

Máster en formación del profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI
Facultat de Ciències de l'Educació i Psicologia

Uso del aprendizaje basado en problemas como estrategia para el aprendizaje significativo e integrado de la biología

Trabajo de Fin de Máster

Realizado por

Virginia Cuartero Tendero

Tutorizado por

Fèlix Gilgado Barbadilla

Especialidad: **Biología y Geología**

Junio de 2021

Resumen

Desde que surgió en la década de los sesenta, el aprendizaje basado en problemas (ABP) se ha consolidado como una de las metodologías de enseñanza-aprendizaje innovadoras más recurrentes en las aulas de todo el mundo, especialmente para el estudio de las disciplinas científicotecnológicas. Esta estrategia didáctica, asentada en los principios del constructivismo, incentiva el desarrollo de habilidades cognitivas y fomenta otras capacidades como el pensamiento crítico, la autonomía, la motivación y el trabajo en equipo. El objeto de este estudio fue determinar el influjo del aprendizaje basado en problemas sobre el aprendizaje significativo y la motivación intrínseca del alumnado de 3º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) en el área de biología. Se empleó un diseño cuasi-experimental de grupo control no equivalente, con 50 participantes divididos en dos grupos intactos (experimental y control) y dos evaluaciones (una pre y otra post-intervención). Para medir las diferencias inter e intragrupo, se llevó a cabo un análisis estadístico cuantitativo mediante la prueba t de Student para muestras independientes y apareadas, respectivamente. Los resultados obtenidos no han permitido extraer conclusiones relevantes ni confirmar que el ABP produzca mejoras en el aprendizaje significativo y la motivación intrínseca, debido a la disparidad entre los grupos cotejados y otras limitaciones. No obstante, no hay indicios de que el ABP produzca efectos negativos en el aprendizaje, por ende puede considerarse una herramienta complementaria al método expositivo a fin de favorecer el aprendizaje significativo de la biología.

Palabras clave: aprendizaje basado en problemas, aprendizaje significativo, motivación, habilidades cognitivas, biología.

Abstract

Since its inception in the 1960s, problem-based learning (PBL) has established itself as one of the most recurring innovative teaching-learning methodologies in classrooms around the world, especially for the study of sciences. This didactic strategy, based on the principles of constructivism, promotes the development of cognitive skills and encourages other abilities such as critical thinking, autonomy, motivation or teamwork. The aim of this study was to determine the influence of problem-based learning on the meaningful learning and intrinsic motivation of 3rd grade compulsory secondary education students in the area of biology. A quasi-experimental design with non-equivalent control group was used, with 50 participants divided into two intact groups (experimental and control) and two evaluations (one pre and one post-intervention). To measure inter and intragroup differences, a quantitative statistical analysis was performed using the Student's t test for independent and paired samples, respectively. The obtained results have not allowed to draw relevant conclusions nor confirm that PBL produces improvements in meaningful learning or intrinsic motivation, due to disparity between the compared groups and further limitations. However, there are no indications that PBL has negative effects on learning, so it could be considered as a complementary tool to the expository method in order to promote meaningful learning of biology.

Keywords: problem based learning, meaningful learning, intrinsic motivation, cognitive skills, biology.

Índice

1. Introducción.....	7
2. Estado de la cuestión.....	9
<i>Constructivismo y ABP</i>	9
<i>Características del ABP</i>	11
<i>Limitaciones del ABP</i>	15
<i>Problemática actual</i>	17
3. Metodología.....	19
<i>Hipótesis de investigación</i>	19
<i>Objetivo general</i>	19
<i>Objetivos específicos</i>	19
<i>Diseño</i>	19
<i>Variables e instrumentos de evaluación</i>	21
<i>Análisis estadístico</i>	22
4. Intervención educativa.....	23
5. Resultados.....	29
<i>Análisis de los efectos del ABP en los resultados académicos</i> ...29	
a. <i>Análisis descriptivo</i>	29
b. <i>Prueba de normalidad</i>	31
c. <i>Prueba de Levene</i>	32
d. <i>Prueba t de Student para muestras independientes</i>	32
e. <i>Prueba t de Student para muestras apareadas</i>	33

<i>Análisis de los efectos del ABP en la motivación intrínseca</i>	34
<i>a. Coeficiente α de Cronbach</i>	34
<i>b. Análisis descriptivo</i>	35
<i>c. Prueba de normalidad</i>	36
<i>d. Prueba de Levene</i>	37
<i>e. Prueba U de Mann-Whitney</i>	37
<i>f. Prueba t de Student para muestras apareadas</i>	37
6. Discusión de resultados.....	39
7. Conclusiones.....	44
8. Bibliografía.....	46
Anexo I.....	50
Anexo II.....	55
Anexo III.....	57
Anexo IV.....	58

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Tabla de frecuencias de la variable 'Grupo'</i>	30
Tabla 2. <i>Resultados del análisis descriptivo de las variables 'Pre-test' y 'Post-test'</i>	31
Tabla 3. <i>Test de normalidad de Shapiro-Wilks</i>	31
Tabla 4. <i>Test de igualdad de varianzas de Levene</i>	32
Tabla 5. <i>Prueba t de Student para muestras independientes</i>	32
Tabla 6. <i>Prueba t de Student para muestras apareadas del grupo experimental, junto a su análisis descriptivo</i>	33
Tabla 7. <i>Prueba t de Student para muestras apareadas del grupo control, junto a su análisis descriptivo</i>	33
Tabla 8. <i>Coefficiente α de Cronbach del instrumento 'Cuestionario de motivación'</i>	34
Tabla 9. <i>Coefficiente α de Cronbach de los ítems del instrumento 'Cuestionario de motivación'</i>	35
Tabla 10. <i>Resultados del análisis descriptivo de las variables pre-test y post-test en la motivación total</i>	35
Tabla 11. <i>Resultados del análisis descriptivo de las variables pre-test y post-test en la motivación intrínseca</i>	36
Tabla 12. <i>Test de normalidad de Shapiro-Wilks de la variable 'motivación intrínseca'</i>	37
Tabla 13. <i>Test de igualdad de varianzas de Levene para la variable 'motivación intrínseca'</i>	37
Tabla 14. <i>Prueba U de Mann-Whitney de la variable 'motivación intrínseca'</i>	37
Tabla 15. <i>Prueba t de Student para muestras apareadas de la variable 'motivación intrínseca' en el grupo experimental, junto a su prueba de normalidad de Shapiro-Wilks y su análisis descriptivo</i>	38
Tabla 16. <i>Prueba t de Student para muestras apareadas de la variable 'motivación intrínseca' en el grupo control, junto a su prueba de normalidad de Shapiro-Wilks y su análisis descriptivo</i>	38

Índice de figuras

Figura 1. <i>Distribución de participantes en los grupos experimental y control.....</i>	30
Figura 2. <i>Box-plot de los resultados pre-test.....</i>	31
Figura 3. <i>Box-plot de los resultados post-test.....</i>	31

1. Introducción

En una época donde la sociedad avanza a ritmo vertiginoso, lo que hoy es tendencia mañana está desfasado y el imperativo predominante es "innovar o quedarse atrás". Sería lógico pensar que en temas de enseñanza, la educación va por el mismo camino; pero aunque resulte difícil de asimilar, las aulas de prácticamente la mayor parte del mundo y en concreto de nuestro país, no han cambiado tanto como cabría esperar.

Hoy día, las organizaciones sociales demandan una ciudadanía capaz de hacer frente con respuestas flexibles, reflexivas y críticas a los cambios constantes e inciertos que acontecen (Bauman, 2007). En ese sentido, las escuelas y sobre todo los sistemas educativos, los cuales son regulados por los gobiernos de los diferentes países, toman un papel esencial, ya que deben formar y capacitar a sus ciudadanos para responder a estas nuevas situaciones a través de competencias personales y profesionales y de saberes humanísticos, científicos y tecnológicos (Pino y Millán, 2020). Tanto es así, que en contraposición a los modelos del último siglo, cuyo objetivo era primeramente la alfabetización y posteriormente garantizar la igualdad de oportunidades en el acceso a la educación de la población general, las tendencias actuales apuestan por la equidad, lo cual involucra la inclusión educativa junto con la no discriminación, y la calidad educativa de todo el estudiantado, independientemente de su origen, capacidades o situación económica. Calidad y equidad son dos conceptos presentes en la normativa española y catalana actual, que reconocen la presencia de desigualdades en el sistema educativo y en torno a los que gira la acción educativa con el objetivo de disminuir estas desigualdades. Garantizar la equidad requiere de la igualdad de oportunidades, no solo en el acceso, sino en el derecho a una educación de calidad, entendida como principio que guía a las instituciones preocupadas por el cambio y la mejora (Gairín et ál.,

1996) y que persigue la excelencia. Por consiguiente, tal como afirma Pascual Barrio, “la mejora de la calidad supone la puesta en marcha de acciones de mejora constante” (2006).

Es por eso que de un tiempo a esta parte la innovación educativa está de forma permanente sobre la mesa, siendo un tema muy presente en la agenda actual; “nunca como hasta ahora se había hablado tanto de la innovación educativa a escala internacional” (Pedró, 2017, p.17). Cabe aclarar que la innovación educativa es una disciplina transversal que parte de la investigación científica y hace referencia al procedimiento planificado de introducción de cambios en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La innovación educativa surge del análisis y la reflexión y persigue conseguir mejoras en dichos procesos mediante la inserción de elementos nuevos. Por tanto, es un proceso planeado, deliberado, sistematizado e intencional (Salinas, 2004) que requiere un proceso de sistematización, formalización, seguimiento y evaluación (Salinas, 2008). Dentro de la innovación educativa existen 3 modalidades, en función de cómo se implementa (Orden ENS/303/2015, 2015): las prácticas educativas de referencia (iniciativas del profesorado vinculadas al Proyecto Educativo de Centro (PEC)), los proyectos de innovación pedagógica (iniciativas de un centro o grupo de centros educativos que forman parte explícita del PEC) y los programas de innovación (planes de acción impulsados por el Departamento de Educación, cuyo objetivo es mejorar los resultados del sistema educativo adecuándolo al cambio y a la evolución social).

Esta investigación se centrará en la implementación de una práctica educativa de referencia, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP a partir de ahora), en la materia de Biología de 3º de ESO, con el objetivo de resolver o mejorar los problemas y dificultades que el alumnado enfrenta en la actualidad y que se describen más adelante.

2. Estado de la cuestión

Constructivismo y ABP

Tal y como exponen Domínguez y Manzano (2012), los modelos pedagógicos tradicionales más ampliamente utilizados hasta la fecha se han enfocado en la memorización y repetición de contenidos, en lugar de centrarse en el logro de aprendizajes significativos y el desarrollo de otras habilidades cognitivas (Poot-Delgado, 2013). Sin embargo, en las últimas décadas han surgido nuevos modelos de enseñanza, muchos de ellos basados en teorías constructivistas, que dejan atrás los métodos tradicionales ya obsoletos centrados fundamentalmente en la clase magistral y en la adquisición de conocimientos memorísticos y poco relacionados tanto con la vida real como con los retos que los estudiantes habrán de afrontar en el futuro. Si bien antes estas metodologías solo ocupaban el marco de lo teórico, actualmente numerosos colegios de educación primaria y secundaria han apostado por su implementación con el objetivo de conseguir ciudadanos competentes y adaptados al siglo XXI.

Estas metodologías, entre ellas el ABP, surgen de las teorías constructivistas fundamentadas en las investigaciones de Piaget, Vygotsky y Brunner, entre otros. El constructivismo hace referencia a la teoría que fundamenta que el conocimiento humano es construido por los individuos dentro de una comunidad social, y que por consiguiente las diferentes disciplinas de conocimiento también son constructos humanos (Phillips, 1995). Consecuentemente, el constructivismo rechaza la idea de que el conocimiento es externo al individuo, es decir, acepta que este se encuentra en la naturaleza y en la vida y la forma de alcanzarlo es mediante su descubrimiento.

Aunque no existe una sola teoría constructivista del aprendizaje, la mayoría de las teorías constructivistas coinciden en estas 2 ideas centrales (Woolfolk, 2010):

1. Los estudiantes son individuos activos en la construcción de su propio conocimiento.

2. Las interacciones sociales son importantes en el proceso de construcción del conocimiento (Bruning et ál., 2004).

Dentro de las teorías constructivistas cabe destacar 2 importantes corrientes, en tanto que sentaron las bases del constructivismo constituyendo así una forma de organización de las diferentes perspectivas: el constructivismo psicológico de Piaget (centrado en la primera idea) y el constructivismo social de Vygotsky (centrado en la segunda idea).

Estas teorías o formas de pensamiento han influido en gran medida en los sistemas educativos recientes, ya que como se ha mencionado anteriormente, muchos de los nuevos recursos y metodologías en auge, sobre todo en occidente, parten de las teorías constructivistas, lo cual sugiere que su ubicuidad es una medida de su popularidad como forma de aprendizaje y de enseñanza (Kemp, 2005). Así pues, estas metodologías derivadas del constructivismo podrían ser capaces de dar solución a algunos de los problemas que afronta la educación en la actualidad, así como adecuarse a las necesidades educativas de aquellos individuos con dificultades para adaptarse al sistema tradicional. No obstante, Kemp (2005) remarca la importancia de recordar que el constructivismo es una teoría que describe el aprendizaje y no un método de enseñanza, ya que no sugiere cómo un individuo debería aprender, sino que da cuenta de cómo los aprendices construyen el conocimiento.

Siguiendo esta línea, muchos modelos constructivistas comparten unas determinadas condiciones para el aprendizaje (Woolfolk, 2010):

- Insertar el aprendizaje en ambientes complejos y realistas.
- Ofrecer elementos para la negociación social y la responsabilidad compartida.

- Brindar múltiples perspectivas y utilizar múltiples representaciones de contenido.
- Fomentar la conciencia personal y la idea de que los conocimientos se construyen.
- Motivar la propiedad del aprendizaje (Driscoll, 2005).

Por consiguiente, cuando la enseñanza adopta un punto de vista constructivista, el contexto social de la clase toma un papel central, se aceptan las distintas formas de ver el mundo y se valora la comprensión del estudiante más que la transmisión de conocimientos (Kemp, 2005). Como veremos a continuación, todas estas características aparecen en escena cuando adoptamos el ABP como metodología en el aula.

Características del ABP

El aprendizaje basado en problemas fue creado inicialmente en la década de los 60 por el médico y profesor norteamericano Howard Barrows como método alternativo enfocado a la educación universitaria de medicina. Barrows (1986) utilizaba casos médicos reales con la finalidad de preparar a sus alumnos para la vida real, en lugar de transmitirles conocimientos fuera de contexto. Posteriormente fomentó el uso de esta metodología en educación secundaria, convirtiéndose en uno de los métodos de enseñanza-aprendizaje que más arraigo ha tenido en las instituciones educativas en los últimos años (Woods, 1994). Esta metodología se basa en 'invertir' el proceso de aprendizaje tradicional; en lugar de explicar o transmitir contenidos de forma aislada y posteriormente emplear dichos contenidos individualmente para resolver problemas (que suelen ser imaginarios), el ABP parte de un problema real al que los estudiantes, en pequeños grupos, han de dar solución mediante el análisis, reflexión crítica y discusión entre los miembros del grupo. Es

decir, se identifican las necesidades de aprendizaje, se busca la información necesaria y finalmente se regresa al problema a fin de resolverlo (Barrows y Tamblyn, 1980).

Albanese y Mitchell (1993) describieron algunas características del ABP:

- Es un método de trabajo activo en el que los alumnos participan en la adquisición de sus conocimientos.
- El método se orienta a la solución de problemas que se diseñan para lograr el aprendizaje de ciertos objetivos.
- El aprendizaje se centra en el alumno y no en el profesor ni únicamente en los contenidos.
- Estimula el trabajo colaborativo en diferentes disciplinas y trabaja en grupos pequeños, de 5 a 8 estudiantes idealmente.
- El maestro se convierte en un facilitador o tutor del aprendizaje.
- La actividad gira en torno a la discusión de un problema, y el aprendizaje surge de la experiencia de trabajar sobre ese problema; es un método que estimula el autoaprendizaje del estudiante enfrentándolo a situaciones reales.
- Permite la identificación de deficiencias en los conocimientos.

Atendiendo a estas características, se hace evidente que en el ABP el conocimiento se construye socialmente, ya que para resolver el problema se requiere del trabajo colaborativo, del diálogo y de la discusión con los miembros del grupo y también con el tutor, el cual guía las investigaciones, por lo que el aprendizaje se crea por medio de interacciones sociales. Esta propiedad del ABP, entre otras cosas, fomenta el aprendizaje de habilidades sociales y el trabajo en equipo, aptitudes muy difíciles de trabajar mediante el método tradicional expositivo.

Al contrario de lo que el alumnado pueda pensar, el objetivo del ABP no es dar la respuesta correcta al problema, sino el aprendizaje de los conocimientos que se requieren para resolverlo, sirviendo así como detonador para que los alumnos cubran los objetivos de aprendizaje del curso (Poot-Delgado, 2013). Además, el ABP permite que los estudiantes sean capaces de desarrollar conocimientos flexibles que puedan adaptar según lo requiera la situación, al mismo tiempo que posibilita que puedan seguir diferentes caminos a la hora de lograr el aprendizaje, promoviendo y no limitando el uso de otro tipo de inteligencias más allá de la estrictamente académica. Es por eso que proporciona oportunidades de aprendizaje accesibles para una mayor cantidad de estudiantes (Allen y Tanner, 2003). Así, lo que esta metodología consigue es un aprendizaje competencial, que posibilita el desarrollo de habilidades, conocimientos, valores y aptitudes que permitirán al alumnado responder eficazmente ante las diferentes situaciones de la vida real.

Asimismo, esta metodología impulsa la autonomía del alumno, propiciando el 'aprender a aprender' (Pantoja y Covarrubias, 2013; Poot-Delgado, 2013; García, 2008) y haciéndolo responsable de construir su propio conocimiento, así como de autodirigir su aprendizaje mientras investiga para resolver el problema. Al implementar este tipo de estrategias pedagógicas estamos educando al alumnado para ser independiente y autodidacta durante el resto de su vida, ya que según Amir (2009) "el conocimiento que se adquiere por autodescubrimiento es más significativo y fácil de aplicar a situaciones reales comparado con el que se obtiene de las clases o las explicaciones de otra persona". Ahora bien, Ausubel advierte que "un aprendizaje es significativo cuando los contenidos son relacionados de modo arbitrario y no sustancial con lo que el alumno ya sabe" (1983), por lo que todas las metodologías de enseñanza-aprendizaje pueden suscitar potencialmente el aprendizaje significativo.

Adicionalmente, son varios los estudios que constatan que el ABP interviene en la motivación, la curiosidad, la creatividad y el desarrollo de un conjunto de habilidades tanto cognitivas como procedimentales y actitudinales para convertir a los estudiantes en actores capaces de aprender de manera profunda, autónoma y cooperativa (Pantoja y Covarrubias, 2013; Campo y Aguado, 2019). Este último estudio corrobora que el ABP aumenta las competencias científicas en un nivel alto y superior, consiguiendo el uso comprensivo del conocimiento científico, la explicación de fenómenos y el desarrollo de competencias investigativas por parte de los estudiantes, haciendo de esta estrategia metodológica una herramienta ideal para la enseñanza de la biología en secundaria.

Otro estudio, llevado a cabo por Syafii y Yasin (2013), recomienda utilizar el ABP en la enseñanza de la materia de biología, alegando que permite al alumnado resolver problemas utilizando el método científico, de forma que posibilita a aprender aquellos conocimientos relacionados con el problema. No obstante, y aunque poco a poco este concepto se está transformando, hoy día se sigue dando mayor peso al aprendizaje memorístico sin relacionar estos contenidos con aspectos de la vida cotidiana, lo que origina que, en muchas ocasiones, los conocimientos carezcan de significado y consecuentemente al alumnado le parezcan aburridos y densos, causando que se dificulte su aprendizaje (Pantoja y Covarrubias, 2013). En contraste, el ABP, al trasladar el papel del alumno desde ser receptor pasivo de conocimientos a ser el centro y promotor de su propio aprendizaje mediante la resolución de problemas complejos, suscita el desarrollo del pensamiento crítico y la creatividad, y facilita la relación entre los conocimientos que ya poseen y los nuevos que van adquiriendo, generando así que el aprendizaje sea significativo y contribuyendo al desarrollo del pensamiento formal.

De acuerdo con estos autores (Pantoja y Covarrubias, 2013), algunos beneficios del ABP que lo hacen atractivo para la enseñanza de contenidos científicos son: promueve una cultura de trabajo cooperativo en el que participan todos los miembros de un grupo; promueve el desarrollo de habilidades interpersonales que permite a los estudiantes ir adquiriendo los conocimientos para un desarrollo intelectual, científico, cultural y social; favorece los procesos de pensar y aprender, de forma consciente; promueve el pensamiento crítico. Así, constatan el ABP como metodología alternativa capaz de afrontar los problemas de la enseñanza magistral tradicional de la biología, bien como opción pedagógica para el aprendizaje significativo de contenidos, o bien como estrategia didáctica complementaria que potencia estrategias de enseñanza más tradicionales.

Limitaciones del ABP

Como cualquier metodología, el ABP puede acarrear numerosos beneficios en el estudiantado pero también presenta ciertos problemas y limitaciones. Por un lado, la implementación total de esta metodología, en materias científicas en general y en la materia de biología en particular, según Albanese y Mitchell (1993) mejora habilidades científicas como la formulación y el razonamiento de problemas. Del mismo modo, para Hung et ál. (2007) el ABP facilita el pensamiento de orden superior y mejora la habilidad de resolución de problemas, lo cual requiere de un pensamiento crítico y analítico, así como de habilidades metacognitivas. Sin embargo, estas aptitudes se consiguen en detrimento del aprendizaje de otros conocimientos básicos en ciencias, lo cual podría llegar a perjudicar a aquellos estudiantes que deseen realizar su carrera universitaria en cualquier ámbito científico.

Por otro lado, la gran cantidad de contenidos presentes en el currículum actual dificulta en gran medida la adquisición del ABP como metodología principal en el aula. El simple hecho de tener que cubrir el currículum difiere de los principios que subyacen al ABP, ya que este término implica de forma implícita la transmisión de conocimientos. Esto no quiere decir que el currículum no deba estar establecido, sino más bien que la transmisión indiscriminada de conocimientos es inservible si los alumnos son incapaces de entender su significado. Además, para Campo y Aguado "las teorías de Vizcarro y Juárez (2008) evidencian que el ABP no muestra resultados inmediatos debido a la complejidad de adaptación al ritmo de trabajo y la transición de enfoques pasivos a enfoques activos" (2019). Por todo ello, su implementación no puede realizarse de repente, sino que requeriría rediseñar y transformar completamente el currículum, a parte de un tiempo de adaptación para los profesores, alumnos y familias (Poot-Delgado, 2013).

De modo que, ¿qué es preferible, un aprendizaje científico y competencial que les permita un mayor desarrollo cognitivo y social o una mayor adquisición de conocimientos científicos, que inevitablemente necesitarán en su educación superior? Teniendo en cuenta la época en la que vivimos, resultará más práctico y provechoso para un mayor número de estudiantes desarrollar las habilidades que le faculten para pensar críticamente y resolver problemas con eficacia, es decir, que los aprendizajes que adquieran en el instituto sean útiles para el resto de sus vidas, ya que gracias a las TIC (tecnologías de la información y la comunicación) podemos disponer de cualquier información, concepto o dato en cuestión de segundos.

Sin embargo, tal como dijo Plutarco: "en la moderación está la virtud". Esta cita aplicada al tema que nos abarca alude a lo que, en consonancia con las conclusiones extraídas por García (2008) de los

estudios realizados por Vernon y Blake (1993) y Albanese y Mitchell (1993), sería más eficaz en términos educativos: un equilibrio entre el sistema tradicional de transmisión pasiva de conocimiento y otras metodologías como el ABP que promuevan la adquisición de aptitudes por el estudiantado que solo con el sistema clásico o expositivo no serían capaces de lograr.

Problemática actual

Si bien los problemas educativos existentes en el pasado, como el no tener acceso a una educación de calidad por falta de recursos y la exclusión del sistema educativo por el mero hecho de presentar una discapacidad o simplemente por no encajar en el sistema, entre otros, han sido o están siendo resueltos por las autoridades u organismos pertinentes, a medida que la sociedad avanza surgen nuevos problemas a los que las investigaciones científicas y la innovación educativa buscan dar solución, atenuar o eliminar. Dejando a un lado los problemas individuales y aislados que cada alumno pueda tener, la tendencia actual observable en las aulas se centra en 3 condiciones: la falta de atención y por tanto de comprensión de los contenidos curriculares complejos, la excesiva dependencia de los adultos o falta de autonomía y la falta de motivación intrínseca respecto a la biología y las ciencias en general. Estas condiciones influyen negativamente, en mayor o menor medida, en la adquisición de aprendizajes significativos y en los resultados académicos del alumnado.

Conforme el estudiantado avanza en los cursos de la ESO y posteriormente de Bachillerato, las materias van adquiriendo complejidad. Básicamente, el currículum de secundaria se basa en profundizar y ampliar paulatinamente los contenidos ya vistos en la educación primaria, y especialmente en las materias científicas

abundan los conceptos abstractos, cuya comprensión requiere de un cerebro desarrollado capaz de pensar formalmente. Si los estudiantes no predisponen del deseo y la motivación para aprender, o si el profesorado no estimula a sus alumnos para que pasen a ser sujeto activo de su aprendizaje, difícilmente prestarán atención y comprenderán lo que se pretende enseñar. Por otro lado, esta falta de atención podría deberse a la sobreestimulación y consecuentemente al estrés que reciben de las TIC por su uso excesivo y en ocasiones adictivo, el cual se ha visto acrecentado por la pandemia, alterando los procesos del pensamiento formal, la toma de decisiones y los procesos de aprendizaje (Cury, 2018), y por ende influyendo negativamente en el desarrollo cerebral adolescente y ocasionando un déficit de atención en algunos alumnos.

Por todo lo anteriormente expuesto, el fin de este estudio es determinar si el uso del ABP (metodología activa, motivadora y que promueve la autonomía) como estrategia pedagógica principal en la materia de biología produce mejoras significativas en el aprendizaje y los resultados académicos de los estudiantes.

3. Metodología

Hipótesis de investigación (H₁)

La metodología del aprendizaje basado en problemas (ABP) mejora significativamente los resultados académicos y aumenta la motivación intrínseca de los estudiantes de biología de 3º de ESO del colegio Mare de Déu del Carme.

Objetivo general

Determinar la relación entre el ABP y el aprendizaje significativo del sistema endocrino en estudiantes de 3º de ESO del colegio Mare de Déu del Carme a través de su rendimiento académico y de su motivación por la metodología empleada.

Objetivos específicos

- Analizar los efectos del ABP en los resultados académicos de la materia de biología en estudiantes de 3º de ESO.
- Estudiar cómo está implicado el ABP en la motivación intrínseca del alumnado.
- Comparar las implicaciones del ABP en los resultados académicos y la motivación intrínseca entre el grupo experimental y el grupo control en la materia de biología de 3º de ESO.

Diseño

El diseño escogido para esta investigación es de tipo cuasi-experimental de grupo control no equivalente, con un esquema pre-test-intervención-post-test, donde se pretende analizar las diferencias en los resultados académicos y en la motivación entre dos grupos: el grupo experimental –al cual se aplica la metodología ABP– respecto al

grupo control –el cual adquiere los contenidos mediante la metodología habitualmente utilizada en la asignatura–.

Los participantes de este estudio son alumnos de 3º de la ESO del Colegio Mare de Déu del Carme de la ciudad de Tarragona. El total de participantes es 50: 26 alumnas y 24 alumnos de entre 14 y 15 años organizados en dos grupos intactos: uno experimental (28 estudiantes) y uno control (22 estudiantes). El grupo experimental se compone de alumnos cuya competencia en lengua inglesa está por mejorar, por lo que realizan la asignatura en lengua catalana, mientras que el grupo control se encuentra dentro del programa CLIL (Aprendizaje Integrado de Contenidos y Lenguas Extranjeras), en el cual se imparten un número de asignaturas en inglés, entre ellas la biología. Además, cada grupo posee un profesor diferente para impartir la asignatura, limitación a tener en cuenta a la hora de extraer conclusiones.

Al grupo experimental se le aplicó el ABP a lo largo de 6 sesiones de 55 minutos de duración donde se trató el tema del sistema endocrino, incluido en el currículum oficial de Biología y Geología de 3º de ESO. El uso del ABP como metodología didáctica comprendió la distribución de los 28 alumnos en 6 grupos de trabajo y la creación y planteamiento de 6 situaciones-problema en forma de casos clínicos ficticios correspondientes a 6 de las enfermedades endocrinas más conocidas: diabetes mellitus tipo I, síndrome de Cushing, enfermedad de Graves, síndrome de ovarios poliquísticos, diabetes insípida y acromegalia.

En cuanto al grupo control, el tema del sistema endocrino fue impartido por el profesor titular utilizando la metodología habitual de la materia de biología: método expositivo siguiendo el libro electrónico *Science Bits*.

Variables e instrumentos de evaluación

Para esta investigación se asignó como variable independiente la metodología del ABP, mientras que las variables dependientes son los resultados académicos y la motivación intrínseca del alumnado. Pese a la existencia de variables que no se pueden controlar dentro del ámbito escolar (como la inteligencia del alumnado, su competencia científica, su hábito de estudio, etc.) (Hernández et ál., 2014), se procuró que las características básicas iniciales de los grupos fuesen similares: todos los participantes cursan 3º de ESO, tienen entre 14 y 15 años y la mayoría asiste al mismo colegio desde hace años.

Como instrumentos de evaluación se han utilizado:

- Cuestionario/examen pre-test y post-test para evaluar tanto los conocimientos de los estudiantes sobre la materia como su competencia científica, uno antes y otro después de la intervención. Este cuestionario fue creado específicamente para la investigación (Anexo I) y validado por dos expertos en ciencias naturales: los tutores de la URV y del centro de prácticas Fèlix Gilgado y Teresa Santos, respectivamente.

- Cuestionario de motivación tipo ítem Likert (Anexo II), realizado a los estudiantes antes y después de la implementación (pre-test y post-test). Este cuestionario fue creado por Díaz (2015), adaptado por la investigadora y validado por los expertos Fèlix Gilgado y Teresa Santos. En cuanto a otras propiedades psicométricas, este instrumento presenta una confiabilidad elevada, analizada mediante el coeficiente α de Cronbach, con un resultado de $\alpha > 0,7$.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico, dado que el diseño del estudio es cuasi-experimental de grupo control no equivalente con grupos intactos (experimental y control), y que se realizaron dos evaluaciones (pre-test y post-test), se llevó a cabo un análisis cuantitativo de los datos.

En primer lugar se realizó un análisis descriptivo de las variables dependientes para obtener las medias aritméticas y las desviaciones típicas de los diferentes grupos. A continuación, se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks para verificar que los datos siguen la ley Normal, así como se determinó la homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene. Una vez comprobadas la normalidad y la homocedasticidad, se realizó la prueba t de Student para muestras independientes (U de Mann-Whitney en el caso de la motivación intrínseca) con el objetivo de estimar las diferencias intergrupo, seguida de dos pruebas t de Student para muestras apareadas para estimar las diferencias intragrupo entre el pre-test y el post-test. Estas pruebas se aplicaron tanto a los datos sobre los resultados académicos como a los datos sobre motivación intrínseca compilados. Adicionalmente, se realizó el coeficiente α de Cronbach para evaluar la confiabilidad del cuestionario de motivación empleado. Para ello, se utilizó el software JASP 0.14.1.0, así como Excel para la recopilación de los datos.

4. Intervención educativa

A continuación, se expone la propuesta de unidad didáctica diseñada específicamente para la implementación de la metodología de estudio. En ella se trata el tema del sistema endocrino dentro de la función de relación, contenidos presentes dentro del currículum oficial de biología y geología de 3º de ESO. Este tema fue escogido debido a su alta complejidad, de modo que la introducción de la metodología del ABP sirviese para trabajar los contenidos de forma amena y autónoma, permitiendo al alumnado adquirir una visión integrada y el aprendizaje significativo de dichos conocimientos.

MATERIA	BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA	NIVEL EDUCATIVO	3º ESO
ÁMBITO	CIENTIFICOTECNOLÓGICO	TRIMESTRE	2º trimestre
UNIDAD DIDÁCTICA	Un cóctel de hormonas	TEMPORIZACIÓN	6 sesiones de 55 minutos
JUSTIFICACIÓN	Después de haber trabajado la función de nutrición y todos los aparatos implicados en ella, los estudiantes de tercero de ESO pasarán a estudiar la función de relación y los sistemas que la conforman. Al tratarse de procesos tan complejos, se procurará su aprendizaje utilizando la metodología del aprendizaje basado en problemas, abordando la unidad desde un enfoque integrado, mediante el planteamiento crítico de problemas y tareas de investigación.		

CONTENIDOS CLAVE	CONTENIDOS CURRICULARES
<p>ÁMBITO CIENTIFICOTECNOLÓGICO</p> <p>CC10. Modelo de ser vivo.</p> <p>CC28. Función de relación. Respuesta inmune. Sustancias adictivas.</p> <p>CCD1. Sistemas de comunicación y entornos de trabajo digital para el aprendizaje colaborativo y a lo largo de la vida, atendiendo a las formas de cortesía.</p>	<p>Las respuestas del cuerpo (CC10, CC28):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistema endocrino como efector de respuestas del cuerpo. Equilibrio hormonal y trastornos más frecuentes. Hormonas como activadoras e inhibidoras de funciones.

Dimensiones y competencias del ámbito	Criterios de evaluación	Objetivos	Indicadores de evaluación		
			Nivel 1 (logro satisfactorio)	Nivel 2 (logro notable)	Nivel 3 (logro excelente)
DIMENSIÓN: INDAGACIÓN DE FENÓMENOS NATURALES Y DE LA VIDA COTIDIANA	<p>Competencia 2: Identificar y caracterizar los sistemas biológicos y geológicos desde la perspectiva de los modelos, para comunicar y predecir el comportamiento de los fenómenos naturales.</p> <p>7. Valorar la importancia del funcionamiento correcto de los sistemas nervioso, endocrino e inmunitario para el equilibrio del cuerpo, relacionándolo con la capacidad de las personas de captar y responder a los estímulos del medio.</p> <p>8. Describir los procesos implicados en la función de relación identificando los órganos y las estructuras que participan en cada proceso.</p>	O1: Relacionar los trastornos más frecuentes con los órganos y procesos implicados en cada caso, valorando la importancia del funcionamiento correcto de estos procesos para mantener el equilibrio del cuerpo	Relaciona los trastornos más frecuentes con los órganos y procesos implicados, aunque no asocia la importancia de su correcto funcionamiento para mantener la homeostasis.	Relaciona los trastornos estudiados en clase con los órganos y procesos implicados, y valora la importancia del correcto funcionamiento de dichos procesos para mantener la homeostasis.	Conoce en profundidad y relaciona los trastornos estudiados en clase con los órganos y procesos implicados y es capaz de predecir las alteraciones en la homeostasis cuando se modifican dichos procesos.
		O2: Entender el proceso de relación y sus etapas, identificando los órganos y sistemas que participan en cada proceso.	Entiende el proceso de relación y sus etapas e identifica algunos órganos y sistemas que participan en cada proceso, utilizando un lenguaje llano.	Entiende el proceso de relación y sus etapas e identifica todos los órganos y sistemas que participan en cada proceso, utilizando la terminología científica adecuada.	Entiende y profundiza en el proceso de relación y sus etapas, a la vez que identifica todos los órganos y sistemas que participan en los procesos, utilizando la terminología y el lenguaje simbólico propios de la ciencia.
		O3: Explicar de forma integrada las funciones del sistema endocrino.	Conoce las funciones del sistema endocrino, aunque no las asocia al sistema nervioso.	Explica las funciones del sistema endocrino y establece de forma superficial su relación con el sistema nervioso.	Explica de forma integrada las funciones del sistema endocrino y especifica los puntos de encuentro con el sistema nervioso.
	Competencia 5: Resolver problemas de la vida cotidiana aplicando el razonamiento científico.	O4: Construir explicaciones científicas, desarrollar y utilizar un modelo que describa el proceso de la relación humana.	Utiliza los modelos adecuados para describir el proceso de la relación humana.	Construye explicaciones científicas y utiliza modelos adecuados para describir el proceso de la relación humana.	Construye explicaciones científicas y las justifica, desarrollando y utilizando modelos adecuados para describir el proceso de relación humana.

			O5: Utilizar conceptos y desarrollar estrategias propias del trabajo científico con el objetivo de comprender y dar solución a problemas relacionados con la vida cotidiana y la salud.	Identifica las características del problema a resolver y propone una respuesta coherente para solucionar el problema.	Desarrolla y justifica estrategias propias del trabajo científico con el objetivo de comprender y resolver el problema.	Hace propuestas originales y relevantes, desarrolla y justifica estrategias propias del trabajo científico con el objetivo de comprender y dar solución al problema.
--	--	--	---	---	---	--

EVALUACIÓN

EVALUACIÓN PRE-TEST S1 –A0

Se realizará un cuestionario pre-test para obtener información de los conocimientos previos de los alumnos sobre la materia. El cuestionario se les pasará en papel, a cumplimentar en 30 minutos aprox. (ANEXO I).

EVALUACIÓN FORMATIVA S1-S6

Rúbrica para la evaluación de la UD por parte del profesorado, de acuerdo con los indicadores establecidos y una gradación de niveles de cumplimiento (ANEXO III).

EVALUACIÓN FORMADORA (S6)

Los alumnos realizarán un cuestionario de autoevaluación y coevaluación del trabajo en grupo a través de *Google Forms*, a cumplimentar en 10 minutos (ANEXO IV).

EVALUACIÓN CALIFICADORA (S6)

Se realizará un cuestionario post-test de evaluación, en papel y a cumplimentar en 30 minutos (ANEXO I).

COMPETENCIAS TRANSVERSALES / OTRAS MATERIAS

ÁMBITO PERSONAL Y SOCIAL. DIMENSIÓN APRENDER A APRENDER.

Competencia 3: Desarrollar habilidades y actitudes que permitan afrontar los retos del aprendizaje a lo largo de la vida.

CC. Habilidades y actitudes para el trabajo en grupo: asunción de roles, asertividad, empatía, escucha activa, responsabilidad, etc.

ÁMBITO DIGITAL. DIMENSIÓN COMUNICACIÓN INTERPERSONAL Y COLABORACIÓN.

Competencia 8: Realizar actividades en grupo utilizando herramientas y entornos virtuales de trabajo colaborativo.

CCD20, CCD21, CCD22, CCD24. Sistemas de comunicación y entornos de trabajo digital para el aprendizaje colaborativo y a lo largo de la vida, atendiendo a las formas de cortesía.

ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

Ningún alumno requiere medidas especiales.

ACTIVIDADES DE LA UNIDAD – SECUENCIACIÓN			
SESIÓN 1	<p>Resumen de la sesión: después de la explicación sobre el funcionamiento de las sesiones, se realizará el cuestionario pre-test, seguido del cuestionario sobre motivación. A continuación, se divide al alumnado en grupos de 4 o 5 alumnos previamente establecidos (grupo experimental: 28 alumnos), y a cada grupo se le asigna un problema a resolver, el cual han de analizar y realizar una primera lluvia de ideas.</p>		
SECUENCIACIÓN	TIPO DE TRABAJO	RECURSOS MATERIALES	INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN
<p>Explicación del funcionamiento de las sesiones: objetivos, actividades, dinámica de trabajo y tiempos (5 minutos).</p> <p>ACTIVIDAD 0: cuestionario pre-test de conocimientos previos (30 minutos).</p> <p>ACTIVIDAD 00: cuestionario de motivación (10 minutos) (ANEXO II).</p> <p>ACTIVIDAD 1: Adjudicación de grupos y problemas (5 minutos).</p> <p>ACTIVIDAD 2: Análisis del problema y lluvia de ideas (5 minutos).</p>	<p>Individual</p> <p>Trabajo en grupos de 4-5 personas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario pre-test en papel • Cuestionario motivación en papel • Ordenador de cada alumno • Pizarra 	<p>Evaluación inicial pre-test</p> <p>Cuaderno de anotaciones del docente</p>

ACTIVIDADES DE LA UNIDAD – SECUENCIACIÓN			
SESIÓN 2	<p>Resumen de la sesión: se repasan los conceptos básicos del sistema endocrino: glándulas, hormonas que producen y su regulación, así como sus principales efectos. Se utiliza como soporte una presentación y posteriormente se especifica la información que se ha de incluir en el trabajo (infografía/presentación). El alumnado forma los grupos y se prosigue con la lluvia de ideas, relacionando conocimientos previos y realizando un guion sobre el que basará su investigación.</p>		
SECUENCIACIÓN	TIPO DE TRABAJO	RECURSOS MATERIALES	INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN
<p>Breve explicación de conceptos básicos. El sistema endocrino. Eje hipotálamo-hipófisis (10 minutos).</p> <p>ACTIVIDAD 1: Explicación con detalle de la información que ha de incluir el trabajo (5 minutos).</p> <p>ACTIVIDAD 2: Trabajar sobre el problema. Lluvia de ideas. Relacionar conceptos previos. Realización y presentación de un guion y una posible explicación al problema para el final de la clase (40 minutos).</p>	<p>Trabajo en grupos de 4-5 personas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Un ordenador del profesor y un proyector • Ordenador de cada alumno • Pizarra 	<p>Rúbrica evaluación formativa</p> <p>Cuaderno de anotaciones del docente</p>

ACTIVIDADES DE LA UNIDAD – SECUENCIACIÓN			
SESIÓN 3	<p>Resumen de la sesión: repaso de conceptos básicos y contenidos donde hayan podido surgir dudas. Explicación breve del programa <i>Genially</i>, a través del cual realizarán la infografía o presentación donde expondrán sus investigaciones. Seguidamente, los alumnos forman los grupos y se continúa trabajando e investigando en el problema propuesto, siguiendo el guion realizado. La docente revisa y guía las investigaciones, y resuelve las dudas que vayan surgiendo.</p>		
SECUENCIACIÓN	TIPO DE TRABAJO	RECURSOS MATERIALES	INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN
<p>Breve explicación de conceptos básicos. El sistema endocrino. Principales hormonas (10 minutos).</p> <p>ACTIVIDAD 1: Visualización de un vídeo explicativo (5 minutos).</p> <p>ACTIVIDAD 2: Repaso de contenidos, explicación del programa 'Genially' y aclaración de dudas (10 minutos).</p> <p>ACTIVIDAD 3: Trabajar sobre el problema. Continuar la investigación y recopilar información. Resolución de dudas (30 minutos).</p>	Trabajo en grupos de 4-5 personas	<ul style="list-style-type: none"> • Un ordenador del profesor y un proyector • Ordenador de cada alumno • Pizarra • Otros recursos online o en papel 	<p>Rúbrica evaluación formativa</p> <p>Cuaderno de anotaciones del docente</p>

ACTIVIDADES DE LA UNIDAD – SECUENCIACIÓN			
SESIÓN 4	<p>Resumen de la sesión: repaso de conceptos básicos y contenidos donde hayan podido surgir dudas. Última sesión para trabajar en clase la resolución del problema y realización de la infografía/presentación. Formación de grupos de trabajo. Durante esta hora de clase, la docente irá revisando los trabajos realizados por cada grupo y dando <i>feedback</i> a los alumnos, de forma que puedan aportar mejoras.</p>		
SECUENCIACIÓN	TIPO DE TRABAJO	RECURSOS MATERIALES	INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN
<p>Breve explicación de conceptos básicos. El sistema endocrino. Regulación hormonal (10 minutos).</p> <p>ACTIVIDAD 1: Revisión de los trabajos, <i>feedback</i> y resolución de dudas (durante toda la clase).</p> <p>ACTIVIDAD 2: Trabajar sobre el problema. Realización de la infografía/presentación (45 minutos).</p>	Trabajo en grupos de 4-5 personas	<ul style="list-style-type: none"> • Un ordenador del profesor y un proyector • Ordenador de cada alumno • Pizarra 	<p>Rúbrica evaluación formativa</p> <p>Cuaderno de anotaciones del docente</p>

ACTIVIDADES DE LA UNIDAD – SECUENCIACIÓN			
SESIÓN 5	Resumen de la sesión: exposición de los trabajos realizados, donde se describirán las enfermedades referidas en cada problema, los órganos y vías de señalización implicados, así como sus síntomas y posibles tratamientos. Cada grupo dispone de 8-10 minutos.		
SECUENCIACIÓN	TIPO DE TRABAJO	RECURSOS MATERIALES	INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN
<p>ACTIVIDAD 0: Entrega del trabajo mediante <i>Google Teams</i>.</p> <p>ACTIVIDAD 1: Exposición grupos 1-6 (10 minutos cada grupo aproximadamente).</p>	Trabajo en grupos de 4-5 personas	<ul style="list-style-type: none"> • Un ordenador del profesor y un proyector • Ordenador de cada alumno 	<p>Rúbrica evaluación de exposiciones</p> <p>Cuaderno de anotaciones del docente</p>

ACTIVIDADES DE LA UNIDAD – SECUENCIACIÓN			
SESIÓN 6	Resumen de la sesión: realización de la evaluación post-test de conocimientos en 40 minutos aproximadamente. A continuación, realización del cuestionario de motivación post-test, a completar en 10 minutos. Por último, autoevaluación y evaluación de sus compañeros de trabajo mediante un cuestionario a través de <i>Google Forms</i> .		
SECUENCIACIÓN	TIPO DE TRABAJO	RECURSOS MATERIALES	INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN
<p>ACTIVIDAD 1: Cuestionario post-test (40 minutos).</p> <p>ACTIVIDAD 2: Cuestionario de motivación (10 minutos).</p> <p>ACTIVIDAD 3: Coevaluación del trabajo en grupo (5 minutos).</p>	Individual	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenador del profesor • Cuestionario post-test • Cuestionario motivación • Ordenador de cada alumno 	<p>Cuestionario post-test</p> <p>Rúbrica coevaluación por <i>Google Forms</i></p> <p>Cuaderno de anotaciones del docente</p>

5. Resultados

Los resultados obtenidos de los grupos experimental y control en las fases de pre-test y post-test a través de los instrumentos empleados se exponen a continuación:

Análisis de los efectos del ABP en los resultados académicos

El cuestionario que evalúa este aspecto (ANEXO I) se elaboró conforme al currículum oficial de Biología y Geología de tercero de ESO y recoge una serie de actividades y preguntas de tipo competencial, algunas de elaboración propia y otras extraídas del libro digital *Science Bits*, que se consideraron válidas para evaluar los conocimientos aprendidos e interiorizados por los estudiantes. Con la finalidad de que los resultados fuesen lo más objetivo posibles, las actividades propuestas se crearon de forma que solo existiese una respuesta posible y a cada una se le asignó una valoración, de modo que la puntuación total fuese sobre 10. El cuestionario recoge actividades de tipo test, verdadero/falso, rompecabezas, etc.

Con el objetivo de determinar las diferencias entre los grupos experimental y control, así como entre el pre-test y el post-test, se realizaron diferentes pruebas estadísticas, cuyos resultados se describen a continuación:

a. *Análisis descriptivo de los grupos.* En primer lugar, mediante una tabla de frecuencias (Tabla 1) y su gráfico de distribución correspondiente (Figura 1). De los 50 participantes, 22 corresponden al grupo control (0) ocupando un 44% del total, mientras que el grupo experimental (1) se compone de 28 miembros, constituyendo un 56% del total.

Tabla 1.

Tabla de frecuencias de la variable 'Grupo'.

Grupo	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
0	22	44.000	44.000	44.000
1	28	56.000	56.000	100.000
Missing	0	0.000		
Total	50	100.000		

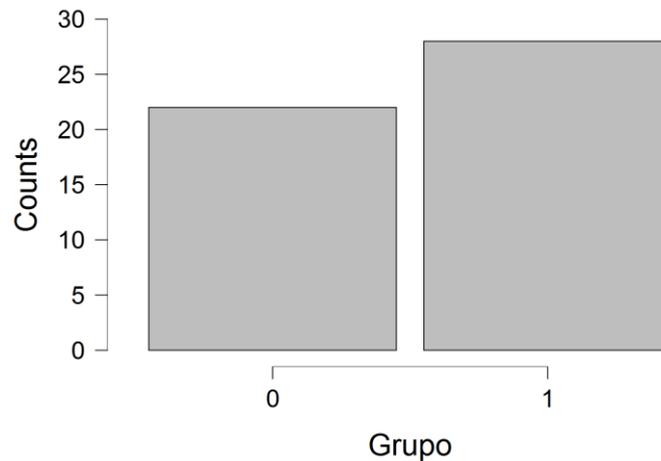
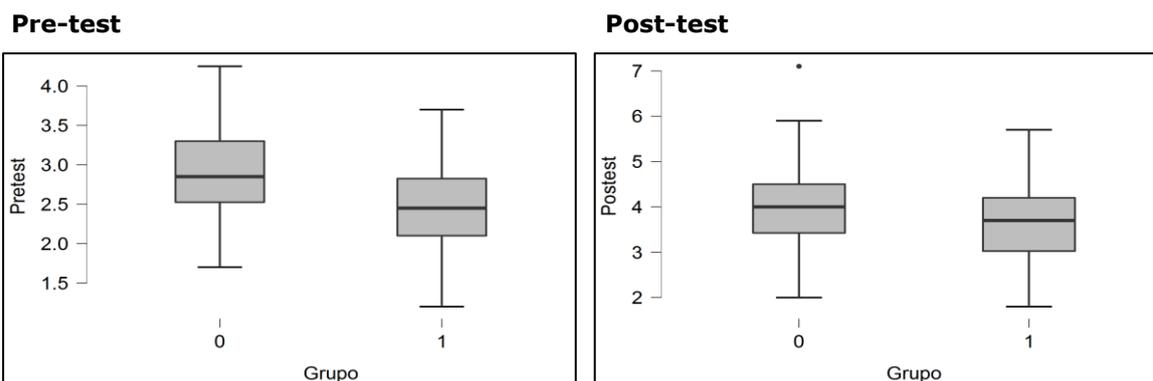


Figura 1. Distribución de participantes en los grupos experimental y control.

A continuación, se analizó la tendencia central y la dispersión absoluta de las variables 'Pre-test' y 'Post-test' dentro de los grupos experimental (1) y control (0), mediante la media aritmética y la desviación típica. Aparentemente, las diferencias en la media son de aproximadamente 0,4 puntos más en el grupo control, tanto en el pre-test como en el post-test: 2,49 del grupo experimental frente a 2,9 del grupo control en el pre-test y 3,63 del grupo experimental frente a 4,0 del grupo control en el post-test. Por otra parte, el resultado de la desviación estándar (mide la variabilidad de los datos alrededor de la media) oscila alrededor de 1, lo cual indica que ambas variables son homogéneas.

Tabla 2.*Resultados del análisis descriptivo de las variables 'Pre-test' y 'Post-test'.*

	Pre-test		Post-test	
	0	1	0	1
Valid	22	28	22	28
Missing	0	0	0	0
Mean	2.902	2.493	4.000	3.636
Std. Deviation	0.637	0.708	1.203	0.988
Minimum	1.700	1.200	2.000	1.800
Maximum	4.250	3.700	7.100	5.700

**Figuras 2 y 3.** Box-plot del pre-test y post-test de los grupos experimental y control.

b. *Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks.* Realizada para verificar que en ambas muestras (grupo control y experimental) la distribución de los datos, tanto del pre-test como del post-test, sigue la ley Normal y por tanto, justificar el uso de pruebas estadísticas paramétricas. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 3: todos los valores de p se encuentran por encima del nivel de significación ($\alpha=0,05$), lo cual señala que los datos no difieren significativamente de una distribución normal teórica, por lo que se puede asumir que ambas distribuciones siguen la ley Normal.

Tabla 3.*Test de normalidad de Shapiro-Wilks.*

		W	p
Pre-test	0	0.992	0.999
	1	0.954	0.249
Post-test	0	0.959	0.469
	1	0.982	0.902

c. *Prueba de Levene de homogeneidad de varianzas.* Realizada para comprobar la homocedasticidad de las variables pre-test y post-test calculadas para dos grupos: experimental y control. Los resultados de la prueba (Tabla 4) son superiores al nivel de significación ($\alpha=0,05$), con lo cual permiten adoptar H_0 (hipótesis nula) como hipótesis verdadera y, por tanto, aceptar la igualdad de varianzas que posibilita la realización de pruebas que asumen este supuesto, entre ellas la prueba t de Student de comparación de dos medias aritméticas.

Tabla 4.
Test de igualdad de varianzas de Levene.

	F	df	p
Pretest	0.112	1	0.739
Posttest	0.341	1	0.562

d. *Prueba t de Student para muestras independientes.* Realizada con el objetivo de determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre el grupo experimental y el grupo control, es decir, para deducir si la metodología del ABP ha tenido influencia en el aprendizaje significativo y desempeño académico del grupo experimental. Los resultados señalan diferencias significativas de partida entre el grupo experimental y el grupo control, ya que $p_{pre-test} < 0,05$.

Tabla 5.
Prueba t de Student para muestras independientes.

	t	df	p
Pre-test	2.121	48	0.039
Post-test	1.176	48	0.245

Por otra parte, el resultado de $p_{post-test} > 0,05$ descarta la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los grupos experimental y control en esta prueba.

e. *Prueba t de Student para muestras apareadas*. Por último, esta prueba fue realizada con el fin de averiguar si existen diferencias intragrupo estadísticamente significativas, entre el pre-test y el post-test. Es decir, se analizaron los datos recopilados antes y después de la intervención educativa, en cada uno de los grupos y por separado, para determinar la efectividad de la estrategia del ABP en el rendimiento académico con respecto a la metodología empleada habitualmente.

Tabla 6.

Prueba t de Student para muestras apareadas del grupo experimental, junto a su análisis descriptivo

Measure 1	Measure 2	t	df	p
Pre-test	- Post-test	-5.209	27	< .001

	N	Mean	SD	SE
Pre-test	28	2.493	0.708	0.134
Post-test	28	3.636	0.988	0.187

Tabla 7.

Prueba t de Student para muestras apareadas del grupo control, junto a su análisis descriptivo.

Measure 1	Measure 2	t	df	p
Pre-test	- Post-test	-3.968	21	< .001

	N	Mean	SD	SE
Pre-test	22	2.902	0.637	0.136
Post-test	22	4.000	1.203	0.256

Los resultados de $p < 0,05$ en esta prueba indican la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre el pre-test y el post-test en ambos grupos, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Dicho de otro modo, tanto el grupo experimental como el grupo control mejoraron significativamente sus resultados académicos tras la intervención educativa con la estrategia del ABP y la metodología habitual, respectivamente.

Análisis de los efectos del ABP en la motivación intrínseca

Este cuestionario fue adaptado a la materia de biología y geología desde el 'Cuestionario sobre motivación hacia la matemática' (Díaz, 2015). Se compone de 20 ítems: 13 ítems evalúan la motivación intrínseca (indicadores: "necesidad de las personas de saber", "satisfacción experimentada" y "estimulación") y 7 ítems evalúan la motivación extrínseca (indicadores: "conductas reguladas" e "identificación"). Asimismo, con la finalidad de determinar las diferencias entre los grupos experimental y control, además de entre el pre-test y el post-test, se realizaron las mismas pruebas estadísticas que para el cuestionario sobre conocimientos más alguna otra, cuyos resultados se describen a continuación:

a. Coeficiente Alpha de Cronbach. Analizado para determinar la confiabilidad del cuestionario. En otros términos, mide la estabilidad de las mediciones realizadas (ausencia de errores) con un mismo instrumento de medida. En la Tabla 9 se puede apreciar que los coeficientes α de Cronbach correspondientes a cada uno de los ítems, tanto en el cuestionario pre-test como en el post-test, son superiores a 0,7. Además, si se consideran todos los ítems (Tabla 8), α es superior a 0,8, lo cual indica que el instrumento de medida presenta una confiabilidad elevada.

Tabla 8.
Coeficiente α de Cronbach del instrumento 'Cuestionario de motivación'.

Point Estimate	Cronbach's α
Pre-test	0.888
Post-test	0.912

Tabla 9.

Coeficiente α de Cronbach de los ítems del instrumento 'Cuestionario de motivación'.

Pre-test		Post-test	
Item	Cronbach's α	Item	Cronbach's α
V1	0.880	V1	0.903
V2	0.873	V2	0.904
V3	0.880	V3	0.905
V4	0.882	V4	0.907
V5	0.892	V5	0.914
V6	0.889	V6	0.904
V7	0.886	V7	0.922
V8	0.888	V8	0.912
V9	0.880	V9	0.907
V10	0.875	V10	0.906
V11	0.881	V11	0.901
V12	0.874	V12	0.903
V13	0.887	V13	0.911
V14	0.881	V14	0.904
V15	0.878	V15	0.903
V16	0.889	V16	0.911
V17	0.893	V17	0.910
V18	0.884	V18	0.909
V19	0.882	V19	0.908
V20	0.882	V20	0.905

b. Análisis descriptivo de los grupos. De forma similar al cuestionario de conocimientos, se analizó la tendencia central y la dispersión absoluta de las variables 'Pre-test' y 'Post-test' en los grupos experimental (1) y control (0), mediante la media aritmética y la desviación típica. Por un lado se analizaron los datos de la motivación total (entendida como la motivación intrínseca + la motivación extrínseca) y por otro lado se analizaron los datos recogidos en los ítems sobre motivación intrínseca.

Tabla 10.

Resultados del análisis descriptivo de las variables pre-test y post-test en la motivación total.

	Pre-test		Post-test	
	0	1	0	1
Valid	22	28	22	28
Missing	0	0	0	0
Mean	77.909	63.321	74.818	63.071
Std. Deviation	8.223	10.975	11.121	12.347
Minimum	62.000	46.000	49.000	46.000
Maximum	93.000	90.000	89.000	87.000

Tabla 11.

Resultados del análisis descriptivo de las variables pre-test y post-test en la motivación intrínseca.

	Motivación intrínseca pre-test		Motivación intrínseca post-test	
	0	1	0	1
Valid	22	28	22	28
Missing	0	0	0	0
Mean	48.455	38.214	46.591	39.036
Std. Deviation	5.998	7.544	7.196	8.452
Minimum	36.000	28.000	33.000	26.000
Maximum	58.000	57.000	57.000	55.000

Teniendo en cuenta que las calificaciones sobre motivación total puntúan sobre 100 y las calificaciones sobre motivación intrínseca puntúan sobre 65, las diferencias en las medias aritméticas entre el grupo experimental y control son considerables, con una distancia de entre 10 y 15 puntos más en el grupo control (0) que en el experimental (1). Como se puede observar en las Tablas 10 y 11, se produjo una ligera disminución en las medias aritméticas de la motivación total entre el pre-test y el post-test en el grupo control, la cual se mantuvo estable en el grupo experimental, mientras que las medias aritméticas de la motivación intrínseca disminuyeron ligeramente entre el pre-test y el post-test en el grupo control, y mejoraron levemente en el grupo experimental. Por otro lado, los resultados no se encuentran excesivamente dispersos, como indican las desviaciones típicas.

c. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks. En este caso, tres de las cuatro distribuciones de datos mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$), por lo que no se puede asumir que la variable siga una distribución Normal teórica y, por consiguiente, algunas de las pruebas estadísticas aplicadas fueron no paramétricas.

Tabla 12.*Test de normalidad de Shapiro-Wilks de la variable 'motivación intrínseca'.*

		W	p
Motivación intrínseca pre-test	0	0.966	0.624
	1	0.918	0.031
Motivación intrínseca post-test	0	0.900	0.029
	1	0.907	0.017

d. *Prueba de Levene de homogeneidad de varianzas.* Los resultados de p (Tabla 13) superiores al nivel de significación ($\alpha=0,05$) permiten aceptar el supuesto de homocedasticidad.

Tabla 13.*Test de igualdad de varianzas de Levene para la variable 'motivación intrínseca'.*

	F	df	p
Motivación intrínseca pre-test	0.979	1	0.327
Motivación intrínseca post-test	1.128	1	0.293

e. *Prueba U de Mann-Whitney.* Prueba no paramétrica realizada para averiguar si existen diferencias significativas entre los grupos experimental y control. Esto es, determinar si la estrategia del ABP ha influido de forma significativa en el grupo experimental. El resultado de la prueba (Tabla 14, con $p < 0,001$ y $0,003$) apunta a la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre el grupo experimental y el grupo control, tanto en el cuestionario de motivación pre-test como en el post-test. Por tanto, al igual que en el cuestionario de conocimientos, se deduce que los grupos son de entrada diferentes y no equiparables.

Tabla 14.*Prueba U de Mann-Whitney de la variable 'motivación intrínseca'.*

	W	df	p
Motivación intrínseca pre-test	526.500	<	.001
Motivación intrínseca post-test	462.500		0.003

f. *Prueba t de Student para muestras apareadas.* Para determinar la existencia de diferencias significativas entre los datos del cuestionario pre-test y post-test, dentro del grupo experimental y

posteriormente en el grupo control. En esta ocasión, las distribuciones cumplen el supuesto de normalidad, por lo que se realiza una prueba paramétrica.

Tabla 15.

Prueba t de Student para muestras apareadas de la variable 'motivación intrínseca' en el grupo experimental, junto a su prueba de normalidad de Shapiro-Wilks y su análisis descriptivo.

Measure 1	Measure 2	t	df	p
Motivación intrínseca pre-test	- Motivación intrínseca post-test	-0.607	27	0.549

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks

	W	p
Motivación intrínseca pre-test - Motivación intrínseca post-test	0.944	0.143

Análisis descriptivo

	N	Mean	SD	SE
Motivación intrínseca pre-test	28	38.214	7.544	1.426
Motivación intrínseca post-test	28	39.036	8.452	1.597

Aunque se puede observar un ligero incremento en la media aritmética, los resultados de la prueba en el grupo experimental (Tabla 15) muestran la ausencia de diferencias estadísticamente significativas en la motivación intrínseca entre el pre-test y el post-test. Asimismo, en el grupo control (Tabla 16), a pesar de que las medias aritméticas disminuyen, no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre el pre-test y el post-test, con lo cual no es posible confirmar que el ABP produzca algún efecto en esta variable.

Tabla 16.

Prueba t de Student para muestras apareadas de la variable 'motivación intrínseca' en el grupo control, junto a su prueba de normalidad de Shapiro-Wilks y su análisis descriptivo.

Measure 1	Measure 2	t	df	p
Motivación intrínseca pre-test	- Motivación intrínseca post-test	1.887	21	0.073

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks

	W	p
Motivación intrínseca pre-test - Motivación intrínseca post-test	0.940	0.199

Análisis descriptivo

	N	Mean	SD	SE
Motivación intrínseca pre-test	22	48.455	5.998	1.279
Motivación intrínseca post-test	22	46.591	7.196	1.534

6. Discusión de resultados

El propósito de este estudio fue establecer la relación entre el ABP y el aprendizaje significativo en estudiantes de 3º de ESO, a través del análisis de su rendimiento académico y de su motivación por la estrategia aplicada. La hipótesis planteada se puso a prueba mediante la implementación educativa de la metodología del ABP, siguiendo los antecedentes de otros autores como Pantoja y Covarrubias (2013), Pino y Millán (2020), Poot-Delgado (2013) y Campo y Aguado (2019), entre otros, quienes afirman que la metodología del ABP mejora el aprendizaje significativo de contenidos de ámbito científico, aumenta la autonomía, la motivación y el pensamiento crítico de los estudiantes y desarrolla habilidades de autoaprendizaje de forma colaborativa. Sin embargo, los resultados de este estudio contrastan en algunos aspectos con las referencias consultadas y anteriormente mencionadas.

En primer lugar, con relación a los resultados obtenidos del análisis estadístico sobre el desempeño académico del alumnado, se observan diferencias significativas en el cuestionario pre-test entre los grupos experimental y control, lo cual quiere decir que estos grupos no son equiparables entre ellos. Tal y como muestran las medias aritméticas del cuestionario pre-test de conocimientos, así como los docentes titulares y la investigadora pudieron comprobar durante la intervención, los estudiantes del grupo experimental partían de un nivel académico considerablemente más bajo. Por tanto, las diferencias observadas en el cuestionario post-test no pueden ser explicadas por la presencia o ausencia de intervención, es decir, no se puede determinar que exista una relación de causa-efecto entre las variables independiente (ABP) y dependiente (resultados académicos).

Por otro lado, los resultados señalan: por una parte, una mejora significativa en los resultados académicos entre los cuestionarios pre-test y post-test de ambos grupos, lo cual sugiere que tanto la metodología habitual de enseñanza como el ABP han tenido efectos positivos sobre el aprendizaje del sistema endocrino por los alumnos; por otra parte, la ausencia de diferencias significativas entre los grupos en el cuestionario post-test, junto con los resultados en las medias aritméticas, inducen a no descartar totalmente la hipótesis alternativa H_1 . Aun cuando no es posible confirmar que estas mejoras se hayan producido por efecto del ABP, se podría especular que se ha producido una ligera mejora en el grupo experimental con respecto al grupo control, ya que al inicio partían de puntos diferentes mientras que en el post-test ambos grupos se han igualado.

En segundo lugar, respecto a los resultados obtenidos del análisis de la motivación intrínseca del alumnado antes y después de la intervención educativa, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos experimental y control, tanto en el cuestionario pre-test como en el post-test. Estos resultados, al igual que los obtenidos sobre el desempeño académico, confirman la disparidad existente entre estos dos grupos, la cual podría explicarse por la falta de aleatoriedad en la formación de los mismos. En consecuencia, al no ser los grupos comparables puesto que no parten del mismo punto, no se puede asegurar un efecto de causalidad de la variable independiente sobre la variable dependiente. En otras palabras: los resultados no permiten constatar que el ABP produzca un aumento en la motivación intrínseca del estudiantado.

Aunque en la observación de las medias aritméticas se puede apreciar un ligero aumento de la motivación intrínseca en el grupo experimental entre el cuestionario pre-test y el post-test, el análisis estadístico muestra que estas diferencias no son significativas, por lo que tampoco se puede determinar que el ABP haya producido una

mejora en estos términos. Por lo que respecta al grupo control, las diferencias entre el pre-test y el post-test tampoco son significativas, aunque se puede observar una ligera disminución en la media aritmética. Dado que no se ha producido ningún cambio en la metodología habitual de enseñanza en este grupo, esta ligera desmejora podría deberse a la mayor densidad y dificultad que presenta este tema en comparación con otras unidades de Biología y Geología de 3º de ESO, pero tal como indican los resultados de la prueba este pequeño cambio no es relevante.

Igualmente, han de considerarse la presencia de otras variables que, a causa de la naturaleza de este diseño, no ha sido posible controlar y que podrían haber ejercido influencia (positiva o negativa) en los resultados, como la impartición de la materia en lengua extranjera en el grupo control o la impartición de las clases por un docente distinto en cada grupo.

Otro aspecto a tener en cuenta es la escasez de estudios que evalúan la estrategia del ABP en la materia de biología en Educación Secundaria Obligatoria (Campo y Aguado, 2019). Esta estrategia fue desarrollada por Barrows (1986) e inicialmente aplicada en contextos universitarios para la formación de estudiantes de medicina. Tras observar su eficacia en este contexto, fue introducida en materias científicas del ámbito de la educación secundaria, donde la obtención de conclusiones completamente fiables se hace notablemente más complicada debido a la ausencia de aleatorización en la formación de los grupos. En relación con lo expuesto anteriormente y los resultados obtenidos, la ausencia del azar en este y otros estudios cuasi-experimentales, que se manifiesta siempre en esta asignación no aleatoria de los grupos, comporta que las conclusiones extraídas de dichos estudios no puedan ser totalmente fiables ni definitivas (Albanese y Mitchell, 1993).

Además, en tanto que es eficaz promoviendo el aprendizaje significativo y el desarrollo del pensamiento formal de los estudiantes (Pantoja y Covarrubias, 2013; Kemp, 2005), esta estrategia no sería del todo adecuada cuando el alumnado no presenta la madurez cognitiva suficiente ni una base sólida de conocimientos donde asentar los nuevos aprendizajes. Entonces, que el ABP promueva el aprendizaje significativo no quiere decir que siempre lo consiga bajo cualquier circunstancia: el aprendizaje a través de metodologías como el ABP no ha de ser necesariamente significativo, al igual que el aprendizaje por recepción (utilizando el método expositivo) no ha de ser necesariamente mecánico. Según Ausubel (1983), el aprendizaje no será significativo si no existen "subsunores" en la estructura cognitiva del educando que sirvan como elementos de anclaje para los nuevos conocimientos, ya que si el alumno no posee los antecedentes ideativos necesarios en su estructura cognoscitiva, los nuevos conocimientos se almacenarán de forma literal, insustancial y arbitraria. Por tanto, si los estudiantes del grupo experimental partían de una base de anclaje para nuevos conocimientos inferior al grupo control, como muestran los resultados, sería inviable que los primeros alcanzasen un nivel de desempeño académico superior a los segundos en tan poco tiempo.

Adicionalmente, el ABP puede servir para el aprendizaje cognitivo o de procedimientos científicos concretos pero conforme a Ausubel "para la adquisición de volúmenes grandes de conocimiento, es simplemente inoperante e innecesario" (1983), ya que el método expositivo, organizado adecuadamente, "puede generar un aprendizaje significativo más eficiente que ningún otro para la asimilación de contenidos". Pese a ello, hoy día se cumplen casi cuarenta años de esta teoría y, aunque sus enunciados siguen teniendo vigencia, la vida ha cambiado y con ella las necesidades educativas actuales. Esto no quita que la adquisición de

conocimientos siga siendo importante, sino que la transmisión de contenidos de forma indiscriminada en detrimento de la adquisición de competencias es improductiva y resultará menos provechosa en la formación de las futuras generaciones.

Referente a la duración de la implementación, esta investigación difiere con los antecedentes citados en el tiempo de intervención, el cual abarca únicamente 6 sesiones incluyendo pre-test y post-test, que corresponden a tres semanas del curso académico. Como ya se venía advirtiendo en el 'estado de la cuestión', varios estudios señalan que pasar de un método de enseñanza tradicional al ABP es una transición difícil, que requiere de un tiempo de adaptación a los ritmos de trabajo y donde la adquisición de conocimientos se produce de forma más lenta respecto a metodologías convencionales (Poot-Delgado, 2013). Por todo ello, "el ABP no muestra resultados inmediatos" (Campo y Aguado, 2019), sino que la adquisición de las competencias mencionadas se produce progresivamente, lo cual es una posible explicación a la ausencia de resultados positivos concluyentes de este estudio.

7. Conclusiones

Los resultados obtenidos en esta investigación no permiten adoptar la hipótesis alternativa como verdadera y afirmar que la metodología del ABP mejora significativamente los resultados académicos y la motivación intrínseca del alumnado, ya que las diferencias encontradas también podrían explicarse por otros motivos distintos a los aquí expuestos. En contraposición, tampoco sería correcto descartar la efectividad del ABP en el ámbito académico o la motivación a causa de los resultados de esta investigación, ya que existen una gran cantidad de estudios que avalan su eficacia. En este sentido, la determinación verídica de las virtudes y/o efectos de esta metodología se hace una tarea sumamente complicada, ya que “la existencia de limitaciones metodológicas en la mayoría de los estudios y la amplia variedad de formatos y contextos de aplicación del ABP, hace virtualmente imposible obtener resultados generales y fiables sobre su efectividad” (García, 2008). Este factor se suma a las limitaciones que presenta este estudio práctico: la impartición de la materia por un docente distinto y en lenguas diferentes en cada grupo, la heterogeneidad existente en cuanto al desempeño académico y la motivación entre el grupo experimental y el grupo control, o el tiempo tan limitado en el cual se ha desarrollado la intervención. Es por ello que los futuros estudios podrían ir enfocados a contrarrestar estas limitaciones para extraer conclusiones fidedignas y aplicables a otros contextos, lo cual podría realizarse a través del planteamiento y la planificación rigurosa de estudios de tipo experimental más amplios en el tiempo, que se lleven a cabo en entornos diversos, donde la formación de grupos sea aleatoria y/o se reduzca al máximo la presencia de variables extrañas.

Sin embargo, aunque por ahora se desconozca la fiabilidad real de estos estudios y los resultados no puedan extrapolarse a todos los ámbitos de secundaria ni considerarse generales, resulta cuanto

menos lógico pensar que la estrategia del ABP sí pueda tener efectos potencialmente positivos y favorecer el despliegue de una serie de competencias en los estudiantes, como el desarrollo de nuevas herramientas de pensamiento; de la indagación; el pensamiento crítico; la autonomía; la motivación; el trabajo en equipo; la curiosidad y la creatividad, entre otras, que se generan de forma casi automática al convertirse en sujetos activos de su propio aprendizaje (Campo y Aguado, 2019). Por ende, "el ABP es una muestra de cómo se pueden llevar a la práctica los principios pedagógicos constructivistas" (Pantoja y Covarrubias, 2013) y podría catalogarse como metodología didáctica alternativa y complementaria en la enseñanza de la biología en los centros educativos, constituyendo un recurso útil para abordar temas específicos que puedan relacionarse con problemas de la vida real y que requieran de un planteamiento distinto para su comprensión y su aprendizaje significativo.

En conclusión, no sería crítico proclamar el ABP como estrategia preferible al método expositivo, sino más bien considerarlo una herramienta complementaria "congruente con el modelo de rediseño de la práctica docente" (Poot-delgado, 2013), que puede resultar útil en el desarrollo de ciertas habilidades cognoscitivas y en el aprendizaje de ciertos contenidos en determinados momentos del curso académico y en determinadas materias del ámbito científicotecnológico, para proporcionar a los estudiantes un equilibrio entre conocimientos y competencias que les prepare de la forma más eficaz y completa para su futuro.

8. Bibliografía

- Albanese, M. A. y Mitchell, S. (1993). Problem-based learning: A review of literature on its outcomes and implementation issues. *Academic Medicine*, 68(1), 52-81.
- Allen, D. y Tanner, K. (2003). Approaches to cell biology teaching: learning content in context—problem-based learning. *Cell biology education*, 2(2), 73–81. <https://doi.org/10.1187/cbe.03-04-0019>
- Amir, T. (2009). *Inovasi Pendidikan Melalui Problem Based Learning*. Kencana Prenada Media Group.
- Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. *Fascículos de CEIF*, 1, 1-10.
- Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem based learning methods. *Medical Education*, 20, 481-486.
- Barrows, H. S. y Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-based learning: an approach to medical education*. Springer Publishing Company.
- Bauman, Z. (2007). *Los retos de la educación en la modernidad líquida*. Gedisa.
- Bruning, R., Schraw, G., Norby, M. y Ronning, R. (2004). *Cognitive psychology and instruction* (4.ª ed.). Pearson.
- Campo Fuentes, A. A. y Aguado Ochoa, A. M. (2019). Aprendizaje basado en problemas, un enfoque diferente en la praxis de las clases de ciencias naturales/biología en la básica secundaria para el desarrollo de competencia científica. *Revista Palobra*, 19(1), 226–242. <https://doi.org/10.32997/2346-2884-vol.19-num.1-2019-2479>
- Cury Mederos, M. D. (2018). *¿Qué nos indica las neurociencias sobre la introducción de nuevos contenidos en Biología y Geología en 3º*

ESO?: Propuesta metodológica [Trabajo de Fin de Máster, Universidad de La Laguna]. Repositorio Institucional RIULL. <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/11043>

Díaz, J. (2015). *Instrumentos de Gestión Pública*. Professional On Line.

Direcció General d'Educació Secundària Obligatòria i Batxillerat (2015). *DECRET 187/2015, de 25 d'agost, d'ordenació dels ensenyaments de l'educació secundària obligatòria* (pp. 152-189). Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament. <https://portaldogc.gencat.cat/utillsEADOP/PDF/6945/1441278.pdf>

Direcció General d'Educació Secundària Obligatòria i Batxillerat (2015). Orden ENS/303/2015, de 21 de septiembre, sobre el reconocimiento de la innovación pedagógica. (2015). *Departamento de Enseñanza*, 6966, de 30 de septiembre de 2015.

Domínguez-Marrufo, L. S. y Manzano-Caudillo, J. (2012). Concept maps: Theory, methodology, technology. En A. J. Cañas, J. D. Novak y J. Vanhear (Eds.), *Concept maps: Theory, methodology, technology. Proceedings of the Fifth International Conference on Concept Mapping* (vol. 2, pp. 345-352).

Driscoll, M. P. (2005). *Psychology of Learning for Instruction* (3.ª ed.). Allyn & Bacon.

Gairín, J., Roldán, A., Montes, A. y Berruezo, J. (1996). *Grupos de mejora en la Universidad Autónoma de Barcelona* [ponencia]. II Congreso Internacional sobre Dirección de Centros Docentes: Dirección Participativa y evaluación de centros. Bilbao, España.

García, J. (2008). *El aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria*. Editum. Ediciones de la Universidad de Murcia.

- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). Mc Graw-Hill.
- Hung, W., David H. Jonassen, D. H. y Liu, R. (2007). Problem-Based Learning. En: J. M. Spector, M. D. Merrill, J. van Merriënboer y M. P. Driscoll (Eds.) *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*. Routledge Handbooks Online.
- Kemp, S. J. (2005). Constructivism and problem-based learning. En: Tan K., Lee M., Mok J. y Ravindran R. (Eds.), *Problem-based learning: New directions and approaches* (pp. 45-51). Temasek Polytechnic.
- Pantoja Castro, J. C. y Covarrubias Papahiu, P. (2013). La enseñanza de la biología en el bachillerato a partir del aprendizaje basado en problemas (ABP). *Perfiles educativos*, 35(139), 93-109.
- Pascual Barrio, B. (2006). Calidad, equidad e indicadores en el sistema educativo español. *Pulso*, 29, 43-58.
- Pedró, F. (2017). *Tecnologías para la transformación de la educación*. Fundación Santillana.
- Phillips, D. C. (1995). The good, the bad, and the ugly: the many faces of constructivism. *Educational Researcher*, 24(7), 5-12.
- Pino Rodríguez, A. M. y Millán Fernández, P. (2020). Enigmas a la carta: un recurso lúdico para el aula de Biología y Geología en la etapa de la Educación Secundaria Obligatoria. *DEDiCA. REVISTA DE EDUCAÇÃO E HUMANIDADES*, 17, 133-148.
- Poot-Delgado, C. A. (2013). Retos del aprendizaje basado en problemas. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 18(2), 307-314.

- Salinas, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*, 1(1), 1-16.
- Salinas, J. (2008). *Innovación educativa y uso de las TIC*. Universidad Internacional de Andalucía.
- Syafii, W. y Yasin, R. M. (2013). Problem Solving Skills and Learning Achievements through Problem-Based Module in teaching and learning Biology in High School. *Asian Social Science*, 9(12), 220-228.
- Vernon, D. T. A. y Blake, R. L. (1993). Does problem-based learning work? A meta-analysis of evaluative research. *Academic Medicine*, 68, 550-563.
- Vizcarro, C. y Juárez, E. (2008). ¿Qué es y cómo funciona el aprendizaje basado en problemas?. En J. García (Coord.), *El aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria*. Editum. Ediciones de la Universidad de Murcia.
- Woods, D. (1994). *Problem based learning: How to get the most from PBL*. McMaster University.
- Woolfolk, A. (2010). *Psicología educativa*. Pearson.

Anexo I: Cuestionario de conocimientos Pre-test/Post-test

1. Rodea la opción correcta: (3 puntos)

- 1) ¿Por dónde viajan las hormonas desde que son secretadas hasta sus células diana?
 - a) Por la médula espinal
 - b) Por las glándulas endocrinas
 - c) Por la sangre
 - d) Por los nervios

- 2) ¿Qué glándulas forman el sistema endocrino?
 - a) Las glándulas sebáceas y sudoríparas
 - b) Las glándulas que producen hormonas
 - c) Las glándulas mixtas
 - d) Todas las glándulas del organismo

- 3) El sistema nervioso controla el sistema endocrino mediante una zona del cerebro llamada:
 - a) Glándula Pineal
 - b) Hipófisis
 - c) Hipotálamo
 - d) Epitálamo

- 4) El sistema endocrino regula el resto de glándulas desde:
 - a) Glándula pineal
 - b) Hipófisis
 - c) Hipotálamo
 - d) Epitálamo

- 5) El mecanismo de autorregulación hormonal, en el que una hormona inhibe o estimula su propia producción, recibe el nombre de:
 - a) Ritmos circadianos
 - b) Inhibición
 - c) Retroalimentación o *feedback*
 - d) Replicación

- 6) ¿Cuál de las siguientes no es una hormona?:
 - a) Prolactina
 - b) ADH
 - c) Albúmina
 - e) Tiroxina

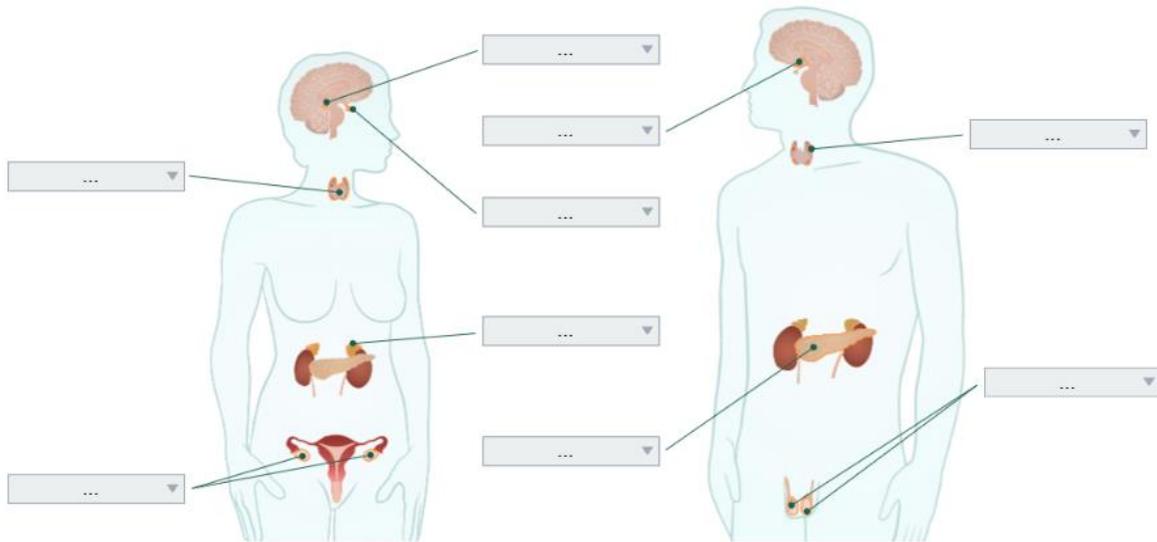
- 7) ¿Cuál es la función de la insulina?
- a) Aumentar el nivel de azúcar en sangre
 - b) Aumentar el nivel de calcio en sangre
 - c) Disminuir el nivel de azúcar de sangre
 - d) Disminuir el nivel de glucagón en sangre
- 8) ¿Qué hormonas no son producidas por las glándulas suprarrenales?
- a) Corticoesteroides
 - b) Adrenalina y noradrenalina
 - c) Insulina y glucagón
 - d) a y b son correctas
- 9) Las hormonas tiroideas:
- a) Actúan sobre todas las células del organismo
 - b) Aumentan el gasto energético
 - c) Todas son correctas
 - d) Son la tiroxina y calcitonina
- 10) ¿Qué efecto tiene la hormona paratiroidea?
- a) Aumenta la absorción intestinal de hidratos de carbono
 - b) Disminuye el nivel de calcio en sangre
 - c) Aumenta el nivel de proteínas en sangre
 - d) Aumenta el nivel de calcio en sangre
- 11) ¿Qué hormona no sería secretada si se destruyera el eje hipotálamo-hipófisis?
- a) Oxitocina
 - b) Somatotropina
 - c) Tiroxina
 - d) Estrógenos
- 12) La hormona del crecimiento o somatotropina es secretada por:
- a) Adenohipófisis
 - b) Tiroides
 - c) Neurohipófisis
 - d) Hipotálamo

- 13) La hormona antidiurética no:
- a) Actúa sobre el riñón promoviendo la retención de agua
 - b) Es producida por la adenohipófisis
 - c) Es producida por la neurohipófisis
 - d) Controla la excreción de agua en la orina
- 14) ¿Qué hormona sexual femenina se encarga de modificar la pared uterina mensualmente?
- a) FSH
 - b) Progesterona
 - c) Testosterona
 - d) Estrógenos
- 15) ¿Cuál de estas afirmaciones acerca de la testosterona es falsa?
- a) Es secretada en los testículos por las células de Leydig
 - b) Es secretada en respuesta a la LH
 - c) Estimula el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios masculinos
 - d) No tiene nada que ver con la formación de espermatozoides

2. Asocia una hormona a cada proceso e indica cual es la principal glándula productora. (2 puntos)

PROCESO	HORMONA	GLÁNDULA PRODUCTORA
Activa la liberación de glucosa a la sangre por las células del hígado		
Produce el sueño		
Estimula el crecimiento del organismo		
Activa la captación de glucosa de la sangre por las células del hígado, del músculo y del tejido adiposo		
Estimula el desarrollo de los caracteres sexuales femeninos		
Incrementa la frecuencia cardíaca, contrae los vasos sanguíneos y dilata las vías respiratorias		
Activa la producción de leche en las mamas		
Induce la captación de calcio por los huesos, disminuyendo el nivel de calcio de la sangre		
Estimula las contracciones del útero durante el parto		
Provoca la secreción de ácidos en el estómago		

3. Indica el nombre de las glándulas que aparecen en el siguiente esquema del sistema endocrino: (1 punto)



4. Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas: (2 puntos)

- | | | |
|---|---|---|
| a. La tiroxina y la adrenalina tienen los mismos efectos sobre el metabolismo. | V | F |
| b. El síndrome de Cushing se produce por la hipersecreción de tiroxina. | V | F |
| c. Las hormonas son muy específicas, ya que actúan en pequeñas cantidades sobre órganos diana determinados. | V | F |
| d. La diabetes se produce por una deficiencia de insulina o la resistencia a esta. | V | F |
| e. La diabetes insípida es un tipo de diabetes provocada por la hipersecreción de insulina. | V | F |
| f. Los tumores pueden provocar una hipersecreción hormonal. | V | F |
| g. Las mujeres con SOP tienden a padecer obesidad y diabetes. | V | F |
| h. La hormona hipofisaria LH solo se produce en el hombre, mientras que la FSH solo se produce en la mujer. | V | F |
| i. La enfermedad de Graves es un trastorno autoinmune que provoca la hipersecreción de hormona tiroidea. | V | F |
| j. Tanto el gigantismo como la acromegalia se producen por una secreción excesiva de somatotropina o GH. | V | F |

5. Ordena la secuencia de procesos a través de los cuales nuestro organismo hace aumentar el consumo energético de las células: (1 punto)

- A. Esta glándula libera una hormona que estimula la tiroides.
- B. El hipotálamo detecta que el consumo energético de las células es demasiado bajo.
- C. Las células que reciben la tiroxina estimulan su metabolismo y generen así más energía.
- D. Esta glándula se activa y secreta tiroxina al torrente sanguíneo.
- E. El hipotálamo libera una hormona que estimula la hipófisis.

¿Qué órgano regula el funcionamiento de la glándula tiroides?

- a) La misma glándula tiroides
- b) El hipotálamo, directamente
- c) El hipotálamo, a través de la hipófisis

6. Ordena los pasos siguientes para explicar cómo el páncreas evita una subida del nivel de glucosa en sangre: (1 punto)

- A. Sin insulina, los órganos diana dejan de retirar glucosa.
- B. La insulina llega a los órganos diana, que responden retirando glucosa de la sangre.
- C. El páncreas deja de liberar insulina a la sangre.
- D. El páncreas comienza a liberar insulina a la sangre.
- E. Los quimiorreceptores del páncreas detectan que el nivel de glucosa en sangre vuelve a ser el correcto.
- F. Los quimiorreceptores del páncreas detectan que el nivel de glucosa en sangre es demasiado alto.

¿Qué órgano regula la síntesis de insulina y glucagón que realiza el páncreas?

- a) El hipotálamo, directamente
- b) El hipotálamo, a través de la hipófisis
- c) El mismo páncreas

Anexo II: Cuestionario de motivación

INSTRUMENTO DE LA VARIABLE MOTIVACION DE LA BIOLOGÍA

CUESTIONARIO DE MOTIVACIÓN EN EL ÁREA DE BIOLOGÍA (SECUNDARIA)

INSTRUCCIONES: Estimado alumno, el presente cuestionario tiene el propósito de recopilar información sobre *el interés que tiene por el área de biología*. Le agradecería leer atentamente y marcar con una **(X)** la opción correspondiente a la información solicitada.

MOTIVACIÓN	SIEMPRE	CASI SIEMPRE	ALGUNAS VECES	MUY POCAS VECES	NUNCA
DIMENSIÓN INTRÍNSECA					
1. Pongo mucho interés en lo que hacemos en la clase de biología					
2. Durante las clases, deseo con frecuencia que no terminen					
3. Pongo gran atención a lo que dice el profesor					
4. Habitualmente tomo parte en las discusiones o actividades que se realizan en clase, pues siento el deseo de hacerlo					
5. No me distraigo en clase haciendo garabatos, hablando con mis compañeros/as o pasándome notas					
6. En ocasiones, soy yo el que expongo a mis compañeros/as el trabajo realizado en clase, pues siento el deseo de hacerlo					
7. En clase, no suelo aburrirme o quedarme dormido					
8. En la asignatura de biología, realizo trabajos extra por mi propia iniciativa					
9. En clase me siento a gusto y bien					
10. Estoy satisfecho con las actividades que se realizan en clase					
11. Estoy satisfecho con mi aprendizaje					
12. Mis expectativas son altas al inicio de la clase, porque pienso que el docente utilizará recursos que conozco y aprenderé mejor					

13. Se han colmado mis expectativas con respecto a la forma de enseñar del profesor					
DIMENSIÓN EXTRÍNSECA					
14. Considero que la motivación por los estudios es resultado de interactuar con el profesor					
15. Considero que el esfuerzo que llevo a cabo en el proceso de aprendizaje debe estar encauzado de forma productiva					
16. Considero que los mismos estudiantes deben asumir la responsabilidad de auto motivarse					
17. Considero que los docentes deben ser creativos para plantear los temas, y que deben ser innovadores					
18. Estoy satisfecho con la productividad en mis estudios					
19. Estoy satisfecho con el logro de mis metas académicas en biología					
20. Considero que los recursos utilizados por el profesor ayudan a entender mejor el tema tratado y al entenderlo me siento con ganas de investigar más					

Anexo III: Rúbrica de evaluación formativa

		Logro excelente (LE) 3 puntos	Logro notable (LN) 2 puntos	Logro satisfactorio (LS) 1 punto	Ningún logro (NL) 0 puntos
Valorar la importancia del funcionamiento correcto de los sistemas nervioso, endocrino e inmunitario para el equilibrio del cuerpo, relacionándolo con la capacidad de las personas de captar y responder a los estímulos del medio.	Relacionar los trastornos más frecuentes con los órganos y procesos implicados en cada caso, valorando la importancia del funcionamiento correcto de estos procesos para mantener el equilibrio del cuerpo.	Conoce en profundidad y relaciona los trastornos estudiados en clase con los órganos y procesos implicados y es capaz de predecir las alteraciones en la homeostasis cuando se modifican dichos procesos.	Relaciona los trastornos estudiados en clase con los órganos y procesos implicados, y valora la importancia del funcionamiento de dichos procesos para mantener la homeostasis.	Relaciona los trastornos más frecuentes con los órganos y procesos implicados, aunque no asocia la importancia de su correcto funcionamiento para mantener la homeostasis.	No relaciona los trastornos más frecuentes con los órganos y procesos implicados
Describir los procesos implicados en la función de relación identificando los órganos y las estructuras que participan en cada proceso.	Entender el proceso de relación y sus etapas, identificando los órganos y sistemas que participan en cada proceso.	Entiende y profundiza en el proceso de relación y sus etapas, a la vez que identifica todos los órganos y sistemas que participan en los procesos, utilizando la terminología y el lenguaje simbólico propios de la ciencia.	Entiende el proceso de relación y sus etapas e identifica todos los órganos y sistemas que participan en cada proceso, utilizando la terminología científica adecuada.	Entiende el proceso de relación y sus etapas e identifica algunos órganos y sistemas que participan en cada proceso, utilizando un lenguaje llano.	No comprende el proceso de relación ni sus etapas.
	Explicar de forma integrada las funciones del sistema endocrino.	Explica de forma integrada las funciones del sistema endocrino y especifica los puntos de encuentro con el sistema nervioso.	Explica las funciones del sistema endocrino y establece superficialmente su relación con el sistema nervioso.	Conoce las funciones del sistema endocrino, aunque no las asocia al sistema nervioso.	No conoce las funciones del sistema endocrino ni las relaciona con el sistema nervioso.
Identificar las características del problema a resolver y realizar una propuesta de resolución acorde con la demanda que se hace.	Construir explicaciones científicas, desarrollar y utilizar un modelo que describa el proceso de la relación humana.	Construye explicaciones científicas y las justifica, desarrollando y utilizando modelos adecuados para describir el proceso de relación humana.	Construye explicaciones científicas y utiliza modelos adecuados para describir el proceso de la relación humana.	Utiliza los modelos adecuados para describir el proceso de la relación humana.	No utiliza los modelos adecuados para describir el proceso de la relación humana.
	Utilizar conceptos y desarrollar estrategias propias del trabajo científico con el objetivo de comprender y dar solución a problemas relacionados con la vida cotidiana y la salud.	Hace propuestas originales y relevantes, desarrolla y justifica estrategias propias del trabajo científico con el objetivo de comprender y dar solución al problema.	Desarrolla y justifica estrategias propias del trabajo científico con el objetivo de resolver el problema.	Identifica las características del problema a resolver y propone una respuesta coherente para solucionar el problema.	No identifica las características del problema o no propone una respuesta coherente para solucionarlo

Anexo IV: Rúbrica de evaluación formadora

	EXCELENTE	BUENO	SATISFACTORIO	DEFICIENTE	PESO
	4	3	2	1	
ACTITUD	Su actitud es siempre positiva y busca soluciones frente a los problemas	Generalmente su actitud es positiva	A veces su actitud es positiva aunque limita sus respuestas a cuando el grupo se lo pide	Su actitud es negativa, hace críticas destructivas sobre el trabajo del resto	20%
INTERÉS	Se interesa mucho por las actividades y pregunta cuando tiene dudas	Solo tiene interés por alguna parte del trabajo, pero en otras no pone atención	Pone poca atención en la realización del trabajo	No presta atención al trabajo	20%
TRABAJO EN EQUIPO	Fomenta el diálogo, escucha y mantiene al equipo trabajando juntos	Escucha y acepta las opiniones de los otros y sabe dar la suya sin crear conflictos	Escucha poco y no se preocupa por las opiniones del resto	Raramente escucha las opiniones de los compañeros e intenta imponer las suyas	20%
PARTICIPACIÓN	Participa mucho y siempre proporciona ideas útiles que mejoran el trabajo	Participa y generalmente aporta ideas útiles	Participa poco y a veces proporciona ideas útiles, aunque cumple con lo que se le pide	Rara vez aporta ideas ni participa en la toma de decisiones	20%
ORGANIZACIÓN Y USO DEL TIEMPO	Siempre es organizado y cumple con las tareas y los plazos establecidos	Es organizado aunque a veces se demora en las tareas	Tiende a demorarse pero al final cumple con sus tareas	El equipo debe asumir el trabajo de esta persona, ya que no cumple con sus tareas	20%