Clubs, Diamonds, Spades: Players Who Suit MUDs. *Journal of MUD Research*, Vol.1, No. 1.

Coll, C. (1988). Meaning and sense in school learning. Thoughts about meaningful learning. *Journal for the Study of Education and Development*, 11:41, 131-142, DOI: 10.1080/02103702.1988.10822196

García-Tormo, J.V. (2018). Aplicación de TICS (formularios on-line) como metodología docente activa en Estudios de Postgrado. *International Journal of Developmental and Educational Psychology: Revista INFAD de Psicología*, N^o1 - Monográfico 2, pp.199-208.

Harlen, W. (2010). *Principios y grandes ideas de la educación en ciencias*. Wynne Harlen, Publicado por la Association for Science Education College Lane, Hatfield, Herts.

Högström, Ottander y Benckert (2010). Lab work and learning in secondary school chemistry: the importance

of teacher and student interaction. *Research in Science Education*, 40 (4), pp. 505-523.

Kim, B. (2015). *Understanding Gamification*. ALA Editions, Chicago.

López Carrillo, D., Calonge García, A., Rodríguez Laguna, T., Ros Magán, G. Andrade Olalla, A. y Moreno Lebrón, A. (2018). Game Based learning in Laboratory Practice. *17th Proceedings of the European Conference on e-Learning, ECEL*. Pp 322-328.

López Carrillo, D. et al., 2019. Using Gamification in a Teaching Innovation Project at the University of Alcalá: A New Approach to Experimental Science Practices. *The Electronic Journal of e-Learning*, 17(2), pp. 93-106, available online at www.ejel.org

Ruiz Zapata, M. B., Gómez González, C., Gil García, M.J., y González, A. (2008). La Palinología como herramienta de interpretación: Propuesta de una experiencia didáctica tipo "CSI" en el aula. Conferencias y talleres del XV Simposio sobre Enseñanza de la Geología en Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 16, 1. 43-48.

Sailer, M., Hense, J. Mandl, H. y Klevers, M. (2013). Psychological Perspectives on Motivation through Gamification. *Interaction Design and Architecture(s) Journal (xD&A)* N.19, pp 28-37.

Steinman, Bosch y Aiassa (2013). Motivación y Expectativas de los estudiantes por aprender ciencias en la Universidad. Un estudio exploratorio. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 18:57, pp. 585-598. Consultado en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmie/v18n57/v18n57a12.pdf>.

Werbach, K. y Hunter, D. (2012). *Gamificación, revoluciona tu negocio con las técnicas de los juegos*. Pearson, Madrid. ■

Este artículo fue recibido el día 20 de marzo de 2020 y aceptado definitivamente para su publicación el 28 de mayo de 2020.