



Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de
las Ciencias
ISSN: 1697-011X
revista.eureka@uca.es
Universidad de Cádiz
España

Evaluación de la carga bacteriana del aire en centros educativos como proyecto didáctico

Ramírez López, Tomás; Plaza-Pedroche, Rodrigo; Rodríguez-López, Julián
Evaluación de la carga bacteriana del aire en centros educativos como proyecto didáctico
Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 20, núm. 2, 2023
Universidad de Cádiz, España
Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92073956012>
DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2203

Evaluación de la carga bacteriana del aire en centros educativos como proyecto didáctico

Assessment of indoor air bacterial load in educational centres as a didactic project

Tomás Ramírez López

Departamento de Biología y Geología, I.E.S. Francisco de Quevedo, Villanueva de los Infantes, Ciudad Real, España
tramirezl@edu.jccm.es

 <https://orcid.org/0000-0002-2990-4949>

DOI: <https://doi.org/10.25267/>

Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2203

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92073956012>

Rodrigo Plaza-Pedroche

Departamento de Física y Química, I.E.S. Francisco de Quevedo, Villanueva de los Infantes, Ciudad Real, España
rplazap@edu.jccm.es

 <https://orcid.org/0000-0001-8587-9437>

Julián Rodríguez-López

Área de Química Orgánica. Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas. Universidad de Castilla-La Mancha. Ciudad Real, España
julian.rodriguez@uclm.es

 <https://orcid.org/0000-0002-0675-3439>

Recepción: 22 Julio 2022

Revisado: 04 Noviembre 2022

Aprobación: 18 Diciembre 2022

RESUMEN:

El presente trabajo pretende mejorar la alfabetización científica del alumnado de bachillerato a través de la evaluación de la carga bacteriana del aire en las aulas de un instituto de secundaria. Con esta actividad se intenta acercar al alumnado a la labor científica, fomentando el trabajo activo y contextualizando los contenidos tratados en el aula como medio de aprendizaje significativo.

PALABRAS CLAVE: proyecto de investigación, propuesta didáctica, aprendizaje significativo, aprendizaje basado en proyectos, laboratorio de educación secundaria.

ABSTRACT:

The present work aims to improve the scientific literacy of high school students through the evaluation of the bacterial load of indoor air in the classrooms of a secondary school. This activity attempts to bring students closer to scientific research, encouraging active work, and contextualizing the content discussed in the classroom as a means of meaningful learning.

KEYWORDS: research project, didactic proposal, air quality, secondary school laboratory.

INTRODUCCIÓN

Las dramáticas circunstancias derivadas de la pandemia provocada por la COVID-19, que desde hace casi tres años ha puesto en jaque al mundo, han actuado como un agente esclarecedor acerca de la gran importancia de la ciencia en beneficio de la sociedad. Sin embargo, la propagación de noticias falsas relacionadas con este ámbito entre la población ha dejado patente el bajo nivel de cultura científica de la misma, lo que deriva en una desconfianza generalizada hacia los avances científicos.

En el caso concreto de España, es durante los años de escolarización cuando las personas adquieren un mayor conocimiento de índole científico. Sin embargo, el esfuerzo que se realiza desde las instituciones educativas no parece conseguir buenos resultados en el proceso de alfabetización científica del alumnado si atendemos a los resultados obtenidos en el informe del Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (Programme for International Student Assessment, PISA), elaborado cada tres años por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

En la figura 1 se muestran las puntuaciones obtenidas por España y el conjunto de la OCDE en la prueba de ciencias según los informes PISA de los últimos años (Cebrián *et al.*, 2019). Excepto en 2015, la puntuación de nuestro país siempre estuvo por debajo de la media. En la última evaluación, correspondiente a 2018, España obtuvo una puntuación de 483, inferior a la media de 489 de la OCDE y lejos de los 530 obtenidos por Estonia, país que lidera el ranking. Una de las posibles razones de esta situación se encuentra en el tipo de currículum del sistema educativo de nuestro país, el cual se basa en temarios demasiados extensos y poco contextualizados. Mientras que las pruebas desarrolladas por PISA se basan en la lógica y el razonamiento, el currículum en ciencias en España se centra en la resolución de ejercicios sin contextualizar los conocimientos tratados, lo que dificulta el aprendizaje significativo.

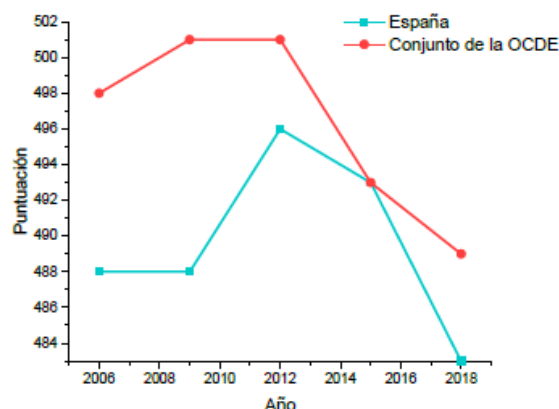


FIGURA 1

Puntuación obtenida por España y el conjunto de la OCDE en las últimas 5 pruebas en ciencias

MOTIVACIÓN QUE JUSTIFICA EL TRABAJO

En el sistema educativo actual, las asignaturas de Ciencias presentan currículos demasiados extensos cargados de contenidos poco contextualizados, lo que implica que muchos alumnos dejen de formarse en este ámbito derivando en un desapego generalizado hacia la ciencia en el futuro. Por tanto, la contextualización de los contenidos es de gran importancia en el proceso de aprendizaje, ya que debe construirse bajo un contexto con significado para el alumnado y donde el dinamismo de las actividades planteadas fomente un desarrollo cognitivo cuyo papel fundamental sea la participación (Cubero, 2001).

Con el objetivo de revertir esta tendencia y mejorar la alfabetización científica hemos decidido plantear una práctica de laboratorio cuya finalidad es la dinamización de la asignatura de Biología en 1º de bachillerato, con la idea de fomentar el interés por la ciencia. Se ha optado por este curso debido a que el número de horas lectivas de la asignatura permite el desarrollo de prácticas de laboratorio durante el proyecto y el alumnado posee el grado de conocimiento necesario sobre la temática tratada. Se pretende mostrar una aplicación real de la ciencia en el ámbito cotidiano e industrial, rompiendo con la visión abstracta que tienen los alumnos de la misma.

La práctica elegida para este propósito es la determinación del número de colonias de bacterias presentes en el aire de un aula frente a dos escenarios distintos: tras el uso de un purificador de ambiente y tras la ventilación tradicional abriendo las ventanas. Una vez realizado el conteo, se procederá a su clasificación entre bacterias Gram positivas y Gram negativas.

Se trata de una actividad que consideramos muy atractiva para el alumnado en el rango de edad de 16-18 años y que permite explicar de forma contextualizada el método científico y la estructura bacteriana, la cual se engloba en el bloque 2 (Organización celular) de la asignatura de Biología de 1º de bachillerato (Decreto 40/2015).

Además, se pretende que sea una actividad interdepartamental, permitiendo trabajar conceptos de otras asignaturas como es el caso de la Química y la Física a través del Bloque 1: El método científico. (Decreto 40/2015).

En suma, podemos decir que el objetivo principal que se persigue con esta propuesta didáctica es fomentar el aprendizaje significativo del alumnado mediante el trabajo colaborativo y por descubrimiento partiendo de un escenario que les es familiar.

METODOLOGÍA

Mediante la realización de este trabajo se pretende desarrollar la metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), la cual se lleva a cabo mediante la creación de equipos de diferentes perfiles que se complementan para desarrollar un trabajo común, diseñando un proyecto y un contexto atractivo dentro de las asignaturas de Biología y de Química.

Este modelo de aprendizaje se basa en un modelo constructivista que fue evolucionando a partir de los trabajos de psicólogos y educadores como Lev Vygotsky o John Dewey y se centra en el desarrollo de competencias y objetivos previamente planteados para hacer que el alumnado interaccione con su propio conocimiento a través de una realidad diseñada por el profesorado (Rekalde y García, 2015).

Por tanto, durante el proyecto se pretende trabajar una serie de competencias clave (figura 2), las cuales son de gran importancia a la hora de lograr que nuestro alumnado alcance un pleno desarrollo personal, social y profesional ajustándose a las demandas de un mundo globalizado, tecnológico y cambiante (Decreto 40/2015).



FIGURA 2
Competencias clave tratadas durante el proyecto con el alumnado

Además, los objetivos que se persiguen conseguir al aplicar esta metodología son los siguientes (Marti *et al.*, 2012):

- Mejorar el desarrollo de resolución de problemas planteados
- Mejorar la capacidad de trabajo en equipo
- Desarrollar habilidades de búsqueda de información, análisis, síntesis y pensamiento crítico
- Aumentar las habilidades en el uso de las TIC mediante proyectos
- Desarrollar la responsabilidad del autoaprendizaje.

En suma, podemos decir que mediante este tipo de trabajo se convierte al alumnado en el protagonista del aprendizaje mediante proyectos que tienen un contexto fuera del aula, además de implicar a diferentes disciplinas, lo que mejora las competencias de los estudiantes.

Participantes

Este proyecto ha sido realizado por una parte del alumnado de 1º bachillerato del centro IES Francisco de Quevedo en Villanueva de los Infantes (Ciudad Real). Son un total de 16 alumnos con una buena capacidad de trabajo y con un buen expediente (figura 3). Este entorno permite el desarrollo de las prácticas de una forma productiva. Se realizó durante la tercera evaluación del curso escolar 2021/2022. El bloque de organización celular presente en el temario de 1º de bachillerato nos proporciona un contexto para trabajar sobre la estructura bacteriana mediante un proyecto como el que mostramos en este trabajo.

Los alumnos se distribuyeron en cuatro grupos que analizaron los diferentes ambientes (ventanas abiertas o purificador) tratados durante esta práctica y, posteriormente, pusieron en común los resultados obtenidos.



FIGURA 3
Alumnos trabajando durante la práctica

Evaluación

La evaluación de este proyecto se llevó a cabo de tres formas, cuyas rúbricas se encuentran en los Anexos I, II y III. En primer lugar, se valoró el funcionamiento de los cuatro grupos durante el desarrollo de la práctica en el laboratorio, así como el grado de adquisición de conocimientos y la aplicación del método científico. Por otro lado, se les pidió que entregaran un informe detallado sobre los resultados obtenidos, en formato de artículo científico, ya que supone una herramienta de gran utilidad a la hora de mejorar la escritura científica (Reigosa, 2006). Por último, se evaluó la capacidad comunicativa del alumnado mediante la entrega de un póster, donde se recogía de manera resumida su trabajo experimental.

¿CÓMO SE HA LLEVADO A CABO ESTA EXPERIENCIA?

Materiales y reactivos

Todos los reactivos fueron obtenidos comercialmente y se utilizaron tal cual fueron recibidos. Las placas Petri de agar nutritivo se adquirieron de Ibdciencia (<https://www.ibdciencia.com/es/agar/7295-placas-petri-con-agar-nutritivo.html>) y el Kit de tinción de Gram se compró a Microscopios Barcelona (<https://www.microscopiosbarcelona.com/quimicos/485-kit-tincion-de-gram-250ml.html>), el cual cuenta con un frasco de 250 mL de lugol, un frasco de 250 mL de safranina, un frasco de 250 mL de violeta de cristal y un frasco 250 mL de decolorante (etanol/acetona).

En cuanto a los materiales, se emplearon varios microscopios, una estufa para incubar las placas, portaobjetos de vidrio, bastoncillos de algodón, mecheros de alcohol y un purificador de aire HTW modelo HTWPUR27CLEAN de 50 W de potencia, un caudal de suministro de aire limpio (Clean Air Delivery Rate, CADR) de 230 m³/h y un área de cobertura de 27 m².

Procedimiento experimental

A continuación, se detalla el procedimiento experimental utilizado para el desarrollo de la práctica.

Muestreo de las bacterias en el aire y conteo de colonias

1. Para la toma de muestras se emplearon seis placas Petri de agar nutritivo (figura 4). Tres de ellas se utilizaron para muestrear el aire del aula donde está conectado el purificador y otras tres para muestrear el aire del aula con las ventanas abiertas.

2. En nuestro caso, se utilizaron placas ya preparadas, las cuales se pueden adquirir fácilmente a bajo precio. En el caso de que se quieran preparar en el propio laboratorio se puede seguir la metodología descrita por López (2009).

3. Para llevar a cabo el muestreo de las bacterias en el aire se optó por el procedimiento descrito por Romero *et al.* (2016) basado en la técnica de sedimentación por gravedad.

4. Para la toma de muestras se escogieron dos aulas de dimensiones parecidas (48 m² aproximadamente) y mismo número de alumnos (en nuestro caso fueron 23 alumnos). En una de ellas, se procedió a conectar el purificador de aire y tras 30 minutos se llevó a cabo el muestreo del aire destapando tres placas de agar nutritivo (correctamente etiquetadas) durante otros 25 minutos. En la otra clase, se abrieron las ventanas (en nuestro caso fueron 4 ventanas de 1,6 m²) para poder ventilar y tras 30 minutos se llevó a cabo el muestreo del aire destapando tres placas de agar nutritivo durante otros 25 minutos.

5. A continuación, las placas fueron incubadas en una estufa durante 72 horas a 40 °C.

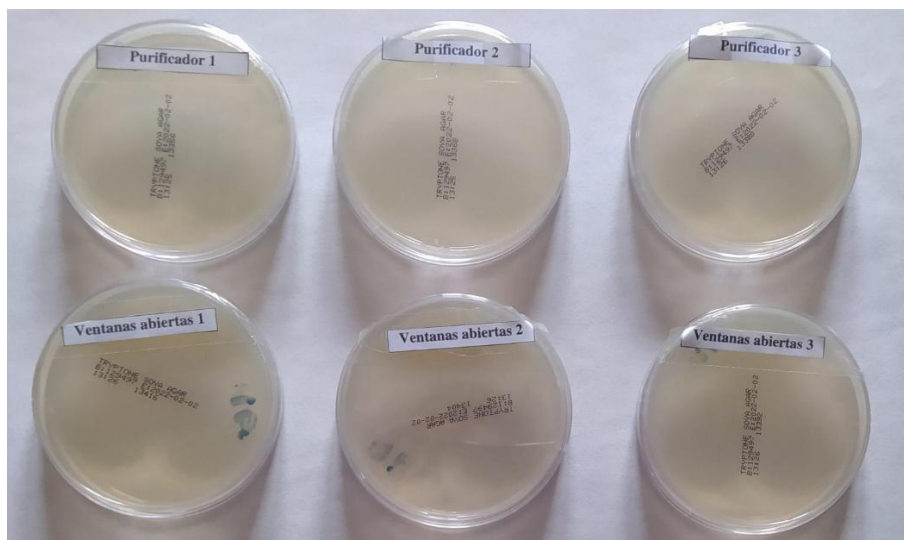


FIGURA 4

Placas Petri tras realizar el muestreo de bacterias mediante sedimentación por gravedad

6. Por último, se llevó a cabo el conteo de colonias bacterianas total presentes en las diferentes placas, las cuales presentaban un tamaño similar a simple vista, obteniéndose los resultados mostrados en la figura 5.

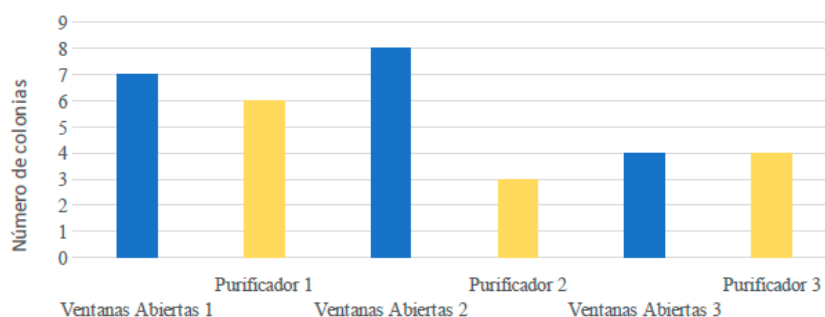


FIGURA 5
Número de colonias bacterianas presentes en el aire

Tinción de Gram.

A continuación, con el fin de poder discernir entre bacterias Gram positivas y Gram negativas se llevó a cabo la técnica de tinción de Gram, diseñada por Christian Gramen en 1884. El objetivo es diferenciar los dos grupos de bacterias de acuerdo con la composición de su pared bacteriana (Rodríguez y Arenas, 2018). Las bacterias Gram positivas tienen una gruesa capa de mureína o peptidoglicano (de 20 a 80 nm de espesor) en su pared, mientras que las bacterias Gram negativas tienen una capa de peptidoglicano (2 nm más fina) y una capa más externa de lipopolisacáridos, lipoproteínas y lípidos.

Los pasos a seguir durante la práctica fueron:

Con un asa de siembra (bastoncito de algodón en nuestro caso) se tomó una colonia y se extendió en un portaobjetos con el fin de preparar un frotis bacteriano.

1. Se fijó la preparación calentando brevemente el portaobjetos con la llama del mechero.
2. Se realizó una tinción con violeta de cristal añadiendo unas gotas de la disolución comercial, dejando reposar durante 30 segundos y tras ese tiempo retirando el exceso de colorante.
3. Se adicionó unas gotas de lugol, y después de un minuto, se decoloró añadiendo el decolorante comercial durante 20 segundos.
4. Se lavó con agua destilada, se añadió unas gotas de safranina como colorante de contraste y se volvió a lavar con agua destilada durante 1 minuto.
5. La muestra se observó al microscopio (x40, x100) comprobando el color. Si es violeta las bacterias son Gram positivas y si es rosado son Gram negativas (figura 6). Teniendo en cuenta esto, se anotó el número de colonias obtenidas de cada tipo (tabla 1).

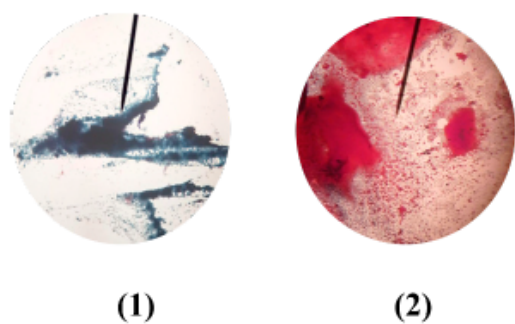


FIGURA 6
Ejemplo de imágenes observadas en el microscopio durante la realización de la práctica:
zona con bacterias Gram positivas (1) y zona con bacterias Gram negativas (2).

TABLA 1
Clasificación de las colonias bacterianas obtenidas en Gram positivas y Gram negativas

Número de colonias		
Escenario	Gram-positivas	Gram-negativas
Ventanas abiertas 1	4	3
Ventanas abiertas 2	5	3
Ventanas abiertas 3	2	2
Purificador 1	2	4
Purificador 2	1	2
Purificador 3	3	1

Resultados experimentales

Tras el conteo de bacterias, se observó que el número de colonias obtenidas fue mayor cuando las ventanas estaban abiertas que cuando se utilizaba el purificador (figura 7, izquierda), lo que demuestra que este último método es más eficaz a la hora de reducir la carga bacteriana en el aire.

Cuando se utilizó el purificador, el porcentaje de bacterias Gram positivas (46%) fue menor que el de Gram negativas (54%). Por el contrario, la apertura de ventanas invirtió dicho porcentaje, siendo mayor para las Gram positivas (58%) que para las Gram negativas (42%) (figura 7, derecha).

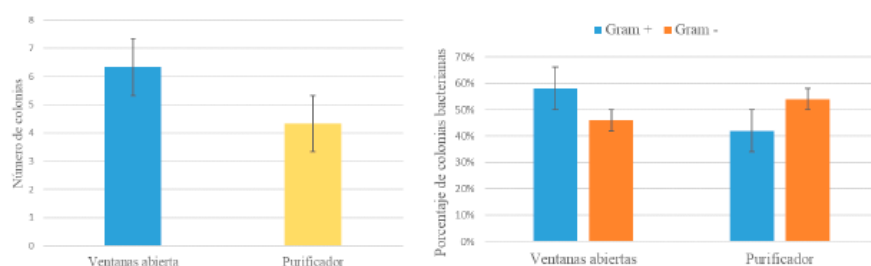


FIGURA 7
Media de colonias bacterianas (izquierda) y porcentajes de bacterias Gram positivas y Gram negativas (derecha) en los diferentes ambientes estudiados.

En resumen, teniendo en cuenta los resultados obtenidos podemos decir que el purificador es más efectivo a la hora de reducir la carga bacteriana en el aire, pero es menos eficaz para las Gram negativas.

Tras finalizar el estudio, se elaboró un póster común basado en los trabajos realizados por todos los grupos, el cual se imprimió y se colgó en el centro con el objetivo de dar a conocer el proyecto realizado al resto de la comunidad educativa (figura 8).

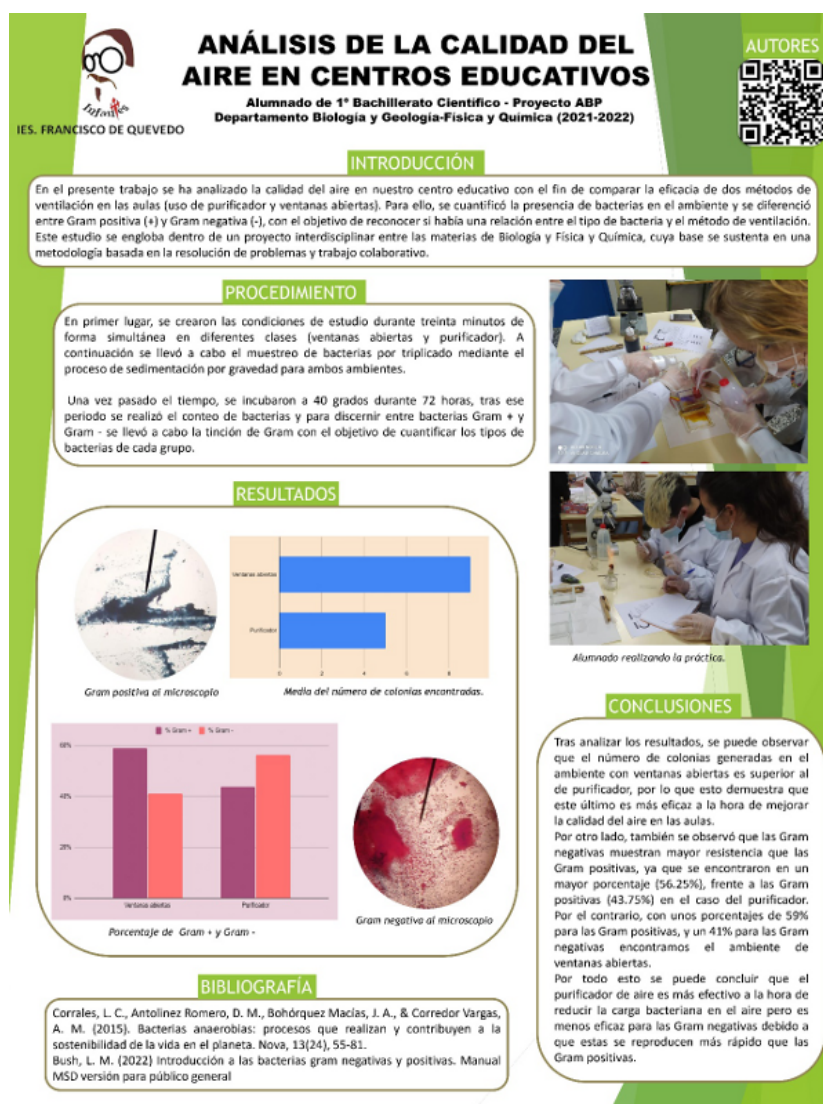


FIGURA 8

Póster presentado a la comunidad educativa para dar a conocer nuestro trabajo

EVALUACIÓN DE LA LABOR DEL ALUMNADO Y LA LABOR DOCENTE

Para poder conocer la adquisición de las competencias clave y objetivos durante el proyecto por parte del alumnado, se emplearon las rúbricas indicadas en los Anexos I, II y III, las cuales permitieron evaluar el trabajo experimental, el artículo científico y el póster del alumnado. Tras analizar los resultados se deduce que la mayoría del alumnado aplica de forma buena o muy buena los criterios evaluados en las rúbricas, destacando el planteamiento de hipótesis basadas en conocimientos previos vistos en clase. También cabe resaltar los buenos resultados obtenidos en la elaboración del póster, como podemos ver en la figura 8.

Además, para evaluar cómo afectó la incorporación de esta propuesta didáctica al aprendizaje significativo del alumnado se optó por comparar la media de las calificaciones obtenidas durante las tres evaluaciones del curso (figura 9).



FIGURA 9
Media de los resultados académicos obtenidos por nuestro alumnado

Como podemos comprobar, la media de las calificaciones obtenidas por nuestro alumnado tras la puesta en marcha de esta propuesta didáctica (tercer trimestre) aumentó considerablemente, lo que nos permite constatar el valor pedagógico de este tipo de propuesta.

Por otro lado, se llevó a cabo un análisis de la labor docente y de la metodología utilizada durante este proyecto mediante la realización de un cuestionario que los alumnos utilizaron para puntuar tanto el grado de satisfacción como la experiencia durante su realización (figura 10).

Cuestionario Proyecto

Análisis del proyecto ABP

1. Puntúa de 0 a 5 (siendo 5 el mayor grado) tu satisfacción con el proyecto de laboratorio realizado este trimestre

Marca solo un óvalo.

0	1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. ¿Sientes más implicación en la asignatura con este tipo de trabajos?

Marca solo un óvalo.

☐ Sí

☐ No

3. ¿Qué opináis de este tipo de trabajos?

4. ¿Qué se podría mejorar?

FIGURA 10
Cuestionario de opinión sobre el proyecto

Tras analizar los resultados, se comprueba, por general, que los alumnos se muestran receptivos a este tipo de actividades. Además, la mayoría coincide en que este tipo de proyecto aumenta su motivación a la hora de trabajar los contenidos propios de la materia.

En cuanto a las propuestas de mejora acerca del proyecto y la práctica docente, podemos destacar la demanda por parte del alumnado de aumentar el tiempo programado para este tipo de actividades con el objetivo de facilitar la asimilación previa de los conceptos vistos en clase antes de ponerlos en práctica, permitiendo a su vez profundizar en mayor medida en el tema a estudio.

CONCLUSIONES DIDÁCTICAS

Este trabajo ha planteado un importante desafío a nivel organizativo por parte del centro y los departamentos implicados. Sin embargo, los resultados a nivel educativo han sido ampliamente satisfactorios.

Tras analizar la retroalimentación realizada por los alumnos a través del cuestionario encontramos una gran motivación por su parte para realizar este tipo de actividades. Las opiniones fueron muy positivas entre

los participantes, entre ellas podemos destacar los siguientes comentarios: “Nos permite trabajar de una forma diferente”, “Son muy dinámicos” o “He aprendido más que haciendo exámenes”.

Esto es un aspecto fundamental en el aprendizaje ya que hay muchos estudios que subrayan la importancia de la autonomía y la motivación como herramientas para regular correctamente su propio aprendizaje. Cada vez mayor número de investigaciones subrayan la importancia que tiene, de cara a lograr que los estudiantes sean aprendices autónomos y exitosos, el que sean capaces de regular su propio proceso de aprendizaje (Lamas, 2008).

Por otro lado, la totalidad del alumnado se sintió más implicado con la asignatura. Esto refuerza la idea de que generar en los alumnos una mayor implicación repercute de forma significativa tanto en sus resultados académicos como en el desarrollo de las competencias de la figura 2.

Por todo ello, la experiencia demuestra que mejorar la implicación y el interés de los alumnos fue la base para que tuvieran buenos resultados. En definitiva, todos los resultados muestran una satisfacción general por lo realizado y una mejora académica tras el proyecto con unos resultados del 100% de aprobados al final de curso y una metodología que ha mejorado el desarrollo competencial de la asignatura.

MATERIALES SUPLEMENTARIOS

Anexo I Rubrica para la evaluación del trabajo científico experimental (pdf)

Anexo II Rubrica para la evaluación del póster científico (pdf)

Anexo III Rubrica para la evaluación del artículo científico (pdf)

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su más sincero agradecimiento a todo el alumnado de 1º de bachillerato del IES Francisco de Quevedo de Villanueva de los Infantes (Ciudad Real) (curso 2021-2022), por el gran trabajo realizado durante el proyecto. También quieren agradecer al equipo directivo del centro por su implicación y financiación.

REFERENCIAS

- Cebrián, A., Trillo, A. y González, A. (2019). PISA 2018. Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes. Informe español. Ministerio de Educación. https://sede.educacion.gob.es/publiventa/descarga.action?f_codigo_agc=20372
- Cubero, R. (2001). Motivación e interés por los contenidos escolares. *Aula de Innovación Educativa*, 101, 28-31. <http://www.grao.com/es/producto/motivacion-e-interes-por-los-contenidos-escolares>
- Decreto 40/2015, de 15 de junio (DOCM de 22 de junio de 2015) por el que se establece el currículo de educación secundaria obligatoria y bachillerato en Castilla-La Mancha. <http://www.educa.jccm.es/es/normativa/decreto-40-2015>
- Lamas Rojas, H. (2008). Aprendizaje autorregulado, motivación y rendimiento académico. *Liberabit. Revista Peruana de Psicología*, 14(14), 15-20. <http://ojs3.revistaliberabit.com/publicaciones/?portfolio=revista-liberabit-vol-14>

- López, J. P. (2009) Microbiología básica en la Educación Secundaria Obligatoria: el lavado de las manos. *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(2), 319-324. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2009.v6.i2.12
- Marti, J. A., Heydrich, M., Rojas, M. y Hernández, A. (2012). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*, 46(158), 11–21. <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/743>
- Reigosa Castro, C. E. (2006). Una experiencia de investigación acción acerca de la redacción de informes de laboratorio por alumnos de Física y Química de primero de Bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (3), 325-336. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3785>
- Rekalde Rodríguez, I. R. y García Vélchez, J. G. (2015). El Aprendizaje Basado en Proyectos: un constante desafío. *Innovación Educativa*, 25, 219-234. <https://doi.org/10.15304/ie.25.2304>
- Rodríguez, P. A. y Arenas, R. (2018). Hans Christian Gram y su tinción. *Dermatología Cosmética, Médica y Quirúrgica*, 16(2), 166-167. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=80715>
- Romero Bohórquez, C. A., Castañeda Alvarado, D. F. y Acosta Peñaloza, G. S. (2016). Determinación de la calidad bacteriológica del aire en un laboratorio de microbiología en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en Bogotá, Colombia. *Nova*, 14(26), 103-111. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702016000200012

INFORMACIÓN ADICIONAL

Para citar este artículo: Ramírez López T., Plaza-Pedroche R. y Rodríguez-López J. (2023) Evaluación de la carga bacteriana del aire en centros educativos como proyecto didáctico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 20(2), 2203. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2203