

APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS Y APRENDIZAJE COLABORATIVO EN EDUCACIÓN SECUNDARIA: ¿DEBERÍAMOS CONSERVAR LAS BIOCOSTRAS?

MÓNICA ORTIZ GONZÁLEZ, J. BEATRIZ CARA TORRES Y ANABELLA GARZÓN FERNÁNDEZ

monicaortiz95.mog@gmail.com; bcara@ual.es; agarzon@ual.es

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente nos encontramos inmersos en una sociedad en crisis de valores ambientales y sociales, caracterizada por su ruptura con el medio que le rodea. Monge y Monge (2016) consideran la educación formal como herramienta para solucionar los problemas socio-ambientales y garantizar la sostenibilidad. Para conseguir la formación integral de un estudiante es necesario que éste desarrolle las competencias de ser, conocer, hacer y entender (Carvajal et al., 2019). García Valecillo (2009) considera la importancia de la Educación Patrimonial como «un proceso pedagógico centrado en las percepciones, conocimientos y valores que subyacen en una sociedad».

1.1. Justificación

Esta propuesta didáctica trabaja la temática de los ecosistemas y la influencia del ser humano en ellos, a través del estudio de las biocostras o costras biológicas del suelo, pues éstas constituyen un pequeño ecosistema presente en algunas zonas de Almería, como el Desierto de Tabernas, el Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar o el Karst de Yesos de Sorbas. La provincia de Almería presenta una gran variación de altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 2600 m.s.n.m. en las cotas más altas, lo que da lugar a las variables tipologías de suelos y geodiversidad, unido al clima árido y semiárido que hacen de Almería una provincia con gran biodiversidad y riqueza medioambiental (Ibáñez et al., 2016). Sin embargo, la conservación de esta biodiversidad es entendida, no en pocas ocasiones, como un impedimento al desarrollo socioeconómico al no considerar los servicios ecosistémicos que aportan (Cabello y Castro, 2012), entendiéndose por servicio ecosistémico los recursos o procesos de los ecosistemas que benefician a los seres humanos. Las biocostras suministran beneficios a la población, tales como la reducción de la erosión hídrica y eólica o aumentar la infiltración de agua, tan importante en climas áridos y semiáridos, pero a pesar de las características tan beneficiosas que producen las biocostras y dada su fragilidad, aún no se ha establecido ninguna figura de protección que permita su conservación, puesto que son poco conocidas en España.

Esta propuesta didáctica se focaliza en el alumnado de 4º de la ESO, en la asignatura de Biología y Geología, como parte del Bloque 3 «Ecología y medio ambiente», enfocada desde la perspectiva más social y ambiental, a través del estudio de las biocostras. Se plantea que el alumnado adquiera conocimiento mediante la elaboración de un proyecto de sensibilización ambiental, orientado a informar a la población local sobre la importancia de la conservación de este ecosistema para la protección del medio ambiente de nuestro entorno, dicho proyecto será expuesto al resto de la población a través de

las redes sociales, mediante un Blog en Instagram, que será desarrollado por los propios estudiantes. Las metodologías propuestas son el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y el Aprendizaje Colaborativo, incorporando el uso de las TIC para la búsqueda de información y creación de contenidos, así como la realización de debates que permitan trabajar la expresión oral y el pensamiento crítico.

1.2. Objetivos

El objetivo principal es desarrollar una propuesta didáctica orientada al alumnado de 4º de E.S.O. para la asignatura de Biología y Geología, centrándonos en la temática de «Los ecosistemas y la influencia del ser humano» desde el análisis de las biocostras o costras biológicas del suelo.

Los objetivos específicos del presente estudio son:

- Estudiar los contenidos del currículo a través de recursos ecosistémicos cercanos a los estudiantes.
- Introducir metodologías innovadoras como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y el Aprendizaje Colaborativo (AC), y usando recursos Tecnológicos para la Información y la Comunicación (TIC) en el desarrollo de las sesiones.

2. MARCO TEÓRICO. ESTADO DE LA CUESTIÓN

2.1. Las Biocostras

Esta propuesta didáctica está contextualizada en la provincia de Almería ya que, debido al carácter árido y semiárido de determinadas áreas, donde se establecen unas condiciones ambientales específicas, predominado por la baja disponibilidad hídrica que impiden la supervivencia de especies, y en las que, sin embargo, pueden formar comunidades las biocostras. Las costras biológicas del suelo o biocostras (Fig. 1), se consideran comunidades bióticas complejas formadas por la asociación íntima entre organismos fotosintetizadores como cianobacterias, algas, líquenes, briofitos y partículas del suelo, que además incluyen otros microorganismos descomponedores (hongos, hepáticas, bacterias y arqueas) y microartrópodos (Rodríguez-Caballero et al., 2018). Numerosos trabajos han demostrado que las costras biológicas, son capaces de fijar carbono y nitrógeno atmosféricos (Miralles et al., 2018), secretan aminoácidos, exopolisacáridos y carbohidratos, modifican la textura y la porosidad, aportando cohesión y estabilidad, y aumentan la rugosidad del suelo (Rodríguez-Caballero et al., 2017). Por todo ello, pueden considerarse ecosistemas en miniatura (Castillo & Maestre, 2011), lo cual es muy útil para su uso como modelo en la explicación de numerosos procesos ecológicos.



Figura 1. Imagen representativa de una biocostra del desierto de Tabernas. Su coloración blanca se debe al último organismo colonizador: líquenes.

2.2. Metodologías activas

El constructivismo reconoce el papel activo del alumnado en el proceso de aprendizaje (Durán, 2013), estableciendo unas características muy concretas para el proceso de enseñanza-aprendizaje, tales como tener en cuenta el contexto, considerar el aprendizaje previo, favorecer la implicación activa de los estudiantes y el diálogo, diversificar la metodología, plantear actividades que les permitan hacer, tocar y experimentar y favorecer las operaciones mentales de tipo inductivo. La secuencia de trabajo que se plantea es la siguiente: presentar un hecho, analizarlo, buscar relaciones y factores implicados y finalmente generalizar (Ortiz, 2015). Las metodologías activas que se proponen en este trabajo son el ABP, el AC y la utilización de la TIC.

2.2.1. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)

Con esta metodología se pretende captar el interés de los estudiantes a partir de los problemas del mundo real, facilitando el desarrollo del pensamiento crítico en ellos a medida que adquieren conocimiento y lo aplican para dar solución a estos problemas (Indrawan, Jalinus y Syahril, 2019). Como mencionan Botella y Ramos (2018), el ABP comienza con planteamientos de cuestiones por parte del docente que los estudiantes deben resolver y que, durante el desarrollo del proyecto, el alumnado deberá ser consciente de qué información necesita para poder obtener la solución, dónde buscarla y decidir qué estrategia seguir para crear el producto final que dé la respuesta a las cuestiones planteadas.

2.2.2. Aprendizaje Colaborativo (AC)

El AC es entendido como un aprendizaje innovador, más entretenido y motivador, es presentando en la literatura como un proceso de comunicación en el aula que genera capacidades cognitivas para conseguir los objetivos del aprendizaje mediante los actos de habla y escucha (Lizcano, Barbosa & Villamizar, 2019). Como recoge Laal (2013), el AC es un proceso que debe conllevar interdependencia positiva, interacción, responsabilidad individual y desarrollo de habilidades sociales. Esta metodología potencia el rendimiento personal para conseguir buenos resultados grupales, dónde prima la colaboración y la cooperación entre el alumnado (Lizcano, Barbosa & Villamizar, 2019).

2.2.3. Las TIC en el aula

La aparición de las TIC puso de manifiesto la necesidad de plantear nuevas metodologías para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje utilizado hasta el momento. Domínguez, Hernández & Chica (2018) plantean que las TIC son aún, un recurso infrautilizado por los docentes en el proceso de enseñanza.

La secuencia de actividades establecida para esta propuesta didáctica prioriza el uso de las TIC, en la búsqueda de información y para publicar y facilitar la divulgación a la población almeriense de los resultados del proyecto a través de las redes sociales. Los blogs educativos son una herramienta interesante para la divulgación científica a través de Internet y de fácil acceso para los estudiantes y para la población en general. Los blogs han sido muy utilizados para discutir, escribir, reflexionar y comentar temas e ideas científicas, durante la última década. Además, fomentan las discusiones de grupo, estimula el discurso crítico, construye conocimiento, motiva la participación y profundiza en la comprensión, lo que influye positivamente en el aprendizaje (Valencia y Rodríguez, 2019).

3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1. Ámbito de intervención

La siguiente propuesta de aula está dirigida al alumnado de 4º de la E.S.O., dentro de la asignatura de Biología y Geología, de un centro educativo de la provincia de Almería, aunque puede ser implementada en otras poblaciones con características ambientales similares. En el caso de que en el grupo de estudiantes existiera alguien con necesidades educativas especiales, se podrían adaptar algunas actividades y enfocarlas a toda la diversidad de alumnado.

3.2. Objetivos de la propuesta

El objetivo general de esta propuesta didáctica, enfocada en 4º de E.S.O., es descubrir la importancia ambiental y social de los ecosistemas desde el enfoque constructivista de la metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos y Aprendizaje Colaborativo.

Los objetivos específicos de la propuesta didáctica son:

- Comprender los contenidos de la materia para participar en la toma de decisiones y desarrollar sentido crítico en torno a los problemas ambientales.
- Conocer los elementos del patrimonio natural almeriense y valorar las relaciones de la sociedad con la naturaleza.
- Consolidar hábitos de trabajo colaborativo y desarrollar destrezas en el uso de las TICs.
- Dotar al alumnado de autonomía para la adquisición de contenidos.

3.3. Explicitación de la propuesta

En este apartado se presentan la distribución de sesiones, actividades y proyectos que se proponen, así como los materiales y recursos que se emplearían. En total contendría 18 sesiones y 30 actividades (A) distribuidas del siguiente modo:

Sesión 1. Pretest de Ideas Previas

A1. Pretest. Consistiría en realizar un cuestionario en «*Google Formularios*» con 10 preguntas tipo test y de respuesta corta. El análisis de los resultados nos dará información para saber de dónde partir y qué conceptos erróneos tienen los alumnos.

A2. Introducción del alumnado a la metodología ABP y AC. En esta actividad se explicarían las metodologías a seguir durante las sesiones posteriores y el sistema de evaluación.

Sesión 2. Ecosistemas y Biocostras

A3. Ecosistemas. Al inicio de clase se realiza la siguiente pregunta: ¿Qué es un ecosistema? Tras la exposición de sus ideas, los estudiantes realizarán una búsqueda en diferentes recursos en internet para responderla.

A4. Biocostras. Se visualizarán recursos (vídeos, imágenes, enlaces a proyectos de investigación) relacionados con el tema de las biocostras o costras biológicas del suelo y se resolverán las dudas.

A modo de ejemplo, algunos posibles recursos serían: <http://www2.ual.es/cecoual/costras-biologicas/>; <https://www.youtube.com/watch?v=ok0oRsPxxkRU&t=43s>

Sesión 3. Debate: Biocostras

A5. Debate en mesa redonda: Las biocostras como un ecosistema Importante de Almería. Se debatirá sobre la temática para ver en qué postura se sitúa cada uno de los estudiantes. Se presenta al moderador/a y al secretario/a y las normas del debate.

Sesión 4. Práctica de Laboratorio: Crear un ecosistema

A6. Biotopo – Biocenosis. Los estudiantes deberán elaborar un documento dónde se recojan las características del biotopo de las biocostras: suelo, clima, humedad, insolación; y de la biocenosis: especies que conforman las biocostras. La documentación necesaria será entregada por el profesor, elaborada a partir de artículos científicos.

A7. Práctica de laboratorio – Ecosistema.

1. En una caja de metacrilato transparente introduciremos arena, un poco de agua salina (para simular el ecosistema de Cabo de Gata) y la pondremos al sol.
2. En una caja de metacrilato como la anterior se va a simular la misma situación, pero esta vez se va a inocular con cianobacterias primigenias, para provocar la colonización de estos ecosistemas. Antes de añadir las bacterias, estas serán observadas al microscopio por los alumnos y alumnas.
3. Dejaremos ambas cajas durante varias semanas.

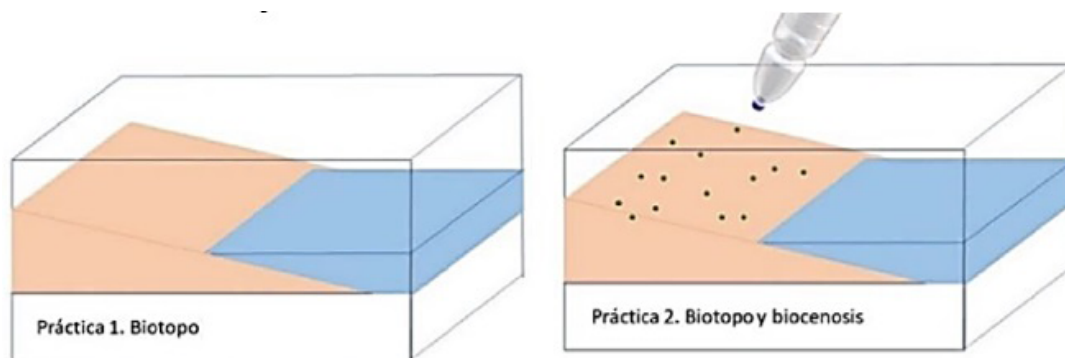


Figura 2. Representación gráfica de la primera práctica de laboratorio

Sesión 5. Conceptos

A8. Revisión de conceptos. Diferenciar entre biotopo, biocenosis, hábitat y nicho ecológico. Búsqueda autónoma de documentos web. Redactar un documento de Word y enviarlo al profesor o profesora.

A9. Ecosistemas. El alumnado tendrá que identificar los conceptos anteriores presentes en el siguiente video: <https://www.youtube.com/watch?v=OYe9txDiniI&t=111s>

Sesión 6. Debate: Desde mis gafas de científico/a

A10. Aplicación de los conceptos aprendidos mediante las siguientes preguntas: ¿Qué factores son necesarios para el funcionamiento de los ecosistemas? ¿Qué ocurriría si a nuestro ecosistema le cambiamos las condiciones del medio físico? Las condiciones cambian con el cambio global provocado por la acción antrópica, ¿estamos destruyendo el mayor ecosistema que es la Tierra? Los últimos 15 minutos se dedicarán a extraer conclusiones en grupo.

Sesión 7. Límite de tolerancia en ecosistemas

A11. Límite de tolerancia de las biocostras. A partir de una búsqueda en Internet y la ayuda del docente el alumnado deberá obtener información sobre por qué en Almería hay biocostras. ¿Qué pasaría si de pronto un año lloviera mucho? ¿y si hiciera una media de 35°C? ¿Nuestras biocostras podrían desarrollarse igual? Deberán de enviar al profesor la respuesta a todas estas preguntas.

A12. Explicación del Proyecto y la evaluación. Se trata de un proyecto grupal (4-5 estudiantes) que deben presentar en la última sesión en formato póster, donde se recojan los siguientes contenidos: localización geográfica, estado actual de las biocostras, estrategias de conservación personales, crítica grupal sobre la importancia de la protección de las biocostras: a) provisión de servicios ecosistémicos, b) impactos antrópicos que las amenazan y c) importancia del ecosistema y las propias especies. La evaluación del póster será mediante las rúbricas presentadas en la primera sesión.

Sesión 8. Encuesta y blog

A13. Encuesta. Se trata de desarrollar las preguntas sobre este ecosistema y su conservación que se van a realizar a la población de Almería. Trasladar el cuestionario a formato digital (*Google Formularios*) y distribuirlo a través de redes sociales y WhatsApp.

A14. Creación de un Blog en Instagram. En esta actividad se creará un Blog de Instagram y se hará la primera publicación para que los alumnos aprendan a subir fotos acompañadas de un texto, indicando quienes son, qué van a hacer y por qué están interesados en el estudio de las biocostras. El objetivo de este blog es informar a la población de la importancia de conservar y proteger las biocostras e informar sobre la investigación que se está llevando a cabo en nuestro centro.

Sesión 9. Debate: Impactos antrópicos

A15. Debate. Teniendo en cuenta los organismos que intervienen en las biocostras, sus relaciones, el hábitat, el nicho ecológico y los límites de tolerancia, ¿podríamos decir que las biocostras son frágiles ante perturbaciones de origen climático y/o antrópico? ¿Deberíamos proteger las biocostras? ¿Cómo lo podríamos hacer? Cada grupo expondrá su opinión a través del portavoz elegido.

Sesión 10. Práctica de Laboratorio: Publicación de resultados de la creación de un ecosistema

A16. Resultados obtenidos. ¿Qué ha pasado con nuestras cajas experimentales? En una caja no debería de haber cambios y en la otra, inicios de biocostras. En grupos, deben anotar los resultados y discutir si eran los esperados, así como, fotografiarlos.

A17. Publicación en el blog de las fotos tomadas: la clase seleccionará aquellas mejores para publicarlas en el blog. Contarán a los seguidores/as cuales eran los resultados esperados y cuáles han sido los resultados finales.

Sesión 11. Servicios Ecosistémicos

A18. Presentación de la salida de campo. Se explicará al alumnado las paradas que se harán, primero en el Desierto de Tabernas y después, en Cabo de Gata. Se les darán indicaciones de lo que tienen que observar para poder hacer el trabajo: a) biocostras y su coloración, b) rastros y señales de impactos antrópicos, c) características ambientales, climáticas y geológicas de interés para el desarrollo de las biocostras y d) fotografiar y tomar notas.

A19. Introducción del término Servicios Ecosistémicos. Se hará una búsqueda online del término «servicios ecosistémicos», los tipos y ejemplos. Se analizarán los servicios ecosistémicos de zonas áridas. Se pondrán en común los resultados con la clase y se aclararán las dudas.

Sesión 12. Salida de Campo

A20. Excursión. Se visitará el Paraje Natural del Desierto de Tabernas, concretamente la estación experimental de «El Cautivo» y en el Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar, la zona de las Amoladeras. Ambas son zonas representativas de biocostras en ecosistemas áridos.

Sesión 13. Servicios ecosistémicos e Impactos antrópicos

A21. Identificación de los servicios ecosistémicos suministrados por las biocostras. Con la ayuda de la documentación que será entregada por el profesor y la propia experiencia de la salida de campo, los estudiantes responderán a la siguiente cuestión: ¿Qué beneficios producen las biocostras sobre el ser humano?

A22. Impactos antrópicos sobre las biocostras. Se organizará la información anotada durante la salida de campo y, junto con algunos documentos que detallen estos impactos, elaborarán un documento Word donde se recoja esa información.

Sesión 14. Práctica de Laboratorio: Pulsos de Lluvia

A23. Simular un efecto de lluvia sobre el suelo con y sin biocostras (obtenidos en la práctica anterior). La práctica será grabada para poder analizarla en grupo detenidamente. Se medirá el volumen de agua infiltrada y se anotarán las observaciones. La figura 3 es un esquema ilustrativo de la práctica.

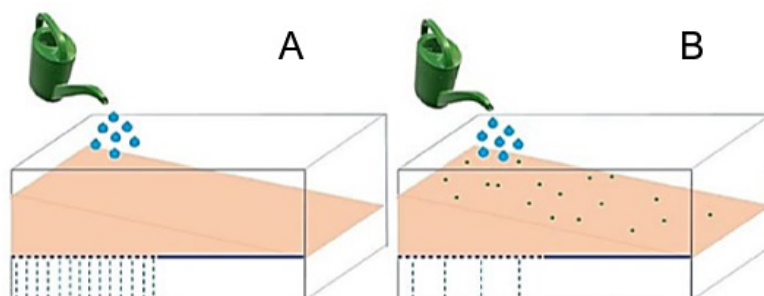


Figura 3. Representación gráfica de la segunda práctica de laboratorio. A) Pulso de agua sobre un suelo desnudo. B) Pulso de agua sobre un suelo con biocostras.

A24. Publicación en el blog. Se publicarán en el blog las imágenes de las biocostras, su localización geográfica, las especies identificadas, los servicios ecosistémicos de regulación que producen. Se hará una selección de las mejores imágenes de cada grupo, y se pondrá en común la mejor redacción para el texto.

Sesión 15. Proyecto

A25. Análisis de los resultados de la encuesta. Se analizarán los resultados de la encuesta sobre las opiniones y sensaciones que tiene la población local en relación a los ecosistemas áridos, las biocostras y la visión, favorable o no, hacia la conservación y protección de estas. Para ello se realizarán gráficas y tablas donde se visualicen los resultados.

A26. Dudas de proyecto. Resolución de dudas con respecto al contenido del proyecto, a la presentación en póster, a la exposición de los resultados o la evaluación.

Sesión 16. Juego de roles

A27. Juego de roles. Se harán 3 grupos, cada uno de ellos simulará que son:

- Científicos/as que estudian la importancia de las biocostras.
- Gestores de Administración Pública con autoridad para proteger el ecosistema.
- Ciudadanos de los municipios cercanos.

Cada grupo tiene que defender sus intereses y ponerse en el lugar de los otros hasta llegar a un posible acuerdo. Los últimos 15 minutos se dedicarán a extraer conclusiones finales.

Sesión 17. Exposición de Proyectos

A28. Presentación del Proyecto final. Cada grupo deberá exponer su póster a los compañeros, seguidamente habrá un turno de preguntas por el profesor.

Sesión 18. Posttest y Publicación de posters en el Blog

A29. Publicación en el Blog de Instagram. Se subirán al blog los posters junto con un texto para concienciar a la población.

A30. Posttest y entrega de evaluaciones. El alumnado contestará nuevamente al cuestionario inicial de ideas previas para que el profesor pueda contrastar los conocimientos y competencias adquiridas. Además, los estudiantes completarán un cuestionario de autoevaluación y coevaluación.

3.4. Evaluación

En esta propuesta se pretende evaluar al estudiante desde distintos enfoques para conseguir analizar adecuadamente todos los tipos de aportaciones. Se propone dejar los roles docente-estudiante a un lado y priorizar al alumnado en la acción evaluativa mediante la coevaluación. El proceso de aprendizaje no debe circunscribirse a una prueba escrita al acabar los contenidos, sino contemplar el desarrollo de la actividad de exploración y reflexión de los estudiantes (Ríos, 2007).

Para ello, la primera parte trata de evaluar los debates desde un enfoque comprensivo, es decir, desde el intercambio de ideas, percepciones y valoraciones entre los alumnos y alumnas. La evaluación

del debate será mediante coevaluación empleando una rúbrica que los alumnos y alumnas conocerán previamente. La evaluación ABP debe tener en cuenta el desarrollo personal y social del alumnado, promoviendo las reflexiones individuales y grupales. El contexto del ABP es la formación autónoma del YO, compartido con NOSOTROS para un VOSOTROS. En este contexto habrá una evaluación individual, mediante autoevaluación, y una grupal mediante coevaluación.

Para la evaluación del proyecto se van a establecer dos rúbricas de evaluación. La primera rúbrica será referente a lo que los alumnos y alumnas han aprendido y cómo han contribuido al grupo. Serán los propios estudiantes los que se autoevalúen. La segunda rúbrica evaluará al estudiante como miembro del grupo. Serán sus compañeros de grupo quienes lo evalúen (coevaluación).

4. CONCLUSIONES

Con esta propuesta didáctica se pretende combinar varias metodologías para favorecer la asimilación de los contenidos recogidos en el currículo de Andalucía para la asignatura de Biología y Geología impartida en 4º de la ESO.

Con la metodología ABP se pretende integrar la educación patrimonial en las aulas, a través de un proyecto enfocado hacia el estudio de temas científicos con una visión de crear «ciencia útil» y estudiando un problema cercano a los estudiantes, como son las biocostras y sus beneficios ambientales. Los estudiantes pueden divulgar el conocimiento adquirido entre la población gracias a los recursos TIC. Se espera que con esta propuesta didáctica el alumnado desarrolle nuevas habilidades en la resolución de problemas, aprendizaje autónomo, trabajo en equipo, responsabilidad hacia el medio ambiente, competencias para la comunicación y concienciación ambiental.

Las biocostras son un ecosistema desconocido para la mayoría de la población, sin embargo, dada su importancia, está siendo estudiado por un grupo de científicos/as de la Universidad de Almería. Este ecosistema aún está infravalorado en España, y concretamente en Almería, por lo que se espera que esta propuesta amplíe el conocimiento que la población local tiene de las biocostras y de su importancia en ecosistemas de zonas climáticas áridas y semiáridas, como el Desierto de Tabernas, el Parque Natural de Cabo de Gata- Níjar o el Karst de Yesos de Sorbas.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOTELLA, A.M. & RAMOS, P. (2018). Investigación-acción y aprendizaje basado en proyectos. Una revisión bibliográfica. *SciELO. Perfiles educativos*, 41, 57-70.
- CABELLO, J. AND CASTRO, A.J., (2012). Estado y tendencia de los servicios de los ecosistemas de Zonas Áridas de Andalucía. In: *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio Andalucía*. Edt: Fundación Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, Spain.
- CARVAJAL, L., GONZÁLEZ, J., MARTÍNEZ, P. & RAMÍREZ, V. (2019). Constructivism and learning by projects: environmental prospective strategies in the classroom of higher education. *Revista Espacios*, 40 (5), 18-27.

- CASTILLO, A.P. & MAESTRE, F. (2011). Biological soil crusts: Recent advances in our knowledge of their structure and ecological function. *Revista Chilena de Historia Natural*, 84, 1-21.
- DOMÍNGUEZ, R., HERNÁNDEZ, A. & CHICA, E. (2018). Development and validation of a questionnaire for evaluating the impact of ICT in secondary schools. *Digital Education*, 34, 1-26.
- GARCÍA VALECILLO, Z. (2009) ¿Cómo acercar los bienes patrimoniales a los ciudadanos? Educación patrimonial, un campo emergente en la gestión del patrimonio. Pasos; *Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 7(2), 271-280.
- IBÁÑEZ, J., PÉREZ, R., BREVIK, E. & CERDÀ, A. (2016). Islands of biogeodiversity in arid lands on a polygons map study: Detecting scale invariance patterns from natural resources maps. *Science of the Total Environment*, 573, 1638–1647.
- INDRAWAN, E., JALINUS, N. & SYAHRIL, S. (2019). Review Project Based Learning. *International Journal of Science and Research*, 8, 1014 – 1018.
- LAAL, M. (2013). Collaborative learning; elements. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 83, 814 – 818.
- LIZCANO, A.R., BARBOSA, J.W. & VILLAMIZAR, J.D. (2019). ICT-aided Collaborative Learning: Concept, Methodology and Resources. *magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 12 (24), 5-24.
- MIRALLES, I., ET AL. (2018). Soil CO₂ exchange controlled by the interaction of biocrust successional stage and environmental variables in two semiarid ecosystems. *Soil Biology and Biochemistry*, 124, 11-23.
- MONGE, H. & MONGE, M.C. (2016). ¿Educación Patrimonial o Educación Ambiental?: Perspectivas que convergen para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14 (1), 244-257.
- ORTIZ, D. (2015). Constructivism as theory and teaching method. *Sophia: colección de Filosofía de la Educación*, 19 (2), 93-110.
- RÍOS, D.E. (2007). Sentido, criterios y utilidades de la evaluación del aprendizaje basado en problemas. *SciELO*, 21(3), 1-9.
- RODRÍGUEZ-CABALLERO, E., BELNAP, J., BÜDEL, B., CRUTZEN, P., ANDREAE, M., PÖSCHL, U. & WEBER, B. (2018). Dryland photoautotrophic soil Surface communities endangered by global change. *Nature Geo science*, 1-7.
- RODRÍGUEZ-CABALLERO, E., CASTRO, A., CHAMIZO, S., QUINTAS, C., GARCÍA, M., CANTÓN, Y. & WEBER, B. (2017). Ecosystem services provided by biocrusts: From ecosystem functions to social values. *Journal of Arid Environments*, 1-9.
- VALENCIA, G.M. & RODRÍGUEZ, G.D. (2019). A bibliographic review of empirical studies of Web 2.0 tools for collaborative learning: wikis, blogs, social networks and multimedia repositories. *RISTI*, 2019, 497-516.

IMPORTANCIA DE LAS VACUNAS EN PANDEMIA, PROPUESTA DIDÁCTICA INNOVADORA DIRIGIDA AL AULA DE SECUNDARIA

ANA SÁNCHEZ GÓMEZ, ESTEBAN SALMERÓN SÁNCHEZ Y JUAN FRANCISCO MOTA POVEDA

anasanchezgomez98@gmail.com; esanchez@ual.es; jmota@ual.es

1. INTRODUCCIÓN

Las vacunas se encuentran entre los mayores logros de la salud pública a lo largo de la historia, previniendo miles de enfermedades y muertes al año (López- Goñi et al., 2019). Sin embargo, la preocupación sobre la seguridad de las mismas ha aumentado (Domínguez et al., 2019) y la vacunación ya ha sido objeto de disputa en múltiples ocasiones (Tuells, 2016). En los últimos años, las vacunas han tenido una significativa visibilidad debido a la actual pandemia de enfermedad respiratoria aguda, denominada «enfermedad por coronavirus 2019», COVID-19 (Hu et al, 2020), ocasionada por SARS-CoV-2 (coronavirus del síndrome respiratorio agudo grave tipo 2). Por ello, han protagonizado diversos titulares en los medios de comunicación, con trasfondo polémico. La inminente consecuencia ha sido un desconcierto en la población, incluyendo al alumnado, que lo ha llevado a cuestionarse y a posicionarse a favor, o no, en esta gran controversia.

1.1. Justificación

La población mundial está concienciada en la seguridad y efectividad de las vacunas ya que erradica enfermedades (como la viruela), previene el cáncer (la vacuna contra el virus del papiloma humano previene el cáncer de útero), proporciona seguridad en los viajes (reduce riesgo de contraer enfermedades como la fiebre amarilla), permite el ahorro de costes en salud (reduce gasto en medicación para tratar la sintomatología de las enfermedades que podría ser evitada por la vacunación), entre otros muchos beneficios (Trilla, 2015).

Sin embargo, las falsas creencias y opiniones sin fundamento científico están provocando un deterioro en la confianza de la vacunación, y la indecisión que genera, pone en riesgo la protección de la población. La clave es afrontar adecuadamente los interrogantes surgidos por el colectivo antivacunas. Los alumnos, como futuros ciudadanos deben convertir el rechazo de la vacunación en un hecho socialmente inaceptable, mediante argumentos concluyentes, sólidos y válidos. Por ello, la educación se plantea como una herramienta muy poderosa para lograr una cultura científica.

En este contexto, teniendo en cuenta la legislación educativa vigente, el objetivo general es la elaboración de una propuesta didáctica enfocada en la enseñanza constructivista, el aprendizaje cooperativo y las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), donde predominen actividades de carácter argumentativo para abordar los contenidos en inmunología y sus aplicaciones (vacunación), garantizando así un proceso de enseñanza-aprendizaje significativo y una actitud científica que promueve comportamientos que preservan la salud personal y social.

Así, el objetivo general planteado coincide con diversos autores (Vázquez- Alonso y Manasse-ro-Mas, 2019; Porras et al., 2020): es necesario fomentar reflexiones para promover una educación contextualizada, desafiante y crítica capaz de tomar decisiones con base en pruebas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Aportaciones desde la investigación y la innovación educativa

En la actualidad, la enseñanza tradicional se concibe como una visión simplista del aprendizaje. Por el contrario, la enseñanza constructivista es una educación flexible, basada en la construcción y reconstrucción del propio conocimiento. Para ello, es imprescindible conocer las ideas previas y concepciones alternativas del alumnado para que el docente actúe como guía en la revisión de conocimientos. El constructivismo reconoce la dimensión emocional como componente esencial del acto educativo puesto que intervienen en la interpretación de la realidad. Sin embargo, hay que tener en cuenta la realidad del aula por lo que el constructivismo permite desarrollar en mayor medida el espíritu crítico (Granja, 2015), siendo imprescindible contar con el conocimiento básico previamente adquirido mediante metodología tradicional pues esta última solventa el factor limitante en clase: el tiempo.

Un factor clave en la organización de las actividades en el aula es la interacción existente entre los participantes; a diferencia del aprendizaje individualista o competitivo, el aprendizaje cooperativo es un procedimiento de enseñanza basado en el trabajo en equipo. Para que la cooperación resulte exitosa, de acuerdo con Hänze y Berger (2007) es imprescindible que se incorporen los elementos que la definen: interdependencia positiva, exigibilidad individual, interacción cara a cara, habilidades cooperativas y reflexión de grupo. De ello se encarga el docente mediante la planificación, desarrollo, análisis y reflexión de las actividades de gamificación. El trabajo de Lázaro (2019) demuestra que los métodos cooperativos son los más efectivos para la formación en competencias, destacando la efectividad de *Escape Room*.

Las TIC están inmersas en nuestra vida cotidiana por lo que aportan a la educación una nueva dimensión, suponiendo ventajas muy relevantes (Sáez- López, 2010). De hecho, en la enseñanza de ciencias permite promover la práctica científica. Su importancia ha sido evidente en la situación de la reciente pandemia, ya que han posibilitado la continuación de la educación mediante enseñanza virtual.

2.2. Análisis y valoración de cómo es tratada la cuestión

La realidad educativa de los Institutos de Educación Secundaria es que el método de enseñanza-aprendizaje utilizado se ajusta al modelo de educación tradicional: basado en el libro de texto de forma continua y sin valerse de las TIC.

Cuando se utiliza el libro como único recurso debe realizarse un análisis muy detallado del mismo, sobre todo, si está actualizado tanto en actividades como en contenido, para que proporcione información de calidad y, procedimientos y actitudes, no solo centrarse en aspectos conceptuales. Tras realizar un análisis general de diversos libros, la mayoría de las actividades propuestas se sustentan en la individualidad. En cuanto a contenido, concretamente la unidad que concierne a la

presente propuesta, «Salud y enfermedad», se encontraba obsoleta; ejemplificando, en «Tipos de vacunas víricas» no indicaban ni siquiera las vacunas basadas en vectores.

2 La inmunidad

La **inmunidad** es la capacidad que tiene un organismo para reaccionar contra un agente patógeno y no sufrir una enfermedad infecciosa.

La inmunidad se basa en la existencia de tres barreras defensivas que impiden la entrada de gérmenes patógenos en el organismo y eliminan los que ya han entrado. Las tres barreras son:

- **La piel**
Es una estructura que posee una capa externa formada por células muertas, muy planas y superpuestas, que forma una barrera impenetrable para los microbios. Estos únicamente pueden atravesarla cuando se produce una herida que rompe la piel.
- **Los macrófagos**
Son células derivadas de los glóbulos blancos que fagocitan (ingieren) los microbios; estos, tras atravesar la piel, han conseguido llegar hasta la sangre o a los tejidos de nuestro cuerpo. Si la infección es importante, se produce el pus, formado por una gran cantidad de macrófagos muertos y repletos de microbios fagocitados.
- **Los anticuerpos**
Son proteínas sintetizadas por un tipo especializado de glóbulos blancos: los linfocitos, que se unen específicamente a determinadas sustancias extrañas y microbios, neutralizando sus efectos.

En definitiva, la propuesta didáctica de carácter innovador que se propone aquí tiene la finalidad de que el alumnado se implique y logre un aprendizaje actual y significativo del tema en cuestión.

2.3. Análisis de la normativa

La enseñanza de las Ciencias Naturales en España es relativamente reciente; de hecho, no fue hasta mediados del siglo XIX cuando se consolidó con la Ley Moyano. Más recientemente, en 1970, se consiguió regular por primera vez el sistema educativo español con la Ley General de Educación. Durante la Democracia, los cambios políticos han desencadenado en la sucesión diversas leyes educativas, destacando la LOGSE (La Ley Orgánica General del Sistema Educativo) por introducir contenido de tipo procedimental y actitudinal y, la LOE (Ley Orgánica de Educación) por incorporar de forma explícita las competencias clave. La LOMCE (Ley Orgánica para la mejora de la calidad educativa) destaca la relevancia de las TIC como herramienta fundamental para la mejora del sistema educativo.

El término «salud» no fue incluido en el currículo hasta la LOGSE, como EpS (Educación para la Salud). Sin embargo, con la LOE quedó subordinada implícitamente a la Educación para la ciudadanía, trabajándose así la promoción de la salud de manera transversal. Poco más tarde, los contenidos de salud quedaron aún más difuminados puesto que con la LOMCE se suprimió dicha asignatura. De este modo, el sustancial tema de la salud queda reducido.

Actualmente, el Sistema Educativo Español está regido a nivel nacional por la LOE, modificada por la LOMLOE (Ley Orgánica por la que se modifica la LOE) y, a nivel autonómico, en Andalucía, por la LEA (Ley de Educación de Andalucía).

Además, el propio libro contribuye a crear errores conceptuales, como el ejemplificado en la figura (extraída del libro «Biología y Geología 3º ESO» de Savia). Las barreras se deberían denominar mecánica inespecífica (piel), celular inespecífica (macrófagos) y celular específica (linfocitos); ya que en cursos posteriores verán que cada barrera no está formada exclusivamente por piel, macrófagos y linfocitos, por tanto, es un error designarlas solo por quien ejerce la acción principal (que además se insiste, no son los anticuerpos si no los linfocitos).

3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1. Ámbito de intervención

La presente propuesta didáctica va destinada a nivel de aula, de acuerdo con la Orden de 15 de enero de 2021, sustentada en los saberes básicos que se marcan en el Real Decreto 217/2022, se dirige al nivel de 3º de ESO, concretamente para desarrollarla en el bloque «Salud y enfermedad» (antiguo «Bloque 4. Las personas y la salud, promoción de la salud» del RD 1105/2014) de la materia Biología y Geología.

3.2. Explicitación de la propuesta

3.2.1. Concreción curricular

La propuesta se basa en el saber básico «H. Salud y enfermedad», que asume parte de los contenidos del Bloque 4, como se observa a continuación.

BLOQUE 4. LAS PERSONAS Y LA SALUD. PROMOCIÓN DE LA SALUD		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
Sistema inmunitario. Vacunas. Los trasplantes y la donación de células, sangre y órganos	Determinar el funcionamiento básico del sistema inmune, así como las continuas aportaciones de las ciencias biomédicas	Explica en qué consiste el proceso de inmunidad, valorando el papel de las vacunas como método de prevención de las enfermedades

Se encuentran relacionados directamente con la «competencia específica 5» que trata sobre mejorar la salud individual y colectiva. También contribuye al desarrollo de las siguientes competencias clave.

COMPETENCIA	EJEMPLO
Comunicación lingüística	Comprensión de la información científica emitida en cualquier medio y ser capaz de expresar su propia opinión argumentada
Matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología	Análisis y comparación de la gráfica de respuesta inmune primaria y secundaria: concentración de anticuerpos y tiempo
Digital	Empleo de las herramientas digitales para buscar la fuente de información de una noticia para identificar su validez
Aprender a aprender	Relación de la inmunología (respuesta inmune secundaria) con las vacunas
Sociales y cívicas	La ciencia ha logrado desarrollar vacunas eficaces y seguras contra la covid-19 en un tiempo récord, ahora, la sociedad es responsable de conseguir la inmunidad colectiva mediante la vacunación voluntaria
Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor	Análisis de empresas farmacéuticas que han crecido durante la pandemia, por ejemplo, <i>Pfizer</i>
Conciencia y expresiones culturales	Erradicación de enfermedades que antes eran mortales (viruela) gracias a las vacunas

Además, teniendo en cuenta el artículo 7 del RD 217/2022, contribuye notablemente al «objetivo f» que está relacionado con concebir el conocimiento científico como un saber integrado, así como al «objetivo k» relacionado con valorar críticamente los hábitos sociales relacionados con la salud. En cuanto a los objetivos didácticos, quedarán detallados en la transposición didáctica.

3.2.2. Transposición didáctica

La propuesta se ciñe a las recomendaciones de metodología para la contextualización de la enseñanza de la Biología. Teniendo en cuenta las mismas, se ha diseñado la siguiente secuencia de actividades (1h/actividad, en total 9h) que plantea conflictos cognitivos y que está relacionada paralelamente con los contenidos mencionados anteriormente.

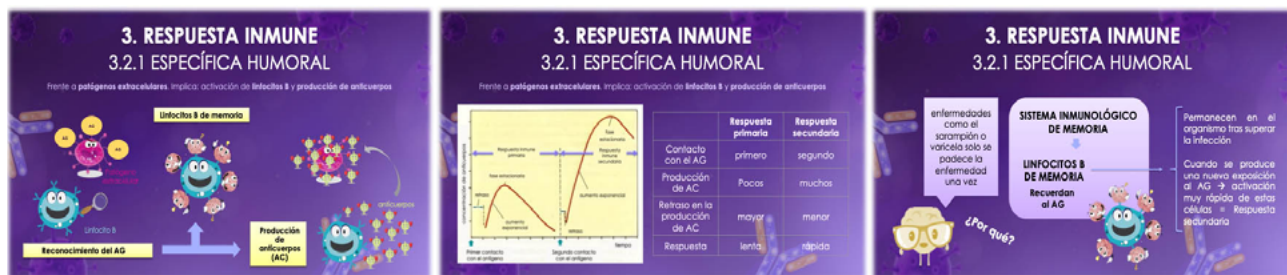
Actividad 1. ¿Qué sabemos realmente?

La primera actividad es de iniciación. El objetivo es conocer las ideas y conceptos previos del alumnado sobre la temática de la unidad, para así poder desarrollar el resto de esta, además, acercarlos a la actualidad y crear un estímulo incentivador para que se impliquen en el aprendizaje. Se consigue mediante un pretest, un debate acerca de los mitos de la vacunación y la observación de un experimento (relacionado con el coronavirus).



Actividad 2. Nuestro organismo nos protege

La segunda actividad es sobre el sistema inmune para comprender la base de la vacunación. Al ser un contenido difícil, al finalizar la clase se realiza un test en común a modo de repaso general y además se mandan unos ejercicios para casa.



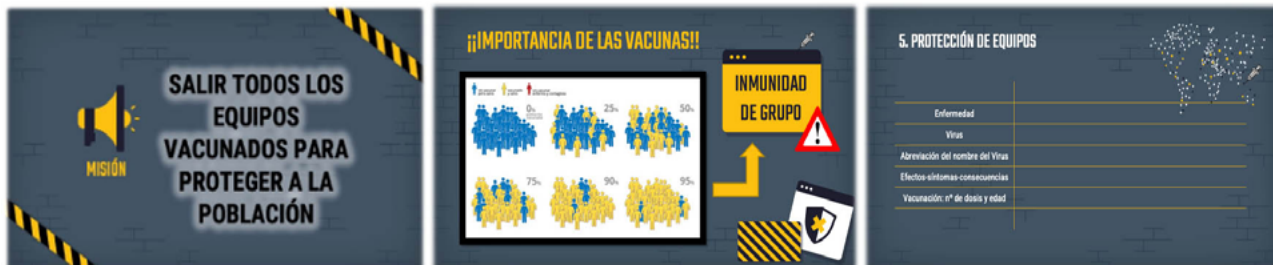
Actividad 3. Las vacunas salvan vidas

La tercera actividad propuesta es acerca de las vacunas, para afianzar el contenido, al final de la clase se realiza un kahoot y se manda una actividad voluntaria sobre los mitos de la vacunación para concienciar y reflexionar.



Actividad 4. Escape room, ¿Conseguimos la inmunidad de grupo?

La cuarta actividad planteada es de gamificación, concretamente un *escape room* para comprender la importancia de la inmunidad de grupo y conocer las principales enfermedades infecto contagiosas, además de inculcar valores de compañerismo.



Actividad 5. La nueva realidad: SARS-CoV-2

La quinta actividad está enfocada a relacionar los contenidos aprendidos con un tema de actualidad, el coronavirus. Incluye la realización de un debate sobre la polémica relación AstraZeneca-trombos (mediante la comparación de prospectos de diferentes medicamentos) para desarrollar el espíritu crítico. Además, mediante un pre-test y post-test el alumnado autorreflexiona acerca de su propio conocimiento.

8. TIPOS DE VACUNAS ACTUALES

Vacunas

Pzifer, Moderna, Astrazeneca, Janssen, Virilogo Luis Enriquez del CNB-CSIC

TECNOLOGÍA ARNm, ADENOVIRUS MODIFICADO

Dogma central de la biología molecular: ADN → ARNm → PROTEÍNA

Proteína S

Autoamplificable, Inmunidad esterilizante, Administración intranasal. Incorpora las mutaciones de las variantes.

11. RESPECTO A LOS TROMBOS

EMA

	Vacunados	Trombos	%
España	23 mil	85	0,37
UK	34 millones	222	0,00000653

La vacuna sigue mostrando beneficios muy superiores a los posibles eventos adversos

No olvidar: COVID causa trombos

11. RESPECTO A LOS TROMBOS

No todo va a ser malo... ¿Qué podemos aprender?

LOS MECANISMOS DE FARMACOVIGILANCIA ESTÁN FUNCIONANDO DE MANERA MUY EFICAZ

CUANDO SE PRODUCEN VACUNACIONES MASIVAS, ES NORMAL VER EFECTOS ADVERSOS EXTREMADAMENTE RAROS

TODOS LOS FÁRMACOS CONLLEVAN UN RIESGO ASOCIADO A SU ACCIÓN FARMACOLÓGICA. EL OBJETIVO ES CUANTIFICARLOS, DETECTARLOS Y ACTUAR EN BASE A ELLO

Actividad 6. ¿Todo lo que se ve en redes sociales es verdad?

La sexta actividad consiste en realizar un análisis crítico de las imágenes expuestas en redes sociales mediante la dinámica de las dos columnas, fomentando así el diálogo, la expresión verbal y ser críticos con la información que se encuentran.



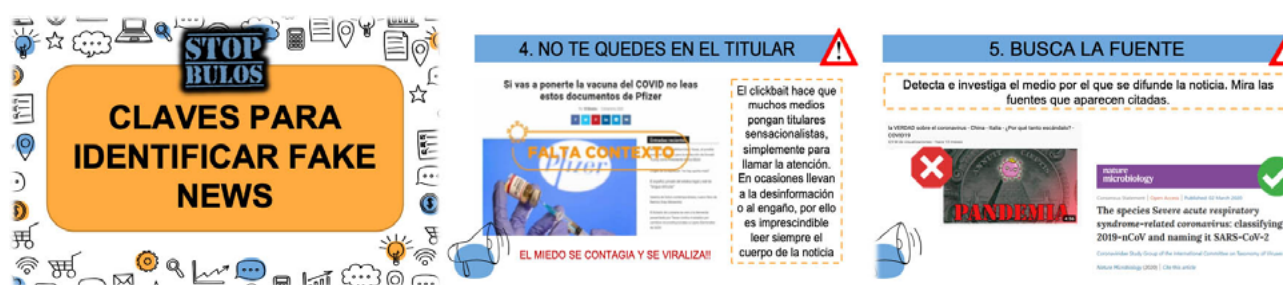
Actividad 7. Debate: ¿Todas las opiniones son válidas?

La séptima actividad que se plantea es un debate tras la visualización de diversas valoraciones u opiniones de personas conocidas, con ello, se fomenta el diálogo, la expresión verbal y la argumentación.



Actividad 8. Las fake news están por todas partes

La última actividad de desarrollo que se presenta es sobre *fake news*, se pretende que el alumnado sea crítico y seleccione adecuadamente la información recibida. Para comprobar su comprensión, se propone una actividad por parejas sobre detección de noticias falsas.



Actividad 9. Recapitulamos

Con el propósito de finalizar, se realizar un repaso general de la unidad y en la siguiente sesión, se procede a la prueba escrita y se cumplimenta el cuestionario del grado de satisfacción con la propuesta

En cuanto a materiales y recursos didácticos son precisos la pizarra digital y blanca de rotulador, dispositivos electrónicos, material proporcionado por el docente tales como cuestionarios, ejercicios, lecturas, presentaciones (ver en <https://drive.google.com/drive/folders/1yyzpApmJoexYIyb75vacW-qszDGf76sQk?usp=sharing>) y material individual del alumnado.

3.2.3. Valoración de lo aprendido

En cuanto a la evaluación, de acuerdo con la legislación vigente debe ser continua, permitiendo así al estudiante tener el control de su propio aprendizaje. En la tabla que se muestra a continuación quedan establecidos los criterios de calificación de la propuesta didáctica, basándose en la observación sistemática, análisis de las producciones de los alumnos y la prueba específica escrita.

ACTIVIDAD	PORCENTAJE
Ejercicios	10%
Atención, interés e intervención en las presentaciones	20%
Participación	25%
Implicación en los cuestionarios	5%
Actividades voluntarias	10%
Prueba escrita	25%
Observación del docente	5%

Para conocer el grado de satisfacción por parte del alumnado con la propuesta didáctica desarrollada, se realizará un cuestionario anónimo dónde podrán incluir además propuestas de mejora (se encuentra en la dirección de drive proporcionada anteriormente).

3.2.4. *Perspectivas de futuro*

Para finalizar, como posible ampliación de esta intervención se propone la incorporación de una nueva actividad orientada a la divulgación científica. Los alumnos recomendarán a sus compañeros libros, películas, juegos o «*influencer*» (como @diariodeunacientifica en Instagram) con criterio científico para contribuir a la cultura y alfabetización científica.

Destacar que es posible la aplicación de la propuesta con una mayor profundidad en 2º de Bachillerato, concretamente en el «Bloque 5. La autodefensa de los organismos. La inmunología y sus aplicaciones».

4. CONCLUSIONES

Por último, se exponen las principales aportaciones que tiene este trabajo de cara a la práctica profesional docente y la repercusión en el ejercicio profesional.

- A. La aplicación del modelo constructivista, el aprendizaje cooperativo y el empleo de las TIC garantizan un aprendizaje significativo en relación con la temática de la unidad.
- B. La educación es un proceso integral de cognición y emoción, puesto que los estados emocionales del alumnado están presentes y condicionan su propio proceso de enseñanza-aprendizaje.
- C. Las vacunas es uno de los temas que resultan más complicados para el alumnado debido a los problemas asociados a la comprensión de inmunología. Los conceptos complejos (anticuerpos, antígenos...) pueden solventarse utilizando diferentes estrategias de aprendizaje, tales como las expuestas en la propuesta didáctica.
- D. Las actividades de carácter argumentativo, tales como los debates, permiten conocer las ideas previas del alumnado y fomentar el espíritu crítico basado en conocimiento científico. Se logra así un cambio en la visión del alumnado de las ciencias experimentales y adopta una actitud científica.
- E. La utilización de *Kahoot* al final de la clase teórica es una herramienta que logra la asimilación de los contenidos tratados en la sesión. Por otro lado, el acceso mediante dispositivos electrónicos y lograr estar en el pódium son dos factores que despiertan el interés y motivación del alumnado.
- F. Los criterios de calificación establecidos en la propuesta didáctica favorecen al alumnado y el aprendizaje es activo puesto que valora su implicación.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DOMÍNGUEZ, A., ASTRAY, J., CASTILLA, J., GODOY, P., TUELLS, J. Y BARRABEIG, I. (2019). Falsas creencias sobre las vacunas. *Atención Primaria*, 51(1), 40-46.