

Propuesta de intervención educativa: aplicación de metodologías innovadoras en la enseñanza de Biología con estudiantes del Programa de Mejora del Aprendizaje y del Rendimiento Escolar

Emigdio Jordán Muñoz-Adalia

Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (Solsona, Lérida, España)
jordán.muñoz@ctfc.es | <https://orcid.org/0000-0002-0900-6981>

Extracto

La enseñanza de ciencias en el Programa de Mejora del Aprendizaje y del Rendimiento Escolar (PMAR) requiere de la elaboración de recursos dinámicos y altamente motivadores, capaces de atraer el interés del alumnado. La presente propuesta de intervención educativa se diseña para dar respuesta a esta necesidad docente. Para ello, se recurre a la materia de Biología como nexo para el desarrollo de un total de tres actividades educativas fundamentadas en el currículo del ámbito científico-matemático de 2.º curso del PMAR. Las actividades propuestas aúnan metodologías de enseñanza innovadoras, tales como el trabajo colaborativo, las actividades creativas, el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), la gamificación educativa o la aplicación de rutinas de pensamiento. La intervención se ha diseñado con una vocación práctica, por lo que se describe de un modo que permita su aplicación en aula.

Palabras clave: atención a la diversidad; ciencias de la naturaleza; gamificación educativa; Programa de Mejora del Aprendizaje y del Rendimiento Escolar (PMAR); rutinas de pensamiento; trabajo cooperativo.

Fecha de entrada: 01-11-2020 / Fecha de revisión: 25-11-2020 / Fecha de aceptación: 27-11-2020

Cómo citar: Muñoz-Adalia, E. J. (2021). Propuesta de intervención educativa: aplicación de metodologías innovadoras en la enseñanza de Biología con estudiantes del Programa de Mejora del Aprendizaje y del Rendimiento Escolar. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 19, 123-146. <https://doi.org/10.51302/tce.2021.618>



A proposal of educational intervention: the use of innovative methodologies for teaching Biology in Learning and School Performance Improvement Program

Emigdio Jordán Muñoz-Adalia

Abstract

Science teaching in Learning and School Performance Improvement Programs (PMAR) requires the development of high motivating resources. This work provides an intervention designed to meet these educational needs. We designed a total of three activities in agreement with the scientific-mathematical curriculum of the 2nd course of PMAR. The design was based on the use of Biology as linking element between the proposed activities. The educational intervention includes innovative methodologies such as cooperative learning, creative tasks, use of information and communication technologies (ICT), gamification and thinking routines. The proposal is described to be used as practical resource for educators.

Keywords: cooperative learning; gamification; nature sciences; Learning and School Performance Improvement Programs (PMAR); student diversity; thinking routines.

Citation: Muñoz-Adalia, E. J. (2021). A proposal of educational intervention: the use of innovative methodologies for teaching Biology in Learning and School Performance Improvement Program. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 19, 123-146. <https://doi.org/10.51302/tce.2021.618>



Sumario

1. Introducción
 - 1.1. La enseñanza de ciencias con estudiantes que presentan dificultades de aprendizaje en el PMAR
 - 1.2. Objetivos de la intervención
2. Descripción general de la intervención
3. Metodologías innovadoras incluidas en la propuesta
 - 3.1. Comunicación y aprendizaje colaborativo
 - 3.2. Actividades creativas
 - 3.3. Uso de las TIC
 - 3.4. Rutinas de pensamiento
 - 3.5. Gamificación educativa
4. Desarrollo de la intervención
 - 4.1. Estructura y organización
5. Evaluación
6. Conclusiones

Referencias bibliográficas

- Anexo 1. Ejercicio de reflexión para la «Actividad 1. Misión celular» utilizando el visor de célula
- Anexo 2. Ejercicio de evaluación tras el uso del videojuego Kokori 1.2.1.20
- Anexo 3. Ejercicio de rutina del pensamiento PIE previo a la «Actividad 2. La ruleta de la salud»
- Anexo 4. Ejercicio de mapa conceptual para la «Actividad 2. La ruleta de la salud»
- Anexo 5. Lista de control diseñada para la intervención
- Anexo 6. Escala de valoración diseñada para la intervención
- Anexo 7. Encuesta de evaluación de la intervención

Nota: el autor desea expresar su agradecimiento a D. Jaime Foces (Departamento de Orientación del Instituto de Educación Secundaria [IES] Núñez de Arce, Valladolid, España), quien con su tutela y consejo ha contribuido al diseño de la presente propuesta de intervención. La experiencia en aula supervisada por D.^a Yolanda Humayor (Departamento de Orientación del IES Núñez de Arce) supuso una gran oportunidad para la puesta en práctica de la intervención con alumnos del PMAR. El asesoramiento facilitado por D.^a Ruth Pinedo (Universidad de Valladolid) mejoró la aplicación de rutinas de pensamiento en las actividades propuestas.

1. Introducción

1.1. La enseñanza de ciencias con estudiantes que presentan dificultades de aprendizaje en el PMAR

Los PMAR se desarrollan en función de lo previsto en la Ley orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE), que suprimió la aplicación de los programas de diversificación curricular establecidos por la Ley orgánica 2/2006 (LOE). El PMAR se concibe como un conjunto de medidas de atención a la diversidad especializado, que persigue la integración de aquellos estudiantes que muestren dificultades de aprendizaje, tratando de reducir el abandono escolar temprano y facilitando el acceso al mercado laboral. De esta forma, se presenta el PMAR como un itinerario formativo en dos cursos paralelos a 2.º y 3.º de educación secundaria obligatoria (ESO), al término de los cuales se busca que el alumnado pueda reincorporarse al grupo de referencia en el 4.º curso y obtener la titulación en ESO.

La metodología educativa en el PMAR, si bien ha de respetar los elementos del currículo, los objetivos y las competencias establecidas legislativamente, debe basarse en la atención de las necesidades de cada estudiante, adaptarse a los ritmos de aprendizaje de los educandos y sustentarse en metodologías motivadoras y dinámicas (Corujo *et al.*, 2018). A esto se une que con frecuencia el alumnado que ingresa en el PMAR trae consigo otras dificultades de índole social, tales como el absentismo, que debe trabajarse desde la metodología didáctica (González, 2019), promoviendo actividades atractivas que inviten a implicarse en el proceso de aprendizaje propio.

En el PMAR, la enseñanza de ciencias debe buscar que el alumnado aprecie la importancia de las ciencias y de la tecnología para la sociedad, así como en su propia cotidianeidad. Concretamente, se espera que, tras completar

La metodología educativa en el PMAR, si bien ha de respetar los elementos del currículo, los objetivos y las competencias establecidas legislativamente, debe basarse en la atención de las necesidades de cada estudiante, adaptarse a los ritmos de aprendizaje de los educandos y sustentarse en metodologías motivadoras y dinámicas

En el PMAR, la enseñanza de ciencias debe buscar que el alumnado aprecie la importancia de las ciencias y de la tecnología para la sociedad. Es deseable que las metodologías puestas en práctica trabajen aspectos relacionados con la adquisición y el desarrollo de habilidades sociales

el itinerario, el alumnado del PMAR haya adquirido las competencias básicas en ciencia y tecnología que necesitará para su vida futura, tanto en el ámbito académico como en el profesional. Asimismo, es deseable que las metodologías puestas en práctica trabajen aspectos relacionados con la adquisición y el desarrollo de habilidades sociales. Por ello, la tarea del profesorado en este ámbito resulta especialmente intensa, debiendo plantearse de un modo integrado e interdisciplinar, que permita trabajar contenidos, habilidades y actitudes de una forma efectiva y atractiva para el alumnado.

1.2. Objetivos de la intervención

El objetivo principal de la intervención propuesta busca mejorar la alfabetización científica en materia de Biología para estudiantes de 2.º curso del PMAR. En concreto, se ha trabajado bajo un supuesto teórico enmarcado en la Orden EDU/362/2015, que estructura los cursos del PMAR en Castilla y León en función de cuatro ámbitos específicos (ámbito lingüístico y social, ámbito científico-matemático, ámbito de lenguas extranjeras y ámbito práctico), además de otras materias comunes.

De forma específica, los objetivos que se pretenden alcanzar con la intervención son:

- Elaborar una propuesta didáctica que resulte aplicable en grupos de 2.º curso del PMAR en el ámbito científico-matemático.
- Diseñar actividades educativas del ámbito científico-matemático desde una perspectiva interdisciplinar, empleando los contenidos propios de Biología como elemento integrador.
- Proponer actuaciones con una clara vocación didáctica, mediante una metodología dinámica y atractiva que favorezca el interés por las ciencias naturales en el alumnado del PMAR.

2. Descripción general de la intervención

La presente propuesta de intervención consiste en un total de tres actividades que emplean parte de los contenidos de Biología recogidos en el currículo de 2.º curso del PMAR como elementos vehiculares.

Las actividades, denominadas «Misión celular (1)», «La ruleta de la salud (2)» y «Subasta una ameba (3)» (véase cuadro 1), recurren a diversas metodologías innovadoras centradas en la mejora de la motivación del alumnado tal y como se describe en el siguiente epígrafe.

De forma general, la actividad 1 busca trabajar aspectos relacionados con la biología celular, recurriendo para ello a un videojuego didáctico como herramienta principal. La actividad 2

hace uso de la gamificación educativa mediante la plataforma Kahoot! (<https://kahoot.com>) para trabajar contenidos y aptitudes relacionados con el bloque temático de la salud humana. Por último, la actividad 3 propone una dinámica grupal gamificada con el objetivo de reforzar aspectos teórico-prácticos relacionados con los órganos y sistemas de los seres vivos.

Cuadro 1. Síntesis de la intervención propuesta

Actividad	Título	Duración (horas)	Metodología didáctica					Herramienta de evaluación			
			Comunicación	Aprendizaje cooperativo	Actividades creativas	TIC	Rutinas de pensamiento	Gamificación educativa	Prueba escrita	Lista de control	Escala de valoración
1	Misión celular	1,5	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	La ruleta de la salud	1	✓			✓	✓	✓		✓	✓
3	Subasta una ameoba	1,5	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓

Fuente: elaboración propia.

3. Metodologías innovadoras incluidas en la propuesta

3.1. Comunicación y aprendizaje colaborativo

La comunicación oral y escrita entre estudiantes y docentes será constante a lo largo de todas las actividades de la intervención (véase cuadro 1). El método expositivo será dinámico y deberá tratar de captar la atención del alumnado en todo momento. Se incentivará que los educandos realicen exposiciones argumentadas que sigan procesos de razonamiento lógico, tanto de forma escrita como verbal. Se persigue así entrenarlos en el proceso

argumentativo y en la formulación de hipótesis, al tiempo que se les familiariza con los conceptos propios del ámbito científico-matemático (se normaliza «hablar ciencias», tal y como proponen Jiménez y Díaz de Bustamante, 2003).

Asimismo, la propuesta de intervención presentada aquí recurre al trabajo colaborativo mediante la formación de equipos. Se busca la creación de grupos heterogéneos que permitan a los miembros socializar con otros integrantes de la clase y potenciar las habilidades individuales en el contexto grupal, generando entornos de trabajo que den cabida a las inteligencias múltiples (Hevia, 2016).

El aprendizaje colaborativo se fundamenta en la importancia del medio social en el aprendizaje del individuo en virtud de la teoría de la doble formación de los procesos psicológicos superiores (Vygotsky, 1978). El trabajo conjunto genera conflictos sociocognitivos que provocan la búsqueda de soluciones nuevas, incorporando las perspectivas del resto de estudiantes a la idea propia. Este proceso conlleva la adopción de una dinámica de cooperación en la que prima el desarrollo de las destrezas sociales, se democratizan las oportunidades de éxito y aumentan las expectativas de consecución de logros. Por otra parte, la autoestima, el sentimiento de pertenencia a un grupo y la responsabilidad individual y colectiva se ejercitan con este método de enseñanza al perseguir objetivos comunes (Johnson y Johnson, 1999; Laboratorio de Innovación Educativa *et al.*, 2012).

Así pues, el aprendizaje cooperativo cuenta con efectos muy positivos en estudiantes con dificultades de aprendizaje, siendo algunos de ellos la creación de estrategias de aprendizaje de mayor calidad surgidas del debate entre pares, la interrogación sobre los razonamientos propios, así como el compromiso, la cohesión grupal y el apoyo mutuo. Además, afecta positivamente a la reducción de los conflictos en el aula, a la adquisición del pensamiento crítico y a la mejora de la motivación hacia el estudio (Laboratorio de Innovación Educativa *et al.*, 2012).

3.2. Actividades creativas

Se incorporan este tipo de actuaciones a la propuesta, puesto que es conocido que las actividades manipulativas permiten trabajar la concentración (Alarcón y Guzmán, 2016), aspecto

Se persigue entrenar al alumnado en el proceso argumentativo y en la formulación de hipótesis, al tiempo que se le familiariza con los conceptos propios del ámbito científico-matemático

La propuesta de intervención educativa presentada aquí recurre al trabajo colaborativo mediante la formación de equipos. Se busca la creación de grupos heterogéneos que permitan a los miembros socializar con otros integrantes de la clase y potenciar las habilidades individuales en el contexto grupal

especialmente relevante en colectivos como el de estudiantes del PMAR. Por otra parte, el uso de actividades creativas busca que los educandos ejerciten la visión espacial, la capacidad de abstracción y la habilidad para esquematizar. Todas estas destrezas resultan esenciales en el aprendizaje de ciencias, con especial incidencia en el ámbito de la Biología. Así pues, las ciencias de la naturaleza se ocupan con frecuencia de procesos a escala microscópica que involucran sistemas complejos. La comprensión de dichos sistemas (por ejemplo, las funciones de los orgánulos celulares) suele verse facilitada mediante la representación esquemática de los mismos.

Toda actuación artística cuenta con un componente lúdico que no puede ser desligado fácilmente de la finalidad didáctica. No es objetivo de esta intervención proveer de actividades recreativas a los educandos, pero sí se pretende generar un entorno distendido que resulte estimulante, con objeto de hacer la materia más atractiva.

3.3. Uso de las TIC

La utilización de las TIC en el aula es una tendencia que incorpora el uso nativo de estas herramientas por parte del alumnado en el proceso educativo. Por otra parte, el empleo de herramientas tecnológicas en el estudio de ciencias resulta altamente motivador para el alumnado (Méndez, 2015). Por ese motivo, a lo largo de la presente intervención, se recurrirá al uso de diferentes métodos docentes relacionados con el manejo de TIC.

La presentación de materias de ciencias, en concreto los contenidos de Biología relacionados con procesos celulares, puede resultar complicada para el docente, debido a la gran exigencia de abstracción que conlleva. Los medios audiovisuales facilitan enormemente esta tarea, proveyendo de modelos en tres dimensiones que hacen más accesible y atractiva la información aportada.

Esta clase de recursos son cada vez más frecuentes en internet y cuentan con una calidad creciente, lo que los convierte en herramientas muy recomendables para el profesorado de ciencias. Por otra parte, el manejo de herramientas web gratuitas para la dinamización del aula, como Kahoot! o Plickers (<https://get.plickers.com>), ha demostrado ser beneficioso para la asimilación de contenidos y para la reducción del absentismo, viéndose su efecto reforzado con el uso continuado de las mismas (Rodríguez-Fernández, 2017).

El empleo de herramientas tecnológicas en el estudio de ciencias resulta altamente motivador para el alumnado

El manejo de herramientas web ha demostrado ser beneficioso para la asimilación de contenidos y para la reducción del absentismo

3.4. Rutinas de pensamiento

Las rutinas de pensamiento se definen como procedimientos sencillos que ofrecen un marco que facilita la atención en el pensamiento. Su finalidad es guiar la construcción del proceso de metacognición en el alumno (Ritchhart *et al.*, 2014). La rutina de pensamiento «ver-pensar-preguntarse» (VPP) consiste en dedicar tiempo a la observación de una imagen o elemento natural, simplemente atendiendo a lo que el observador percibe. Tras ello comienza la etapa de pensamiento, en la que se busca alcanzar nuevos niveles de interpretación de lo que se observa. El docente debe interrogar a los educandos sobre lo que consideran que sucede en la imagen, sus causas o consecuencias, incidiendo en las evidencias que les llevan a formular sus respuestas, lo que trabaja sobre el proceso de reflexión y argumentación. Finalmente, tiene lugar la etapa de pregunta, en la que cada estudiante se plantea cuestiones más complejas que le invitan a indagar en lo que desconoce.

Las rutinas de pensamiento se definen como procedimientos sencillos que ofrecen un marco que facilita la atención en el pensamiento

La rutina de pensamiento «pensar-inquietar-explorar» (PIE) resulta adecuada para trabajar las ideas previas, por lo que será utilizada en la intervención. En ella, el docente pregunta a los estudiantes sobre qué creen conocer del tema que se va a tratar, lo que permite organizar las respuestas, detectando ideas que puedan ampliarse posteriormente. Los educandos son también interrogados acerca de lo que les inquieta sobre el tema, para de esta forma apelar a sus intereses, espolear la curiosidad e invitar a pensar de forma más amplia, propiciando la indagación. La fase final consiste en la identificación de medios para investigar sobre aquello que se desconoce y las fuentes que se consideran fiables (Ritchhart *et al.*, 2014).

Otra de las rutinas que se va a ejercitar en la intervención estará centrada en organizar y sistematizar ideas: «generar-clasificar-conectar-elaborar» (GCCE). La rutina GCCE incluye la creación de mapas conceptuales por parte del alumnado (Pinedo *et al.*, 2017). Dado que se trabajará con estudiantes que tienen dificultades de aprendizaje, se presentarán mapas conceptuales parcialmente cumplimentados de modo que resulte más sencillo ordenar las ideas y relacionarlas.

Con la finalidad de trabajar la síntesis y la organización de las ideas adquiridas, se recurrirá a la rutina de pensamiento «el titular». Esta rutina consiste en que cada estudiante debe redactar un titular periodístico condensando en él las ideas clave, los pensamientos y las impresiones suscitados por la clase en la que acaba de participar. El uso sostenido de esta rutina documenta el pensamiento colectivo de la clase y permite al docente valorar el avance en la capacidad de síntesis del grupo (Ritchhart *et al.*, 2014).

3.5. Gamificación educativa

De acuerdo con Torres-Toukourmidis y Romero-Rodríguez (2018), el uso de juegos en el aprendizaje, o gamificación educativa, debe activar el deseo de aprender mediante el compromiso de atención, la obtención de logros y la superación de pruebas. Estos autores destacan que la gamificación educativa difiere del aprendizaje basado en juegos o del juego en el aula en que la finalidad transversal es educativa. Así pues, la implementación de este método requiere de una planificación previa adecuada, encaminada a la mejora de la motivación en el alumnado.

El uso de juegos en el aprendizaje, o gamificación educativa, debe activar el deseo de aprender

La motivación, entendida como el proceso emocional y cognitivo que empuja a lograr una meta, encarna un pilar fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje

La motivación, entendida como el proceso emocional y cognitivo que empuja a lograr una meta (Laudadio, 2008), encarna un pilar fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La naturaleza de la motivación educativa no es estática, sino que se define como un proceso continuo que se ve afectado por factores personales y sociales, atendiendo a dos vertientes diferenciadas. Por un lado, el propio deseo de aprender y realizarse (motivación intrínseca) y, por otro, la búsqueda finalista del logro (motivación extrínseca). La dinámica educativa clásica de recompensas y calificaciones incentiva la faceta extrínseca de la motivación, que no es duradera e implica el cese del compromiso educativo cuando el estímulo cesa o se reduce su valoración por parte del educando. Sin embargo, con la propuesta de actividades de gamificación se busca incentivar la motivación intrínseca, que surge de lo que el estudiante desea, de lo que le atrae o de lo que le interesa. Esta faceta de la motivación es más persistente y se relaciona directamente con un compromiso superior en el aprendizaje (Ortiz-Colón *et al.*, 2018). Con frecuencia, los alumnos del PMAR presentan una falta de motivación acusada que debe ser revertida para alcanzar los objetivos pedagógicos. En consecuencia, las actividades de gamificación se perfilan como herramientas muy adecuadas para la mejora del rendimiento en alumnado con dificultades de aprendizaje.

4. Desarrollo de la intervención

4.1. Estructura y organización

La intervención aquí presentada se estructura a lo largo de tres semanas consecutivas (4 h totales de ejecución [véase cuadro 1]), dentro del horario lectivo del ámbito científico-matemático (7 h semanales).

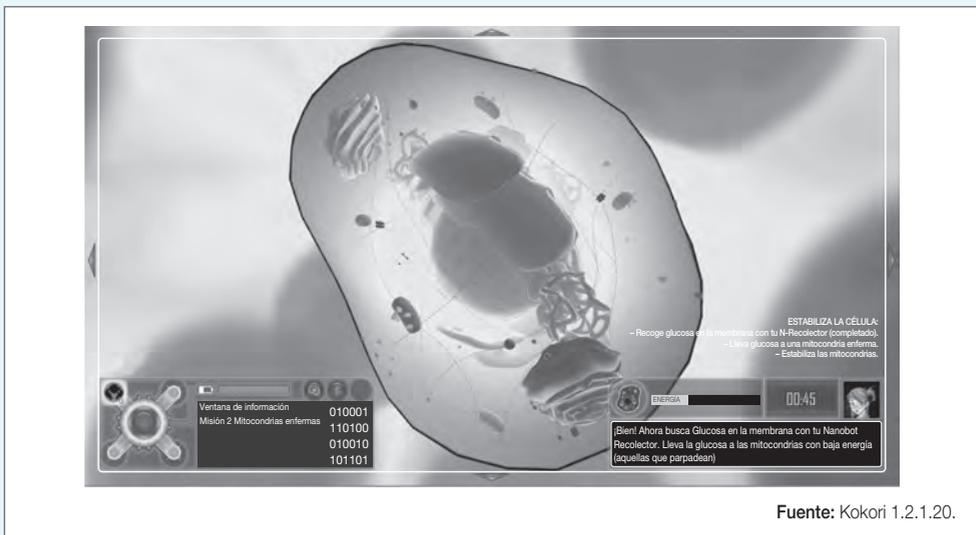
Actividad 1. Misión celular

En esta actividad se empleará el videojuego Kokori 1.2.1.20 (Garretón *et al.*, 2012) como herramienta para el estudio de contenidos de Biología. Este recurso audiovisual ha obtenido resultados positivos en su implementación en educación secundaria (Ocelli *et al.*, 2014). El uso de videojuegos es una alternativa muy atractiva para el alumnado, aportando un entorno visual favorecedor mediante una tecnología que no presenta dificultades de uso para los educandos. Como en todas las actividades recogidas en este artículo, el manejo del videojuego es una dinámica diseñada como medio para alcanzar un fin educativo. Por lo tanto, no se debe en ningún caso plantear como una actividad meramente lúdica.

Para comenzar, se pedirá a los educandos que accedan al programa de navegador de célula que acompaña al juego por defecto. Usando este método como soporte visual en tres dimensiones, se explicarán los aspectos principales de la célula animal, incluyendo el nombre de los principales orgánulos, su función y los conceptos asociados a la salud previstos en el currículo del bloque temático. Para afianzar la vocación didáctica de la sesión y trabajar la rutina de pensamiento VPP, se entregará un ejercicio preliminar (véase anexo 1) en el que los estudiantes deberán responder algunas cuestiones sobre un orgánulo elegido por ellos mismos. El ejercicio también incluye la faceta creativa al tener que dibujar aquello que el educando observa y le resulta llamativo, trabajando la capacidad de abstracción al tener que representar un modelo 3D en 2D. Se espera que esta parte de la actividad no exceda los 30 minutos de duración.

Una vez superada esta fase, se procederá a explorar Kokori 1.2.1.20. El videojuego consta de un total de siete niveles (un tutorial y seis misiones) que trasladan al jugador al interior de una célula animal completa. El jugador, guiado por una interfaz muy cuidada (véase figura I), debe manejar una serie de nanorrobots para cumplir determinados objetivos relacionados con el mantenimiento de la célula. El uso exitoso de estas herramientas pasa por la comprensión del fundamento biológico de los diferentes procesos celulares implicados.

Figura I. Ejemplo de un nivel de Kokori 1.2.1.20 desde la interfaz de usuario



Fuente: Kokori 1.2.1.20.

Actividad 1. Misión celular (cont.)



Con el avance del juego, los estudiantes van trabajando conceptos como los tipos principales de macromoléculas orgánicas, las funciones de los diferentes orgánulos celulares, la importancia del adenosín trifosfato (ATP) como molécula energética, la composición de la membrana de los orgánulos, la replicación de los virus o la toxicidad de sustancias como el alcohol. Se prevé que cada estudiante supere los niveles a un ritmo distinto, existiendo siempre la posibilidad de abandonar un nivel para indagar en el siguiente. En consecuencia, se estima que 40 minutos puedan ser suficientes para la realización de esta parte de la actividad. Al término de esta fase, se repartirá entre los educandos una prueba objetiva escrita (véase anexo 2) para conocer el grado de aprovechamiento de la actividad mediante cuestiones breves relacionadas con los contenidos tratados. El alumnado dispondrá de 20 minutos para esta tarea. Tras la recepción de los ejercicios se pondrá en práctica la rutina de pensamiento de «el titular» para conocer de forma sintética las ideas adquiridas en la actividad.

Actividad 2. La ruleta de la salud

Esta actividad se basa en la gamificación educativa mediante el uso de TIC. Para poder abordar esta parte de la intervención, el alumnado deberá haber realizado al menos una clase teórica introductoria del bloque de sanidad humana según lo previsto en el currículo. Por tanto, esta actividad se presenta como una herramienta de refuerzo, que puede al mismo tiempo servir como herramienta motivadora y como instrumento de evaluación del grado de asimilación de conceptos.

Inicialmente, se entregará a los educandos un ejercicio (véase anexo 3) a fin de trabajar con ellos la rutina de pensamiento PIE. Este breve cuestionario, que no requerirá de más de 15 minutos para su realización, le servirá al docente para conocer el grado de conocimiento que tienen los estudiantes sobre la materia, sus inquietudes y las posibles fuentes de información a las que recurrirían para resolver dudas sobre hábitos saludables y enfermedades.

Para la realización de la actividad central se recurrirá a la aplicación Kahoot!, la cual permite elaborar cuestionarios web de respuesta múltiple cerrada (véase cuadro I). El cuestionario previamente definido por el docente será proyectado en una pantalla en el aula con acceso a internet. Los estudiantes podrán acceder individualmente al cuestionario mediante el uso de sus dispositivos móviles u ordenadores del aula. La actividad deberá durar unos 20 minutos y consistirá en un torneo de preguntas tipo test con tiempo límite y puntuación definidos para cada pregunta. El programa puntúa a cada participante no solo en función de la corrección de su respuesta, sino por la rapidez de la misma. Así, los estudiantes que respondan correctamente más preguntas en menor tiempo obtendrán mayores puntuaciones, las cuales los situarán en un *ranking* visible después de cada pregunta, incentivando la participación activa.

Cuadro I. Ejemplo de pregunta a través de Kahoot!

Las enfermedades bacterianas pueden tratarse con...

- | | |
|------------------|------------------|
| a) Retrovirales. | c) Antibióticos. |
| b) Vacunas. | d) Fungicidas. |

Fuente: elaboración propia.



Actividad 2. La ruleta de la salud (cont.)



El docente deberá anotar los errores recurrentes y las dudas surgidas durante el torneo para, entre las preguntas o al final de la actividad, aclarar los conceptos. En este punto, se plantearán preguntas de un modo que se invite a reflexionar sobre los errores propios y ajenos y se incentive elaborar razonamientos conducentes a respuestas correctas sobre la materia tratada. Los participantes mejor posicionados en el *ranking* final serán galardonados como ganadores del concurso.

Antes de finalizar la sesión, se pedirá al alumnado que cumplimente un mapa conceptual (véase anexo 4) para que pueda trabajar la rutina de pensamiento GCCE. Para esta tarea se prevén 15 minutos adicionales. Concluida la actividad se llevará a cabo la rutina de pensamiento «el titular» a fin de condensar las ideas adquiridas por cada estudiante.

Actividad 3. Subasta una ameba

La actividad se plantea como una sesión de apoyo y ampliación que recurre a la gamificación educativa por equipos, por lo que los educandos deberán haber tratado en clase el bloque temático correspondiente (niveles de organización de la materia viva).

En esta actividad se agrupará a los estudiantes en equipos de modo inclusivo y sin favorecer la excesiva competitividad. Cada equipo deberá poner nombre a una especie ficticia de organismo animal que se denominará genéricamente «ameba» y que comenzará la dinámica desprovista de todo órgano. La mecánica general consiste en un cuestionario por equipos en el que las respuestas acertadas darán la posibilidad de adquirir un ítem para el organismo (órgano concreto o característica) de entre los ofrecidos en el cuadro II. Al final del proceso, se presentarán un total de seis posibles entornos naturales en los que las «amebas» se verán obligadas a sobrevivir de forma aleatoria (véase figura II). Los equipos que argumenten adecuadamente en qué medida los ítems adquiridos permitirían sobrevivir a su «ameba» en el entorno asignado serán considerados los ganadores del juego.

Cuadro II. **Composición del organismo o «ameba»**

Aparato	Características del organismo
Locomotor	Tentáculos (1) / Aletas (2) / Alas (1) / Garras (1)
Digestivo	Espirítrumpa (1) / Boca filtradora (1) / Pico (2) / Dientes puntiagudos (1)
Respiratorio	Tráqueas (1) / Branquias (2) / Pulmones (2)
Circulatorio	Circulación simple (2) / Circulación doble incompleta (2) / Circulación doble completa (1)
Tegumentario	Caparazón (1) / Escamas (2) / Plumas (1) / Piel de anfibio (1)

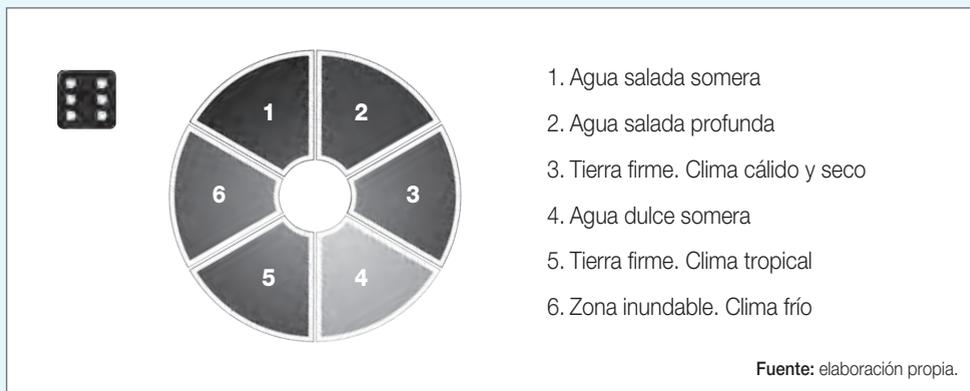
Nota: el número entre paréntesis denota la cantidad de veces que el ítem puede ser seleccionado por los equipos jugadores antes de ser bloqueado.

Fuente: elaboración propia.



Actividad 3. Subasta una ameba (cont.)

Figura II. Ruleta de los ambientes naturales



Para desarrollar el cuestionario se recurrirá a la metodología Plickers. Esta aplicación gratuita puede implementarse con facilidad en el aula (Kent, 2019), pudiendo incluso ser empleada como herramienta de evaluación.

El uso de Plickers permite la formulación de preguntas tipo test en tiempo real, no requiere de acceso a internet por parte de los estudiantes y hace uso de las tecnologías móviles por parte del profesorado. A través del soporte web, el docente debe preparar el cuestionario de respuesta cerrada múltiple (cuatro respuestas posibles por pregunta [véase cuadro III]) e incluir una lista de los equipos participantes. Una vez confeccionado el test, se genera el listado de equipos con un identificador y una tarjeta de respuesta para cada uno de ellos. Cada tarjeta presenta una forma geométrica única, el número identificador y cuatro letras a razón de una en cada lateral de la figura geométrica. El test se realiza proyectando las preguntas sucesivamente en una pantalla del aula con acceso a internet. Cada equipo de estudiantes debe colocar su tarjeta con el lado que incluye la letra de la respuesta que considera correcta hacia arriba. El docente escanea las tarjetas con la cámara de su teléfono móvil utilizando la aplicación del programa (sistemas Android o IOS) y obtiene los datos de porcentaje de aciertos para la clase y los nombres de los equipos que han respondido correctamente. Dado que cada equipo recibirá una única tarjeta de respuesta, será necesario alcanzar consensos antes de contestar cada pregunta, incentivando el debate y el trabajo colaborativo.

Cuadro III. Ejemplo de pregunta a través de Plickers

¿Qué elemento no forma parte del aparato respiratorio?	
a) Esófago.	c) Pleura.
b) Alvéolos.	d) Bronquiolos.

Fuente: elaboración propia.

Actividad 3. Subasta una ameba (cont.)



Los equipos que respondan acertadamente podrán elegir los elementos del cuadro II de uno en uno y por el orden que prefieran (un elemento por cada respuesta correcta). Los ítems elegidos quedarán bloqueados para el resto de los equipos. El cuestionario debe diseñarse de modo que incluso los grupos que fallen alguna pregunta puedan llegar a completar su organismo. De forma orientativa, en el diseño de la intervención se ha trabajado bajo el supuesto de cuatro equipos participantes con un cuestionario de al menos ocho preguntas.

En caso de que existan varios acertantes a una misma pregunta, la prioridad de selección se asignará al azar. Además, los grupos que acierten todas las preguntas podrán elegir un segundo elemento de alguno de los aparatos, siempre y cuando ya hayan obtenido al menos un ítem de todas las categorías disponibles. En este caso, al asignar el entorno natural a su «ameba», podrán decidir razonadamente cuál de los órganos o características redundantes deciden mantener y cuáles descartar.

Durante el juego se aclararán las dudas que susciten las respuestas erróneas y tras asignar el ambiente natural, cada equipo deberá elaborar una breve ficha sobre su «ameba». Este informe deberá explicar cómo son los órganos de la «ameba» y cómo podría sobrevivir en el entorno asignado. Finalmente, cada equipo deberá elegir un portavoz que presente el informe y responda a las preguntas del docente y de los compañeros sobre su creación.

La rutina de pensamiento «el titular» se plantea como una reflexión individual final.

5. Evaluación

Para garantizar que la evaluación de los estudiantes responde a unos principios de correspondencia, equidad y contrastabilidad, se recurrirá a tres instrumentos principales: la prueba escrita objetiva (véase anexo 2), la lista de control (véase anexo 5) y la escala de valoración de producciones para ejercicios y entregables (véase anexo 6), según lo dispuesto en el cuadro 1.

El éxito de la intervención y el grado de aceptación de la misma por el alumnado serán asimismo evaluados mediante una encuesta cualitativa (véase anexo 7). El uso de esta herramienta anónima permitirá conocer si la intervención ha resultado atractiva (cuestiones 1-3), así como si la percepción de los estudiantes hacia las ciencias (y en concreto, la Biología) ha cambiado con la puesta en práctica de la intervención (cuestiones 4-7). Del mismo modo se interrogará al estudiante sobre su interés por esta clase de recursos en otros ámbitos y en esta temática en cursos posteriores (4.º de ESO, bajo un supuesto de promoción; cuestiones 8-9). Las cuestiones finales (10-12) se centran en el aspecto actitudinal hacia la ciencia en relación con su incidencia en la sociedad y en el futuro laboral del encuestado. Adicionalmente, se incluye un espacio para que el educando se exprese libremente en relación con la intervención.

6. Conclusiones

El colectivo de estudiantes del PMAR presenta una casuística particular en la que la desmotivación suele generar un desinterés claro por la ciencia. Sin embargo, la materia de Biología en el ámbito científico-matemático cuenta con grandes oportunidades en términos de innovación docente.

En el presente artículo se provee de una intervención completa, diseñada para ser realizada en el aula a lo largo de un total de tres semanas de ejecución. La propuesta puede ser desarrollada como refuerzo de las clases teóricas y prácticas del ámbito, aumentando su efectividad. Además, las bases de diseño puestas en práctica pueden servir para la ampliación de la propuesta, aplicando las dinámicas aquí presentadas a otros contenidos del ámbito científico-matemático. En este sentido, la intervención surge con una clara vocación de transversalidad y puede ser aplicada conjuntamente entre ámbitos específicos con la finalidad de mejorar la motivación general del alumnado.

En relación con la idoneidad de las metodologías incluidas en la propuesta, cabe destacar que las TIC suponen herramientas atractivas, dinámicas y de fácil comprensión que facilitan trabajar las materias de ciencias. El trabajo colaborativo, por su parte, afianza la autoestima y potencia el desarrollo de las habilidades sociales. El uso de actividades creativas favorece la atención, mientras que la gamificación educativa refuerza el carácter participativo del recurso. La gamificación trabaja, además, el aprendizaje de un modo proactivo y distendido, reduciendo el estrés y buscando la motivación intrínseca en el alumnado. Las rutinas de pensamiento llevan al estudiante a comprender mejor su propio proceso de aprendizaje, a plantearse interrogantes y a indagar en aquello que desconoce, consiguiendo mayor implicación y autonomía.

Finalmente, se concluye que el uso sostenido y combinado de las metodologías favorecedoras descritas en este trabajo puede suponer una herramienta altamente deseable para la mejora de la motivación y el interés por la ciencia en estudiantes del PMAR.

La materia de Biología en el ámbito científico-matemático cuenta con grandes oportunidades en términos de innovación docente

El uso sostenido y combinado de las metodologías favorecedoras descritas en este trabajo puede suponer una herramienta altamente deseable para la mejora de la motivación y el interés por la ciencia en estudiantes del PMAR

Referencias bibliográficas

- Alarcón Gallego, E. C. y Guzmán Grijalva, M. L. (2016). *Potenciar la atención y concentración de los estudiantes de grado 2.º de la escuela Isabel de Castilla a través de actividades artísticas y lúdico-pedagógicas*. Fundación Universitaria Los Libertadores.
- Corujo Vélez, C., Méndez García, S. y Rodríguez Carmona, A. M.^a (2018). Valoración de los Programas de Mejora del Aprendizaje y del Rendimiento desde la visión de sus protagonistas en cuatro poblaciones de la provincia de Sevilla. *Tendencias Pedagógicas*, 32, 31-48. <https://doi.org/10.15366/tp2018.32.003>
- Garretón V., Baez, M., Carpinelli, J., Cataldo, R., Serrano, I., González, M., Szwarcberg, M. y Mercovich, E. (2012). *Kokori, aprendizaje en biología celular con videojuegos*. Universidad Santo Tomás y Austral Biotech. <http://www.lofsur.cl/proyectos/kokori/>
- González Delgado, M. Y. (2019). *Absentismo escolar. ¿Una inclusión es posible?* (Trabajo de fin de grado). Universidad de La Laguna. <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/15895>
- Hevia Rocas, J. R. (2016). *Inteligencias múltiples y aprendizaje cooperativo en el aula de Biología y Geología* (Trabajo de fin de máster). Universidad de Oviedo. <https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/38484>
- Jiménez Aleixandre, M.^a P. y Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 21(3), 359-370. <https://core.ac.uk/reader/38990750>
- Johnson, D. W. y Johnson, R. T. (1999). *Aprender juntos y solos: aprendizaje cooperativo, competitivo e individualista*. Aique, SA.
- Kent, D. B. (2019). Plickers and the pedagogical practicality of fast formative assessment. *Teaching English with Technology*, 19(3), 90-104. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1224605>
- Laboratorio de Innovación Educativa, Cooperativa de Enseñanza José Ramón Otero y Colegio Ártica. (2012). *Aprendizaje cooperativo. Qué- Por qué- Para qué- Cómo. Propuesta para la implantación de una estructura de cooperación en el aula*. http://www.madrid.org/dat_capital/upe/impresos_pdf/AprendizajeCooperativo2012.pdf
- Laudadio, J. (2008). Motivación y acción. En J. Heckhausen y J. Kuhl (Eds.), *Jornadas de Investigación y Cuarto Encuentro de Investigadores en Psicología del MERCOSUR* (pp. 282-284). Buenos Aires, Argentina.
- Ley orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de educación (Boletín Oficial del Estado [BOE] núm. 106, de 4 de mayo de 2006, pp. 17.158-17.207).
- Ley orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (BOE núm. 295, de 10 de diciembre de 2013, pp. 97.858- 97.921).
- Méndez Coca, D. (2015). Estudio de las motivaciones de los estudiantes de secundaria de Física y Química y la influencia de las metodologías de enseñanza en su interés. *Educación XX1*, 18(2), 215-235. <https://www.redalyc.org/pdf/706/70638708009.pdf>
- Ocelli, M., Biber, P. A., Willging, P. A. y Valeiras, N. (2014). Jugar y aprender biología celular: una experiencia con el videojuego Kokori. En M. Ortiz, B. Ayuso, M. J. Rassetto y E. E. Lozano (Eds.), *XI Jornadas Nacionales y VI Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología «Afianzando el Vínculo entre la Formación del Profesorado, la Investigación en Didáctica de las*

Ciencias y la Innovación en las Aulas» (pp. 1-5). Río Negro, Argentina. https://www.researchgate.net/publication/267777185_Jugar_y_aprender_biologia_celular_una_experiencia_con_el_videojuego_Kokori

Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León (Boletín Oficial de Castilla y León [BOCYL] núm. 86, de 8 de mayo de 2015, pp. 32.051-32.480).

Ortiz-Colón, A. M., Jordán, J. y Agredal, M. (2018). Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Educação e Pesquisa*, 44, 1-17. https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-97022018000100448&script=sci_abstract&ting=es

Pinedo González, R., García Martín, N. y Cañas Encinas, M. (2017). Innovación educativa mediante el uso de metodologías activas y estrategias de pensamiento visible en la formación inicial del profesorado. En J. C. Núñez Pérez, M.^a C. Pérez-Fuentes, M.^a M. Molero Jurado, J. J. Gázquez Linares, A. Martos Martínez, A. B. Barragán Martín y M.^a M. Simón Márquez (Eds.), *Temas actua-*

les de investigación en las áreas de la salud y la educación (pp. 93-100). SCINFOPER.

Ritchhart, R., Church, M. y Morrison, K. (2014). Rutinas para presentar y explorar ideas. En R. Ritchhart, M. Church y K. Morrison (Eds.), *Hacer visible el pensamiento* (pp. 97-165). Paidós.

Rodríguez-Fernández, L. (2017). Smartphones y aprendizaje: el uso de Kahoot en el aula universitaria. *Revista Mediterránea de Comunicación*, 8(1), 181-189. <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/61238>

Torres-Toukoumidis, A. y Romero-Rodríguez, L. M. (2018). Aprender jugando. La gamificación en el aula. En R. García-Ruiz, A. Pérez-Rodríguez y A. Torres (Eds.), *Educación para los nuevos medios: claves para el desarrollo de la competencia mediática en el entorno digital* (pp. 61-72). Universidad Politécnica Salesiana. https://www.researchgate.net/publication/324950179_Aprender_jugando_La_gamificacion_en_el_aula

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.

Anexo 1

Ejercicio de reflexión para la «Actividad 1. Misión celular» utilizando el visor de célula

Pulsa el icono «Navegador de célula» de Kokori y accede al interior de la célula (citoplasma). En él podrás ver numerosos orgánulos celulares. Elige uno y responde a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué ves en la célula? ¿Cómo es el orgánulo que has seleccionado? ¿Qué forma tiene? ¿Presenta alguna particularidad en su superficie?

.....
.....





2. ¿Qué crees que sucede en la célula en este momento?

.....
.....

3. ¿Cómo crees que cambiaría la célula si se encontrase en un entorno con compuestos tóxicos?

.....
.....

4. Realiza un dibujo libre sobre la célula señalando el orgánulo elegido.

Anexo 2

Ejercicio de evaluación tras el uso del videojuego Kokori 1.2.1.20

A continuación, debes responder a las siguientes preguntas sobre lo que has aprendido utilizando el videojuego Kokori.

1. ¿Cuál es la función de la mitocondria en la célula? (0,50 puntos)

.....
.....

2. ¿Cómo se llama el proceso que tiene lugar en la mitocondria? ¿Qué molécula entra en la mitocondria y cuál se genera como resultado del proceso? (1 punto)

.....
.....





3. ¿Cuál es la función de los lisosomas en la célula? (1 punto)

.....
.....

4. ¿Qué tipo de disparo se debe usar con los robots cazadores para eliminar una bacteria? ¿Qué tipo resulta inútil contra infecciones bacterianas? (1 punto)

.....
.....

5. ¿Cuál es la función principal del RER? (1 punto)

.....
.....

6. Nombra tres macromoléculas orgánicas que formen parte de la membrana del retículo endoplasmático rugoso. (1,50 puntos)

.....
.....

7. ¿Cómo se reproducen los virus? Puedes dibujar un esquema para explicar el proceso. (2 puntos)

.....
.....

8. En una intoxicación celular por alcohol, ¿qué orgánulo lleva a cabo la protección celular? (1 punto)

.....
.....

9. ¿Has observado las cadenas que emergían del núcleo celular? ¿De qué clase de macromoléculas orgánicas se trataba? (elige una opción). (1 punto)

Ácidos grasos	Ácidos nucleicos	Aminoácidos	Glucosa
---------------	------------------	-------------	---------

Anexo 3

Ejercicio de rutina del pensamiento PIE previo a la «Actividad 2. La ruleta de la salud»

Antes de comenzar, piensa en lo que sabes sobre la salud humana. Dedicar el tiempo que necesites para explorar tus ideas y contesta a las siguientes preguntas. No hay respuestas correctas ni erróneas, solo debes exponer tu pensamiento respecto de las siguientes cuestiones.

1. ¿Cuánto sabes sobre salud humana? ¿Cuáles son los temas que piensas que conoces mejor? ¿Por qué sabes tanto sobre ellos?

.....

2. ¿Hay aspectos relacionados con la salud o la enfermedad que te preocupen? ¿Cuáles son esos aspectos que te inquietan? ¿Por qué motivo te inquietan o interesan? ¿Te gustaría saber más sobre esos temas?

.....

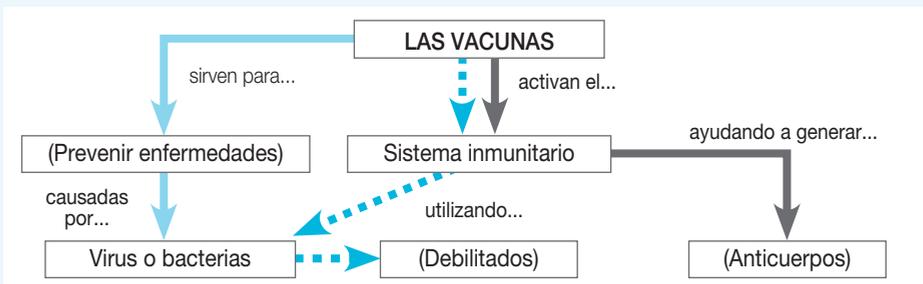
3. Cuando tienes dudas relacionadas con la vida sana o las enfermedades, ¿dónde buscas información? ¿A quién preguntas? ¿Cuántas fuentes de información sobre el tema conoces?

.....

Anexo 4

Ejercicio de mapa conceptual para la «Actividad 2. La ruleta de la salud»

Haciendo uso de todo lo que has aprendido durante las clases sobre salud humana, cumplimenta el siguiente mapa conceptual de forma que todas las líneas del esquema tengan sentido. Fíjate en que cada línea de color debe formar una frase con sentido completo al unir los diferentes cuadros.



Nota: los contenidos entre paréntesis no se aportarán en el ejercicio para los alumnos.



Anexo 5

Lista de control diseñada para la intervención

Criterio de valoración	Sí (5 puntos)	No (0 puntos)
Presta atención a las explicaciones		
Participa activamente en la clase		
Expone y argumenta correctamente		
Respeto los argumentos de los demás estudiantes		
Aplica los conocimientos propios del ámbito al caso propuesto		
Muestra interés y plantea preguntas		
Apto (5 en escala 1-10) > 15 puntos	Total:	

Anexo 6

Escala de valoración diseñada para la intervención

Criterio de valoración	Mucho (10 puntos)	Algo (5 puntos)	Nada (0 puntos)
Corrección. El entregable es correcto. No se detectan errores graves asociados a conceptos esenciales en la temática.			
Compleitud. La producción incluye los elementos necesarios de forma acorde a lo pedido. No se detecta la falta de elementos relevantes en la misma.			
Originalidad. La producción muestra aportaciones propias del autor que denotan interés y esfuerzo en la elaboración.			
Innovación. El entregable incluye algún elemento no solicitado que mejora su uso o comprensión por parte del observador/usuario.			
Apto (5 en escala 1-10) > 15 puntos	Total:		



Anexo 7

Encuesta de evaluación de la intervención

A continuación, se formulan algunas preguntas sobre tu experiencia en las actividades realizadas este curso en las materias del ámbito científico-matemático. No es necesario que escribas tu nombre, pues las respuestas son anónimas. Debes responder con sinceridad señalando el cuadro que mejor represente tu opinión (mucho, algo o nada de acuerdo) con cada una de las cuestiones que se plantean. Para realizar la encuesta tendrás 20 minutos. Si tienes alguna duda, puedes preguntar al docente. Al final de la encuesta, se incluye un espacio para que hagas todos los comentarios que consideres necesarios sobre las actividades que has realizado.

1. Las actividades realizadas en el ámbito científico-matemático me han gustado.

Mucho	Algo	Nada
-------	------	------

2. Las actividades realizadas en el ámbito científico-matemático me han animado a estudiar ciencias.

Mucho	Algo	Nada
-------	------	------

3. Las actividades realizadas en el ámbito científico-matemático me han ayudado a entender mejor las materias de ciencias.

Mucho	Algo	Nada
-------	------	------

4. Las materias de ciencias me parecen divertidas.

Mucho	Algo	Nada
-------	------	------

5. Las materias de ciencias me resultan sencillas.

Mucho	Algo	Nada
-------	------	------

6. Antes de realizar las actividades, la materia de Biología me resultaba entretenida.

Mucho	Algo	Nada
-------	------	------





7. Antes de realizar las actividades, la materia de Biología me resultaba fácil de entender.

Mucho	Algo	Nada
-------	------	------

8. Me gustaría realizar actividades de este tipo en otros ámbitos.

Mucho	Algo	Nada
-------	------	------

9. Me gustaría realizar más actividades de este tipo el próximo curso.

Mucho	Algo	Nada
-------	------	------

10. Creo que la ciencia y la tecnología afectan al día a día de las personas.

Mucho	Algo	Nada
-------	------	------

11. Me gustaría trabajar en algo relacionado con ciencia o tecnología en el futuro.

Mucho	Algo	Nada
-------	------	------

12. Opino que mucha gente ve la Biología como una ciencia útil para sus vidas.

Mucho	Algo	Nada
-------	------	------

Si tienes algún comentario que hacer sobre las actividades, puedes expresarlo en el siguiente espacio:

.....

.....

.....

.....

.....

.....