

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2022/2023

Análisis de las dificultades de aprendizaje de la asignatura de Biología en los alumnos de educación secundaria y sus soluciones

Alumna: **Eva Martínez Rincón**

Tutora: **Dra. Beatriz Fernández Gómez**

Modalidad: Revisión Sistemática

Especialidad: Biología y Geología

Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación
Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional, Enseñanza de
Idiomas y Enseñanzas Deportivas

UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID

Resumen

Este trabajo de revisión bibliográfica sistemática aborda los problemas de aprendizaje de la asignatura de Biología que presentan los estudiantes de educación secundaria y también su posible mejora por medio de diferentes soluciones. Esta situación es de gran relevancia ya que, en los últimos años existe preocupación generalizada por la disminución de los estudiantes que optan por estudiar, y por tanto trabajar en un futuro, en el terreno científico y tecnológico.

Mediante una búsqueda sistemática por medio de un diagrama de flujo, se han obtenido 24 artículos que se han dividido en dos grandes grupos dependiendo de si trataban sobre alguna de las causas de aprendizaje o por el contrario aportaban alguna solución al respecto. Los problemas de aprendizaje de la asignatura de Biología más frecuentes que refiere la bibliografía analizada son, entre otros, el contenido denso del currículum, los conceptos complejos, la forma cognitiva en la que el estudiante realiza el aprendizaje, la falta de motivación e interés de los estudiantes, las metodologías utilizadas por el profesor y la falta de relación de los contenidos con los problemas científicos de la actualidad. Por otro lado las soluciones aportadas encontradas se enfocan en la aplicación de metodologías innovadoras y el uso de TICs (Tecnologías de la Información y la Comunicación).

Se concluye que las dificultades del aprendizaje de la Biología y sus posibles soluciones es un tema de interés e inquietud en la comunidad educativa y en la sociedad, siendo necesario un cambio en la forma de enseñanza.

Palabras clave: Dificultades de aprendizaje, problemas de aprendizaje, biología, educación secundaria, estudiantes de secundaria.

Abstract

This systematic literature review addresses the learning problems of the subject of Biology presented by secondary school students and also their possible improvement through different solutions. This situation is of great relevance since, as the analyzed literature shows, in recent years there is widespread concern about the decrease of students who choose to study, and therefore work in the future, in the scientific and technological field.

Through a systematic search through a flowchart, 24 articles have been obtained that have been divided into two large groups depending on whether they dealt with any of the causes of learning or on the contrary provided some solution in this regard. The learning problems of the subject of Biology most frequent referred to in the analyzed bibliography are, among others, the dense contents of the curriculum, the complex concepts, the cognitive form in which the student performs the learning, the lack of motivation and interest of the students, the methodologies used by the teacher and the lack of relation of the contents with the scientific problems of today. On the other hand, the solutions found focus on the application of innovative methodologies and the use of ICTs (Information and Communication Technologies).

It is concluded that the difficulties of learning biology and its possible solutions is a topic of interest and concern in the educational community and in society and therefore it is necessary a change in the way of teaching.

Key words: Learning difficulties, learning problems, biology, secondary student, secondary school.

ÍNDICE

1.Introducción.....	1
1.1. Justificación del tema.....	1
1.2. Definición del problema de investigación.....	4
2. Marco teórico.....	4
2.1. Las ciencias en la sociedad.....	4
2.1.1 La evolución de la enseñanza y la ciencia en la historia.....	5
2.1.2 La relevancia del método científico en el aprendizaje de biología.....	6
2.1.3 La alfabetización científica ciudadana.....	7
2.1.4 Situación actual de la educación científica.....	8
2.1.5 Evolución del aprendizaje y la neurociencia.....	8
2.2. Dificultades en el aprendizaje de ciencias y biología.....	9
2.2.1 Falta de interés y motivación del estudiante.....	10
2.2.2 Currículum de la asignatura de Biología.....	10
2.2.3 La enseñanza en centro educativo.....	11
2.2.4 Falta de practicidad y relación con temas socio-científicos.....	12
2.2.5 La forma de aprendizaje del adolescente.....	12
2.2.6 Efectos emocionales sobre el aprendizaje.....	13
2.2.7 Factores familiares y socioeconómicos.....	14
2.3. Metodologías activas y herramientas TICs.....	15
3. Metodología.....	16
3.1. Objetivos de la investigación.....	16
3.2. Metodología de investigación y procedimiento.....	16
3.2.1 Estrategias de búsqueda.....	17

3.3 Criterios de inclusión y exclusión.....	18
3.4. Diagrama de flujo.....	19
4. Resultados.....	21
5. Discusión.....	28
6. Conclusiones.....	37
6.1. Limitaciones y dificultades del estudio.....	40
6.2. Futuras líneas de investigación.....	40
7. Referencias bibliográficas.....	41

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo de revisión sistemática está enmarcado en el Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional, Idiomas y Enseñanzas Deportivas en la especialidad de Biología y Geología.

El propósito de este trabajo consiste en realizar una revisión sistemática de la literatura científica publicada que analiza las dificultades que presentan los estudiantes de educación secundaria en el aprendizaje de ciencias y biología. Además se aborda el análisis de las posibles soluciones a dichos problemas que aportan los diferentes autores.

1.1. Justificación del tema

En los últimos años, de forma globalizada, se observa una disminución en el número de estudiantes que optan por enfocar su carrera profesional en el campo de las ciencias. Esto genera una problemática generalizada, ya que el desarrollo y el progreso de un país basa sus pilares en la ciencia y la tecnología (Ainley M. & Ainley J., 2011). Debido a ello, se ha llevado a cabo el análisis de las causas de esta problemática mediante la revisión bibliográfica de diferentes artículos, que han detectado en los estudiantes dificultades de aprendizaje y rechazo del estudio de las ciencias. Por otro lado también se han encontrado numerosos artículos que, ante esta situación, han propuesto e investigado diferentes aportaciones y soluciones para conseguir un cambio y mejora de la situación actual.

El indagar en esta problemática también es relevante porque, como se vio en la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI, llevada a cabo por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y el Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU, por sus siglas en inglés), se hacía énfasis en que el desarrollo de un país tiene que estar fundamentado en el desarrollo de la tecnología y la ciencia. La mayoría de los aspectos de la vida en los países desarrollados del siglo XXI han sido moldeados de alguna manera por el conocimiento científico, por lo que la enseñanza de las ciencias y la tecnología son un imperativo estratégico (Ainley M. & Ainley J., 2011). Como parte de esa educación científica y tecnológica, los estudiantes deberían aprender a resolver problemas concretos para poder atender las necesidades de la sociedad, utilizando sus competencias y conocimientos científicos y tecnológicos (Declaración de Budapest, 1999). Además en la sociedad global actual, con la ciencia y la

tecnología avanzando a un ritmo acelerado, los problemas y noticias sobre temas científicos y biológicos están muy presentes e interconectados con la vida diaria (Lenz & Willcox, 2012).

Pese a todo esto, que haría suponer que el interés por la ciencia y las profesiones científicas debería ser mayor, se ha observado que en las dos últimas décadas, en muchos países occidentales ha disminuido el porcentaje de estudiantes de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, asignaturas denominadas STEM (En inglés, Science, Technology, Engineering and Maths).

Esta disminución de los estudiantes en las materias STEM está directamente relacionado con el rendimiento académico. A partir del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA, 2018) que desarrolla la OCDE (En inglés, Organisation for Economic Cooperation and Development) se evalúa el rendimiento académico de los alumnos. Los resultados mostraron que un 78% de los estudiantes de los países de la OCDE alcanzaron un nivel muy básico en ciencias. Estos estudiantes pueden reconocer y diferenciar conceptos correctos sobre fenómenos científicos cotidianos y pueden usar ese conocimiento para identificar, en casos sencillos, si una conclusión es válida en base a los datos facilitados. Cabe destacar que solo el 7% de los estudiantes en ciencias fueron de alto rendimiento, siendo capaces de utilizar de manera creativa y autónoma sus conocimientos sobre ciencia y aplicarlos en diferentes situaciones, incluidas las que no son cotidianas. Estas cifras indican que la mayoría de los países tiene que trabajar en la mejora de estos resultados y poder alcanzar los objetivos globales para la educación de calidad definida para la Educación 2030 en el ODS 4 (Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 de las Naciones Unidas) (Schleicher, 2019).

Ante esta situación se hace necesario detenerse en lo que reporta la bibliografía sobre el estado actual de la enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. En muchos países esta enseñanza podría describirse como anticuada y disfuncional, desvinculada de la educación superior, y con escasa utilidad para la vida en general. Esta inconexión ha sido motivo de análisis detectando que, concretamente, la enseñanza actual de la asignatura de Biología se enfoca en la memorización de hechos y conceptos sin ningún contexto, aunque esta materia particularmente requiere un enfoque más innovador donde el alumno indague y profundice en los conocimientos de una forma más práctica y participativa (Hewitt et al., 2019). Investigadores y educadores en años anteriores, ya habían reportado que numerosos conceptos de biología resultan difíciles para los alumnos de secundaria, los cuales presentan problemas en el aprendizaje de

procedimientos, teorías, fenómenos de estudio, así como de su interrelación con otras dimensiones del conocimiento y la cultura (Munyemana et al., 2022; Camus, 2009).

Sin excusar la apatía y la falta de interés de los alumnos, algunos autores enfocan sus estudios en el papel que realiza el profesor en la educación actual. Buena parte de las deficiencias formativas nacen en el proceso de transposición didáctica, donde el profesor debe convertir contenidos científicos formales en objetos de enseñanza, para lo cual debe reconocer y abordar los problemas potenciales (Harris & Ratcliffe, 2005). En el ámbito educativo hay conciencia de la necesidad de un cambio de la enseñanza tradicional hacia el uso de metodologías innovadoras, que mejoren este proceso. También la integración de las TICs (Tecnologías de la Información y la Comunicación) es imprescindible como herramientas para la modernización de la educación en la época tecnológica actual en la que se encuentra la sociedad (Lambros, 2004). Este es por tanto, uno de los factores que parece importante analizar en esta revisión sistemática, ya que el proceso de enseñanza-aprendizaje es binomial teniendo en cuenta tanto al alumno como al profesor.

En lo relativo al interés y a la motivación de los estudiantes, ya en 2005 el Foro Mundial de la Ciencia de la OCDE concluyó que los gobiernos deberían hacer más atractivos los programas de educación de ciencia y tecnología si se quería aumentar la participación de los estudiantes en la ciencia (OCDE, 2006). Indicaban que los estudiantes si perciben algo desde un punto de vista personal e interesante y disfrutan, mostrarán mayor interés por aprender ciencias. Científicos, psicólogos, profesores e incluso padres y estudiantes, señalan el importante papel que desempeña el interés que muestra el estudiante en el aula y fuera de ella (Patall et al., 2016). Las investigaciones ponen de manifiesto que si el estudiante disfruta de la ciencia y participa en actividades de su entorno es probable que mantenga su participación, ya sea en estudios posteriores, carreras profesionales o en proyectos científicos (Ainley M. & Ainley J., 2011). Esto es especialmente más importante durante la escuela secundaria, dada la evidencia de que la mayoría de los estudiantes aclaran sus objetivos profesionales durante esta época y tienen mayores probabilidades de elegir y completar un grado universitario si previamente mostraron interés en las asignaturas STEM (Patall et al., 2016). Cabe destacar que las oportunidades profesionales aumentan considerablemente cuando los estudiantes terminan la educación secundaria y el bachillerato con sólidos conocimientos científicos (Ainley M. & Ainley J., 2011).

Partiendo de estas variables imprescindibles en la investigación de este tema, además se va a profundizar en cualquier otro factor que aporte información a la problemática planteada en este trabajo y a sus posibles soluciones.

1.2. Definición del problema de investigación

Tomando como base lo expuesto anteriormente, este trabajo de investigación pretende adentrarse en las diferentes causas que producen que el estudiante de educación secundaria muestre problemas en el aprendizaje de ciencias y concretamente de Biología. Se va a intentar determinar cuales son esas causas y qué se deduce de la publicación científica actual, intentando ahondar en la interrelación de las diferentes causas y el efecto de cada una de ellas sobre el aprendizaje. Se quiere investigar cómo afectan factores como la motivación, el interés, el estrés, el currículum, la forma de enseñanza del profesorado y las diferentes metodologías empleadas en el aprendizaje de las ciencias, centrándose más específicamente en la asignatura de Biología en educación secundaria.

Es interesante determinar las características concretas que tiene el aprendizaje de las ciencias y, por lo tanto, sus dificultades y posibles soluciones, ya que serán diferentes al de otras materias.

Se pretende sacar conclusiones importantes relacionando los problemas de aprendizaje y los motivos subyacentes de los mismos, con las aportaciones de la literatura por medio de soluciones y metodologías que pueden mejorar esta problemática. Todo esto tiene un máximo interés pedagógico y educativo pudiendo predecir factores relevantes y cambios necesarios en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias y de la biología.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Las ciencias en la sociedad

Para conocer la interrelación entre la ciencia y la sociedad actual conviene hacer un repaso por la evolución que ha tenido a lo largo de la historia. Esto es de importancia ya que, de esta relación, se pretende conseguir una situación de bienestar científico y social que mejore las condiciones de vida de la población. Este proceso depende de la capacidad de entendimiento y comprensión de las teorías científicas por parte de la

sociedad, y sobre todo, de la influencia que el mundo científico ejerce en el entorno social (Gamez, 1989).

2.1.1 La evolución de la enseñanza y la ciencia en la historia

A lo largo de la historia el concepto de educación y aprendizaje se ha ido formando y evolucionando dependiendo de la época histórica y sus características específicas, para responder a las necesidades de la sociedad y de la humanidad.

Tomando como punto de partida el mundo occidental, comprobamos que fue en la antigüedad griega con Sócrates, Platón, Aristóteles y Quintiliano donde surgió el concepto de “paidagogos”, sirviente encargado de acompañar e instruir a los niños (Corts et al., 1996). La ciencia antigua se entendía como un saber absoluto de conocimientos obtenidos de descubrimientos del entorno. No solía tener interés práctico ni relación con la sociedad (Gamez, 1989).

En la Edad Media se sufrió un retroceso y la educación quedó en manos de la Iglesia por medio de las escuelas catedralicias y la educación monástica. Aún así, había un núcleo central importante de conocimientos englobado en el denominado *quadrivium*, constituido por las cuatro ciencias matemáticas: aritmética, geometría, astronomía y música. Decayó el interés por el conocimiento del mundo físico en contraposición al predominio de la salvación ultraterrena (Grant, 2016).

Posteriormente con el Renacimiento a partir del siglo XV, se produjo un cambio radical ya que surgió una revolución social e industrial y apareció la imprenta como hecho destacado. Con Erasmo de Rotterdam y Juan Luis Vives, se asentaron las bases de la orientación escolar hacia la profesión. Es aquí cuando se habló específicamente de la competencia científica (Corts et al., 1996). El desarrollo de la ciencia moderna estuvo ligado al crecimiento de la clase burguesa y la idea de progreso para enfrentar los grandes problemas de la humanidad y de la vida diaria (Gamez, 1989).

Más tarde llegó la Ilustración en el siglo XVIII, el siglo de las Luces, donde se impuso el pensamiento crítico que permitió el desarrollo de la ciencia, la filosofía, la política y la religión (Corts et al., 1996). Finalmente se aceptó que el progreso histórico coincidiese con el progreso científico (Gamez, 1989).

En el siglo XIX con la idea de progreso científico, tecnológico y social, se produjeron avances notables en el campo de la geología, biología y química. La ciencia adquirió una relevancia en la sociedad que antes no existía (Gamez, 1989).

Ya en el siglo XX el ámbito de la educación toma relevancia por hacerse obligatoria la educación básica, siendo universal en muchos países. Destacan figuras como Decroly, Freire, Montessori y Piaget. Aparecen nuevas corrientes y teorías, y la educación se concibe como un proceso que desarrolla el potencial individual de cada alumno. Por ello, no se basa únicamente en memorizar y asimilar conceptos recibidos, si no en aprender a través de la búsqueda, la investigación y el descubrimiento (Corts et al., 1996; Guichot, 2006). En este siglo la ciencia no se llega a entender, pero la actitud del ciudadano es positiva al respecto (Gamez, 1989).

Otros autores posteriores fueron muy relevantes sobre todo porque, la forma que proponen de construcción del pensamiento, se relaciona directamente con el aprendizaje de las ciencias. Vygotsky plantea el aprendizaje desde un enfoque más social por el que el ser humano aprende a pensar a través de la relación con otros seres humanos. De esta forma si el aprendizaje es de forma cooperativa se produce antes siendo fundamental el entorno en el que se desarrolla dicho aprendizaje (Payer, 2005). Por su parte Ausubel (1983) aporta el concepto de “aprendizaje significativo” en contraposición al memorístico o repetitivo y Freire colabora de forma importante con su idea de educación liberadora (Carretero, 1985).

La teoría del aprendizaje significativo que propone Ausubel se relaciona en muchos aspectos con los principios de la metodología de investigación de las ciencias, basada en la resolución de problemas mediante los conocimientos previos adquiridos, siendo destacable en el aprendizaje de las ciencias y de la biología (Zompero & Laburú, 2010).

Todo este camino a lo largo de la historia nos lleva hasta el siglo XXI donde el desarrollo científico-tecnológico es uno de los principales ejes movilizadores de una nación. Este desarrollo ha sido favorecido por cambios importantes que se han gestado desde los currículos educativos, ya que el currículo es lo que configura la formación de los estudiantes, futuros ciudadanos activos de un país. Se favorece no solo aprender conocimientos sino la adquisición y desarrollo de competencias, capacidad crítica, de adaptación y de transformación (Martínez López, 2009).

2.1.2 La relevancia del método científico en el aprendizaje de biología

La ciencia no es simplemente un conjunto ordenado de conocimientos o una investigación sobre la naturaleza, sino la forma de conocer e investigar de forma fiable sobre la misma. Como se ha expuesto en el breve repaso anterior por la historia de la educación y la ciencia, a lo largo de la historia surgen diferentes formas de abordar el

aprendizaje y más concretamente el estudio de las ciencias. De todo esto surge el método científico, para justificar el conocimiento científico y hacerlo digno de confianza (Diego-Rasilla, 2004).

El método científico ha caracterizado a la ciencia natural desde el siglo XVII, siendo el procedimiento consistente en la observación sistemática, medición, experimentación, formulación, análisis y modificación de las hipótesis formuladas para alcanzar un conocimiento objetivo de la realidad, tratando de dar respuesta a las interrogantes planteadas. Por tanto el método científico es la base en que se comenzó a sustentar el estudio y aprendizaje de las ciencias (Castán, 2014).

La aplicación del método científico en el ámbito escolar es imprescindible, ya que los alumnos deben aprender ciencia mediante contenidos pero también aprender a hacer ciencia, por ello el método científico proporciona al alumno esta posibilidad. Su utilización implica el uso del pensamiento crítico y científico, que es el modo de indagar en la realidad (Castán, 2014), pero también fomenta otra serie de valores sociales y de desarrollo personal como disciplina, rutina de trabajo, voluntad, interés y mejora en las relaciones (Diego-Rasilla, 2004).

2.1.3 La alfabetización científica ciudadana

Teniendo en cuenta la evolución de la ciencia y de la educación, es conveniente asimismo analizar el concepto de alfabetización ciudadana, que se puede definir como la capacidad de comprender el conocimiento y los procesos científicos en la vida cotidiana (Novaristiana et al., 2019).

La relación entre la ciencia y la sociedad se remonta al siglo XVIII, como se ha visto antes, cuando los científicos participaban en ferias populares, con la intención de dar a conocer sus descubrimientos a los académicos de la época y también a las clases populares. Aun así, como se ha expuesto también anteriormente, no es hasta mitad del siglo XX cuando aparece el término alfabetización científica en la literatura educativa introducido por Hurd (1958). Este término surge de la necesidad de superar la falta de conocimiento científico en la sociedad. Posteriormente este concepto evoluciona al de cultura científica, entendida como la comprensión pública de la ciencia. Esta evolución es debida a la influencia sociológica en la mitad del siglo XX para desmitificar la imagen de la ciencia clásica y así crear un modelo que tenga en cuenta la sociedad como parte fundamental de la construcción histórica de la ciencia y la tecnología (Ballesteros-Ballesteros, 2022).

Desde hace unos años hay una agrupación de materias en la literatura científica conocida como Ciencia, Tecnología y Sociedad, claramente orientada a los currículos de ciencias naturales y la inmersión del estudiante en actividades que le ayuden a comprender cómo influye la ciencia en la sociedad. Todo esto ayuda al alumno a adentrarse en el mundo y determinar el papel que ejerce la ciencia y la tecnología en la sociedad, relacionándolo con temas socio-científicos actuales (Tsai, 2018). Se ha visto que las habilidades de alfabetización científica dotan a los estudiantes de los conocimientos y habilidades para resolver los problemas que ocurren en la vida cotidiana, tanto problemas individuales como globales (Novaristiana et al., 2019).

2.1.4 Situación actual de la educación científica

Como se exponía antes, la relación natural en el mundo y la sociedad entre la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas han hecho que se agrupen bajo el término STEM (del inglés Science, Technology, Engineering y Maths). La educación STEM surge a partir de 1990, basada en la teoría del aprendizaje constructivista de Seymour Papert, como respuesta para afrontar los problemas de desarrollo científico y tecnológico de la sociedad (Becker & Park, 2011).

Las propuestas metodológicas en el marco de las asignaturas STEM deben cumplir una serie de requisitos necesarios como son enfocar el proceso de aprendizaje en el estudiante, el cual mediante su relación activa en el mundo real va construyendo los conocimientos; integrar las diferentes asignaturas STEM desde un enfoque global interdisciplinario y por último los objetos de estudio deben formar parte efectiva de algún campo STEM (Cartagena et al., 2017).

Este enfoque del aprendizaje interrelacionado tiene por tanto, efectos positivos en la comprensión de los contenidos científicos, en el rendimiento académico y en la preparación para el mundo laboral (Becker & Park, 2011). Otros autores enfatizan que pese a la necesidad de esta relación interdisciplinar, el currículum escolar sigue manteniéndolas de forma aislada por lo que se debería revisar y adaptar (Cartagena et al., 2017).

2.1.5 Evolución del aprendizaje y la neurociencia

Actualmente el estudio sobre el aprendizaje se centran en el ámbito de la neurociencia que está aportando un nuevo enfoque y un gran avance en la educación. Las últimas investigaciones sobre los diferentes procesos cognitivos que se producen a nivel cerebral para lograr la adquisición de conocimientos han sido muy beneficiosos. A raíz de estos descubrimientos se han implementado nuevas estrategias educativas que fomentan la estimulación del cerebro de forma global, mejorando la asimilación de contenidos en menor tiempo. Esto ha sido posible a través de los últimos avances relacionados con factores biológicos, genéticos y neurológicos (Basurto & Zambrano, 2020). Basándose en los descubrimientos neurocientíficos, se ha determinado que el sistema educativo debe incluir de forma conjunta tres aspectos que son cerebro, mente y aprendizaje. Esto ha arrojado información relevante sobre la manera de enseñar y aprender del ser humano, por medio del estudio conjunto de la conducta humana y del funcionamiento cerebral (Valdivia, 2014).

Con esta base, en el campo educativo se intenta buscar nuevas estrategias de aprendizaje y la neuroeducación ofrece grandes posibilidades. La neurodidáctica consiste en la interacción entre la neurociencia, la epistemología, la psicología del aprendizaje y la pedagogía, con el objetivo de mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje (Tudela et al., 2017). Así se pretende ayudar en el proceso educativo de forma individualizada, siendo interesante su aplicación específicamente en el aprendizaje de la biología, ya que cada materia necesita unos requisitos diferentes. Conociendo como funciona el cerebro al realizar el aprendizaje, se podrá determinar las necesidades y capacidades de cada alumno y cada materia, logrando los objetivos escolares y personales (Basurto & Zambrano, 2020).

2.2. Dificultades en el aprendizaje de ciencias y biología

La investigación en el contexto de la enseñanza de las ciencias ha tendido a centrarse en la impopularidad de las asignaturas científicas entre los alumnos, la irrelevancia de las ciencias tal y como se enseñan en las escuelas para la vida y el desarrollo posterior de los estudiantes. Los autores refieren que esto se debe a los contenidos sobrecargados de hechos y teorías del pasado con mucha repetición y pocos retos, el aislamiento de la enseñanza de las ciencias especialmente de la vida social y la comunicación, y la falta de atención al aprendizaje de orden superior como la resolución de problemas y la toma de decisiones (Holbrook, 2003). Especialmente, las estrategias de

aprendizaje de las ciencias y el papel de los profesores de ciencias son áreas principales para la comprensión y solución de las dificultades de los estudiantes en el aprendizaje (Sarabi & Gafoor, 2018) .

Conocer, por tanto, todas las variables que conforman estas dificultades y que se exponen a continuación, es necesario para poder abordar posteriormente el análisis de los resultados obtenidos en este trabajo.

2.2.1 Falta de interés y motivación

La motivación se entiende como un factor que facilita el compromiso de las personas con acciones precisas para alcanzar metas determinadas, dirigiendo por tanto su conducta. La motivación es un factor decisivo para un aprendizaje efectivo y no hay duda de que, cuando no existe motivación, el alumno difícilmente aprende (Carretero et al., 2004). Desde hace tiempo se argumenta que el interés es un importante predictor del compromiso, el aprendizaje y el rendimiento de los estudiantes (Patall et al., 2016).

En cuanto al alumnado de educación secundaria, se evidencia una falta de interés y rechazo hacia el aprendizaje de Biología ya que se percibe esta asignatura como difícil de aprobar, poco entretenida y de escasa utilidad para la vida. Por ello generalmente el estudiante ya muestra reticencia desde el comienzo del curso escolar. Además a los alumnos les parece aburrida la Biología porque siempre se imparte de la misma forma, sin realizar otro tipo de actividades más interesantes (Robles et al., 2015).

Jack y Lin (2018) en su investigación apuntan que es importante vigilar si la enseñanza de las ciencias tal y como se practica actualmente es capaz de hacer que el aprendizaje resulte realmente interesante para los estudiantes, ya que el interés sin disfrute resulta en aburrimiento; sin embargo, el interés combinado con el disfrute da como resultado el compromiso y el reenganche. Además, destacan que el componente afectivo-emocional del disfrute puede ser crucial en este aprendizaje.

Por último, se observa que la importancia de la actitud ha sido a menudo minimizada en comparación con el rendimiento escolar, cuando se trata de medir los resultados educativos por parte de la sociedad, los planificadores curriculares y los profesores (Adejimi et al., 2022).

2.2.2 Currículum de la asignatura de Biología

La biología es una rama específica de la ciencia que aporta a los estudiantes conceptos y habilidades científicas, potenciando la resolución de problemas, la comunicación, el pensamiento crítico y el razonamiento objetivo (Onyegegbu, 2002). A pesar de su importancia, como hemos dicho por pertenecer a las disciplinas STEM y a su utilidad, generalmente, se trata de una materia que reporta un bajo rendimiento escolar en la educación secundaria (Rabieu et al., 2014).

Aunque la biología es aparentemente más fácil en comparación con otras disciplinas científicas, no significa que su aprendizaje no suponga un reto para los alumnos. Es interesante observar que, incluso dentro de una misma unidad, puede haber partes específicas que resultan más difíciles para los estudiantes (Sarabi & Gafoor, 2018).

Entre los contenidos de la asignatura de Biología que muestran más complicaciones la literatura científica reporta que se encuentran el transporte de agua en las plantas, la respiración y la fotosíntesis, la síntesis de proteínas, la división celular, los procesos fisiológicos, la genética y la ingeniería genética (Munyemana et al., 2022; Lazarowitz & Penso, 1992). Esto es debido a que estos temas son complejos y de gran dificultad para el estudiante, el cual se desanima en su aprendizaje (Munyemana et al., 2022) y con un marcado nivel abstracto suponiendo un gran reto cognitivo para los alumnos (Lazarowitz & Penso, 1992).

Esto lleva a pensar que el propio currículum es parte sustancial del problema de aprendizaje siendo necesaria la mejora del mismo para facilitar el aprendizaje (Rabieu et al., 2014).

2.2.3 La enseñanza en el centro educativo

En el binomio enseñanza-aprendizaje se hace imprescindible una valoración de la forma en que se lleva a cabo la enseñanza en las aulas. A los profesores se les asignan diversas funciones esenciales en la facilitación del aprendizaje, como en el aprendizaje contextual en Biología, ya que puede resultar problemático para los alumnos si sólo se centra en el dominio de los contenidos, en lugar de en el desarrollo de las habilidades y actitudes vitales de los estudiantes (Fitriani, 2017). Rabieu et al. (2014) hacen hincapié en la influencia que ejerce el profesorado, cuando en muchas ocasiones, no permite a los estudiantes participar de forma activa en clase, por ejemplo por medio de preguntas, debates o propuestas, o también sin realizar una adecuada evaluación o seguimiento continuado. Esto hace que los estudiantes perciban de forma rígida la enseñanza. En

cuanto a la Biología si el profesor no realiza la clase de una forma práctica, visual y manipulativa, se corre el riesgo de convertirse en aburrido para el alumno (Fitriani, 2017).

Destacando otros aspectos importantes, Hugerat et al. (2021) apuntan que las clases en las que el clima se caracteriza por la competitividad, la hostilidad y la alienación, así como por la ansiedad y el malestar, dificultan el pleno desarrollo académico de muchos estudiantes.

Además, Owino et al. (2014) aluden a una serie de factores logísticos que afectan a la enseñanza y más de la asignatura de Biología, por ser una asignatura meramente práctica, como puede ser la escasez de material didáctico de apoyo a los contenidos teóricos, la poca dotación de los laboratorios o las escasas fuentes de información disponibles en las bibliotecas de los centros.

2.2.4 Falta de practicidad y relación con temas socio-científicos

A veces la situación actual real en las escuelas es que no se hace verdaderamente ciencia, sino que solo se enseñan contenidos. Por ejemplo, frecuentemente, las prácticas de laboratorio no se corresponden con el aprendizaje y el uso del método científico, sino que se elaboran a modo de recetario sin sentido. La educación debe tener en cuenta estos aspectos para su mejora y transmitir un conocimiento científico innovador y actualizado (Diego-Rasilla, 2004).

Igualmente notable es la baja alfabetización científica de los estudiantes, de la que los autores los autores señalan que uno de los factores que conduce a ella es que los alumnos no están acostumbrados a resolver los problemas o pruebas relacionadas con las habilidades del proceso científico, que son la parte principal de la alfabetización científica, ya que la mayor parte del proceso de aprendizaje solo tiene lugar en el proceso de transferencia y memorización de conocimientos de los profesores a los alumnos (Choi et al., 2011).

2.2.5 La forma de aprendizaje del adolescente

La forma clásica de enseñanza mediante conocimientos teóricos, difícilmente favorece la comprensión de los mismos por los estudiante ya que, en muchos casos, es difícil la asociación entre la teoría y la práctica (Guevara & Lemus-Barrios, 2019) .

Al analizar la forma de aprendizaje de los alumnos hay que tener en cuenta la etapa de desarrollo en la que se encuentran y sus condiciones personales. La complejidad de

las características de los alumnos viene determinada por aspectos o cualidades individuales de los estudiantes consistentes en sus intereses, actitudes, motivación para el aprendizaje, estilos de aprendizaje, habilidades de pensamiento y capacidades (Trujillo & Tanner, 2014).

Los estudiantes que se encuentran en el período de la adolescencia están en transición de la infancia a la edad adulta, en la que se caracteriza por la inestabilidad emocional (Pratama & Corebima, 2016).

Según las etapas evolutivas que describe Piaget (1981), hay una etapa inicial de pensamiento formal incipiente alrededor de los 11-12 años que se consolida a partir de los 14-15 años en una etapa formal avanzada, que implica un cambio cualitativo y estructural intelectual que capacita al adolescente a pensar de forma abstracta y eficaz. Los adolescentes en su desarrollo, van adquiriendo capacidad de razonar de forma abstracta y lógica, procesar mejor la información y mejorar la atención y la memoria. Todo esto favorecerá la comprensión de los conocimientos científicos más complejos que, igual en un estado madurativo anterior, los alumnos no son capaces de realizar (Cerdán & Gil, 2014).

Cabe resaltar que el modelo cognitivo de ciencia escolar como método didáctico, basado en la filosofía cognitiva de la ciencia de Giere (1994) se caracteriza por ser una actividad cognitiva y discursiva. Aúna la ciencia erudita y la ciencia escolar por su concepción semántica, es decir, representacional, de las teorías científicas (Gonzalez Galli & Meinardi, 2017). Como los estudiantes en los cursos iniciales generalmente han tenido acceso a menor número de fenómenos y acontecimientos, los modelos teóricos que desarrollarán serán más simples que a medida que vayan adquiriendo experiencias y conociendo hechos. Esto es de relevancia a la hora de elegir que contenidos y fenómenos pueden ser enseñados en las aulas en relación con la edad y la etapa de desarrollo del estudiante (Solsona et al., 2000).

2.2.6 Efectos emocionales sobre el aprendizaje

Algunas líneas de investigación apoyan la noción de que las experiencias afectivas y no conceptuales de los estudiantes pueden también afectar de forma relevante en su aprendizaje, en el rendimiento escolar y en aspectos psicológicos. Por ello es importante prestar atención a los aspectos afectivos del estudiante, la opinión que tiene sobre su propia capacidad de aprendizaje, el concepto y los conocimientos previos que tiene sobre la ciencia, si se siente parte de una comunidad científica. Las experiencias negativas,

dentro y fuera del aula, pueden afectar de forma contraproducente alejando su interés por la ciencia, por lo que es importante intentar minimizar estos posibles efectos negativos (Trujillo & Tanner, 2014). Los problemas de fondo a los que se enfrentan los estudiantes en la educación se conocen como estrés académico (Pratama & Corebima, 2016).

Se ha visto que la inteligencia emocional es uno de los factores que influyen en el éxito de los resultados de aprendizaje de los alumnos y varios estudios han concluido que los estudiantes con una inteligencia emocional elevada podrán superar los problemas que se les planteen en la escuela y en la sociedad (Trujillo & Tanner, 2014). En su estudio Preeti (2013) manifiesta que los estudiantes en edad adolescente se encuentran en una época de inestabilidad y transición hacia la edad adulta, afectando de forma directa en su aprendizaje. Por tanto el estrés y la inteligencia emocional pueden afectar en el día a día de estos estudiantes como muestran en su trabajo Minkley et al. (2017) sobre la realización de experimentos durante las clases de Biología, detectaron que a pesar de los beneficios descritos por la literatura, muchos estudiantes manifiestan aversión a la realización de trabajos experimentales o de laboratorio por ser complejos o conllevar el riesgo de fracaso, afectando al rendimiento de los alumnos.

Por todo esto, las características psicológicas de los alumnos no pueden separarse de su personalidad ni del proceso de aprendizaje (Trujillo & Tanner, 2014).

2.2.7 Factores familiares y socioeconómicos

La influencia del entorno familiar es crucial en el estudiante. Hay estudios que examinan los efectos de los diferentes estilos parentales, ya que dependiendo de dicho estilo, influirán en el rendimiento académico y la motivación del estudiante. Muchos padres acompañan a sus hijos en este proceso de aprendizaje motivándoles y ayudándoles, ya que consideran que el aprendizaje es indispensable y de gran valor para ellos. Además inculcan a sus hijos responsabilidad y rutina en las tareas. Por otro lado hay padres con un carácter hostil y violento en la exigencia del aprendizaje de sus hijos, siendo por tanto contraproducente (Isen & Reeve, 2005).

Por otro lado, muchos autores resaltan los efectos negativos que tiene el estado socioeconómico desfavorable de las familias sobre la situación escolar de los estudiantes y su desarrollo cognitivo y emocional, además de la limitación en los recursos necesarios (Ramón & Sánchez, 2009). Esto se relaciona con los resultados de otros estudios que indican una asociación directa entre el índice socioeconómico y cultural, con el nivel de

alfabetización científica y el rendimiento en ciencias de los estudiantes de secundaria (Navarro & Förster, 2012).

2.3 Metodologías activas y herramientas TICs

En los últimos años se han desarrollado y aplicado muchas metodologías nuevas para impartir una enseñanza más eficaz, que tenga en cuenta las necesidades especiales de los alumnos y les permita explotar al máximo sus capacidades personales, ya que se ha comprobado que el método tradicional de clase magistral no produce los resultados necesarios (Lambros, 2004).

Algunas de las metodologías didácticas activas utilizadas últimamente son el aprendizaje basado en problemas, el trabajo por proyectos, el aprendizaje colaborativo y la flipped-classroom o clase invertida y la gamificación. Se trata de estrategias de aprendizaje que no se basan en la mera transmisión de contenidos, sino que buscan crear experiencias educativas que provoquen un cambio personal y de grupo. Sobre todo se centran en el alumno y el papel del profesor se convierte por tanto, en guía y facilitador del proceso de aprendizaje (Sanchez, 2018). Varias de estas metodologías se solapan en cierta medida e incluso pueden aplicarse conjuntamente. La mayoría de estas metodologías son cooperativas ya que esto aporta muchas ventajas cognitivas y sociales en el alumnado (Rodríguez, 2022).

El uso de nuevas metodologías en el área de la ciencia se dirige hacia la indagación científica como un enfoque pedagógico efectivo para el desarrollo de competencias y mejora de la motivación por aprender. En este sentido, las metodologías más apropiadas para las ciencias son el aprendizaje mediante indagación, el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje argumentativo y de pensamiento crítico, esto unido al trabajo cooperativo y colaborativo (Busquets et al., 2016).

En cuanto al uso de las TICs, en la última década se ha puesto en marcha un importante número de iniciativas que pretenden utilizar las tecnologías con fines educativos, para construir una sociedad creativa, bien informada y digitalmente capaz, con conocimientos y habilidades flexibles (Ainley M. & Ainley J., 2011). No obstante se observa que estas herramientas tecnológicas no se emplean de forma generalizada ni por igual en los centros educativos, incluso son instrumentos todavía infrutilizados en la enseñanza escolar de las asignaturas STEM (Zydney & Warner, 2016). Además algunos autores llaman a la reflexión, ya que la adopción de tecnologías en la educación escolar se está produciendo sin una comprensión empírica de la relación compleja y dinámica

entre estas tecnologías y los sistemas pedagógicos que sustentan la enseñanza y el aprendizaje (Bano et al., 2018). Aunque gran parte de la ciencia se estudia mejor en su entorno natural y de una forma práctica, hay contenidos científicos que son imposibles de abordar directamente, por lo que las TICs en este sentido son una buena herramienta para su aprendizaje (Zydney & Warner, 2016).

3. METODOLOGÍA

3.1. Objetivos de la investigación

El principal objetivo de este trabajo es analizar la producción científica relacionada con las dificultades de aprendizaje de la asignatura de Biología de los estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria.

Para su consecución se formulan los siguientes objetivos específicos:

- Revisar las investigaciones más actuales sobre las causas por las cuales los estudiantes muestran dificultades en el aprendizaje de ciencias y biología.
- Establecer los contenidos de la asignatura de Biología en los que los alumnos de secundaria muestran más dificultades de aprendizaje.
- Determinar las propuestas didácticas que mejoran específicamente el aprendizaje de Biología.

3.2. Metodología de investigación y procedimiento

En este trabajo fin de máster se ha realizado una revisión sistemática de la literatura científica publicada hasta el momento, sobre las dificultades que presentan los estudiantes de educación secundaria en el aprendizaje de la asignatura de Biología.

Para ello, aunque no se ha seguido la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) de forma rigurosa, se ha intentado seguir la mayor parte de los criterios propuestos por la misma. Este informe reciente del año 2020 sustituye al publicado en el año 2009, que surgió como una ampliación y actualización mejoradas de la declaración de 1999 QUOROM (Quality Of Reporting Of Meta-analysis), para fijar unas normas a la hora de la realización de revisiones sistemáticas y meta-análisis (Page et al., 2021).

3.2.1 Estrategias de búsqueda

Para llevar a cabo la siguiente revisión sistemática, accediendo a través de la plataforma online de la Biblioteca de la Universidad Europea, se han empleado las siguientes bases de datos electrónicas como fuentes principales en la búsqueda bibliográfica: ERIC (Education Resources Information Center), Dialnet Plus, Science Direct y DOAJ (Directory of Open Access Journals). Estas bases de datos han arrojado artículos científicos de interés para realizar la investigación.

Las palabras clave empleadas han sido:

- En inglés: Learning difficulties, learning problems, biology, secondary student, secondary school.
- En español: Dificultades de aprendizaje, problemas de aprendizaje, biología, educación secundaria, estudiantes de secundaria.

Para la obtención de nuestra frase de búsqueda se han combinado las palabras clave establecidas por medio del uso de descriptores y operadores booleanos (paréntesis, OR, AND). Se han agrupado mediante paréntesis los términos pertenecientes a la misma categoría, como por ejemplo (learning difficulties), (learning problems), (secondary student) y (secondary school), (dificultades problemas), (estudiantes secundaria). Estos grupos de palabras clave se han conectado además con los booleanos AND o OR dependiendo de si van relacionados entre sí o con otra palabra o grupo de palabras clave, como por ejemplo (dificultades OR problemas), (estudiantes OR secundaria), (biology) AND (secondary student), (aprendizaje) AND (biología).

Se ha llegado a las siguientes frases finales de búsqueda en inglés y en español:

((learning difficulties) OR (learning problems)) AND (biology)) AND (secondary student OR secondary school)

((dificultades) OR (problemas)) AND (aprendizaje) AND (biología)) AND (estudiantes OR secundaria)

3.3 Criterios de inclusión y exclusión

En este apartado de la revisión sistemática se han fijado los criterios de inclusión y exclusión que deben tener los diferentes estudios para ser tenidos en cuenta. En este trabajo se han incluido los estudios científicos que analicen las dificultades que presentan los estudiantes de educación secundaria, en el aprendizaje de la asignatura de Biología y las posibles soluciones o metodologías propuestas para su mejora.

Como criterios de inclusión se han establecido los siguientes:

- Artículos a partir del año 2014.
- Artículos científicos de revisión o investigación.
- Artículos en inglés, español, portugués o artículos de otros idiomas traducidos a los mencionados.
- Artículos sobre ciencias, biología y educación.
- Artículos sobre la etapa educativa de secundaria.

Por su parte, como criterios de exclusión se han aplicado:

- Artículos anteriores al año 2014.
- Publicaciones que no sean artículos de revisión o investigación.
- Artículos en otros idiomas que no sean los especificados en los criterios de inclusión.
- Artículos que no versen específicamente sobre biología.
- Artículos que no se centren en la etapa educativa de secundaria.

Se ha establecido como primer criterio de selección la fecha de publicación, limitándose a los diez últimos años, debido al gran volumen de publicación hallada y sobre todo para basarse en los artículos más recientes y actualizados.

Seguidamente, dado que se pretendía realizar una revisión sistemática a partir de artículos científicos de revisión o investigación, se han descartado libros, tesis, artículos divulgativos o editoriales.

Los idiomas seleccionados han sido inglés, español y portugués por ser idiomas de comprensión de la autora, rechazando el resto de idiomas por la imposibilidad de su lectura.

Posteriormente, mediante la aplicación de filtros en las bases de datos elegidas, se han descartado todos aquellos artículos que no estaban centrados en la materia elegida,

en este caso temas científicos y biológicos. También se han rechazado todas aquellas publicaciones que no eran relativas a la etapa educativa de secundaria, eliminando así las que se enfocaban en educación primaria, superior o universitaria.

3.4. Diagrama de flujo

La estrategia de búsqueda trazada ha dado como resultado la selección de 24 artículos científicos que han cumplido con los criterios establecidos.

Basándonos en los criterios de inclusión y exclusión se ha generado un diagrama de flujo a partir de las cuatro bases de datos digitales elegidas.

Primeramente con nuestra frase de búsqueda, se ha recuperado una gran cantidad de artículos extraídos de las bases de datos establecidas.

Posteriormente basándonos en nuestros criterios de inclusión y exclusión se ha realizado un primer cribado seleccionando solo los artículos posteriores al año 2014.

De estos, se han revisado y se han escogido solo los artículos referentes a la materia objeto de estudio, en este caso ciencias y educación, y a la etapa educativa de secundaria como se ha establecido en el objetivo de estudio.

De los artículos potenciales de elección, se han excluido los que no eran del idioma propuesto español, inglés y portugués. Obviamente todos los artículos repetidos en la búsqueda también han sido eliminados.

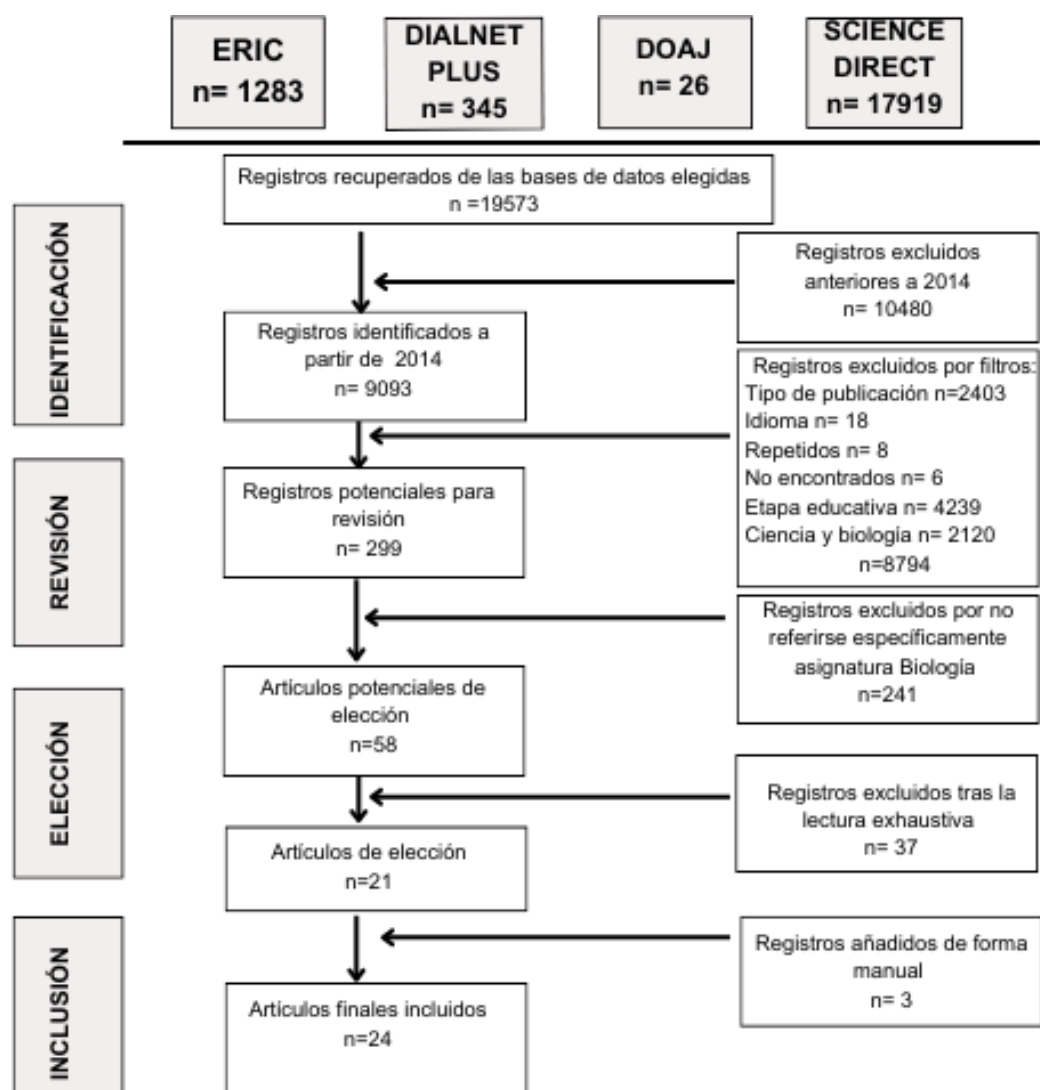
Seguidamente con una revisión profunda de los resúmenes o más exhaustiva de algunos artículos, se han elegido solo los referentes a la asignatura de Biología y que cumplieran con los objetivos de nuestra investigación.

Por último como excepción, debido a la relevancia de alguna publicación concreta hallada en la bibliografía de otras publicaciones, se han recopilado 3 artículos de forma manual en el buscador Google Scholar.

La Figura 1 detalla el diagrama de flujo elaborado para la obtención de los estudios de este trabajo, mediante el proceso de búsqueda explicado anteriormente.

Figura 1

Diagrama de flujo



Fuente: Elaboración propia

4. RESULTADOS

Al analizar los resultados obtenidos después de realizar nuestra estrategia de búsqueda, hemos concluido que los artículos se pueden clasificar en dos grandes grupos diferenciados. Un grupo de artículos trata de la forma de aprendizaje de los estudiantes, las dificultades en el mismo y las causas que afectan a dicho proceso de enseñanza-aprendizaje, como pueden ser los métodos de enseñanza del docente, el proceso cognitivo del alumno, los contenidos del currículum, o la dotación de microscopios de los laboratorios en los centros educativos. El otro grupo de estudios se centra en aportar soluciones a los problemas de aprendizaje encontrados mediante propuestas didácticas innovadoras, como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en proyectos, el uso de TICs, mediante jornadas científicas o implementación y mejora de las prácticas de laboratorio.

La mayoría de estudios son de tipo cualitativo o semi-cualitativo mediante el uso de encuestas y entrevistas y muchos de ellos son comparativos enfrentando el análisis de la situación previa de los estudiantes, con la situación final después de aplicar la metodología propuesta. En cuanto a la muestra de los artículos se observa que la tendencia es hacia una *n* pequeña y algunos de los estudios no indican la muestra. La edad y el curso analizado en la mayor parte de los artículos ha sido en los últimos cursos de educación secundaria, con edades de los alumnos entre 14-17 años. En relación a los países de procedencia de los artículos obtenidos, son variados provenientes sobre todo de Europa, Asia y Latinoamérica. No se ha encontrado información significativamente diferente por el país de origen. Todo esta información queda reflejada posteriormente en nuestra tabla de resultados.

A continuación en la Tabla 1 se exponen los resultados referentes a los problemas y dificultades de aprendizaje que tienen los estudiantes de educación secundaria en la asignatura de Biología y en la Tabla 2, se muestran los resultados obtenidos que versan sobre soluciones y metodologías aplicadas para la mejora del aprendizaje de los estudiantes de secundaria en la asignatura de Biología.

Tabla 1

Resultados referentes a los problemas de aprendizaje de los estudiantes de secundaria en la asignatura de Biología.

AUTOR, AÑO PAÍS	OBJETIVO	METODOLOGÍA Y MUESTRA	RESULTADOS Y CONCLUSIONES
Kragten et al. (2014) Países Bajos	Medir la capacidad para resolver problemas de diagramas de procesos en biología y su relación con los conocimientos previos, la capacidad espacial y el trabajo en grupo	Estadístico predictivo y de correlación 42 alumnos Test de diagramas de procesos	Los resultados muestran que la capacidad para resolver problemas de diagramas de procesos está correlacionada con los conocimientos previos, las habilidades espaciales y la capacidad de memoria de trabajo visual-espacial. Los diagramas son herramientas importantes en la enseñanza de las ciencias ya que permiten comunicar información abstracta y explicar fenómenos naturales que no pueden observarse directamente.
Lopes & Precioso (2016) Portugal	Investigar las percepciones de los profesores sobre las causas del fracaso en el aprendizaje de biología en estudiantes de secundaria	Cualitativo 520 alumnos Entrevista semi-estructurada	Atribuyen el fracaso a causas relacionadas con las dificultades de los alumnos, con las características del examen o a factores inherentes al sistema. Los profesores que corrigen exámenes achacan los problemas a la falta de trabajo del estudiante.
McCloughlin (2017) Irlanda	Analiza el uso de cuadrículas de repertorio para las representaciones mentales de conceptos biológicos	11 alumnos	Observa que este método de análisis proporciona información valiosa sobre el proceso de aprendizaje y puede ser una herramienta diagnóstica para identificar problemas de comprensión de conceptos biológicos
Minkley et al. (2017) Alemania	Investigar si el entorno de trabajo modula las respuestas de estrés durante los experimentos	Estudio de campo randomizado 104 alumnos	Los alumnos de la condición activa mostraron las respuestas de estrés subjetivo y frecuencia cardiaca más fuertes. Los alumnos de la condición pasiva mostraron las reacciones de estrés más débiles. Los alumnos de las otras dos condiciones mostraron un descenso diurno

		2 grupos experimentales y 1 grupo control	<p>del cortisol más débil, lo que indica más estrés.</p> <p>En todas las condiciones, el disfrute disminuyó y el aburrimiento aumentó. Se observaron algunas asociaciones entre las respuestas subjetivas, emocionales y fisiológicas al estrés.</p> <p>El estudio manifiesta la relevancia de la influencia de las emociones y el estrés en el aprendizaje y en el rendimiento escolar.</p>
Porozovs et al. (2015) Letonia	Estudiar la opinión de los estudiantes de secundaria y profesores de biología sobre los métodos de enseñanza más exitosos utilizados en las clases de biología.	Cuantitativo 279 alumnos Cuestionario	<p>58% estudiantes ven interesante la biología y 56% depende del tema</p> <p>La mayoría prefiere que el profesor explique, debates socio-científicos o prácticas de laboratorio. Un pequeño porcentaje prefiere trabajo individual y la gran mayoría no quieren trabajar con el libro de texto.</p> <p>Los métodos didácticos más empleados: clase magistral, demostraciones y debates relacionando la biología con la vida real.</p>
Pratama & Corebima (2016) Indonesia	Investigar la correlación entre la inteligencia emocional (IE) y los resultados del aprendizaje cognitivo de Biología	Correlacional 232 alumnos Test Emotional Quotient Inventory (EQ-i)(Bar On, 2006)	La información relacionada con la correlación entre la Inteligencia Emocional y los resultados del aprendizaje de la biología, así como las contribuciones de cada indicador relacionado, pueden ser información ventajosa para que los profesores desarrollen la Inteligencia Emocional de los estudiantes mediante la aplicación de estrategias adecuadas de aprendizaje de la información.
Novaristiana et al. (2019) Indonesia	Analizar el perfil de alfabetización científica de los estudiantes de secundaria en el aprendizaje de la biología	Estudio ex-post-facto 334 alumnos pruebas PISA	El nivel de alfabetización científica y rendimiento escolar de los estudiantes en todos los tipos de escuela no fue significativamente diferente, siendo muy bajo en general, excepto en los colegios privados, que aunque malos no era tan bajos.
Ruščić et al. (2018)	Estudio sobre el uso de microscopios en la enseñanza de la biología	Encuesta anónima 103 escuelas	<p>94% de escuelas disponen de microscopio óptico monocular.</p> <p>Los tipos de microscopios más utilizados son: ópticos monoculares</p>

Croacia		Encuestas	(80%), ópticos binoculares (16%), digitales (3%) y estereoscópicos (1%). 61% profesores utiliza microscopio ocasionalmente y 39% lo usa a menudo.
Sarabi & Gafoor (2018) India	Percepción del estudiante de los factores que producen dificultad en el aprendizaje	Encuesta descriptiva 300 alumnos Encuesta	Las dificultades de los estudiantes en las disciplinas científicas se deben más a la naturaleza en sí de las materias y los contenidos y no tanto a los factores externos o relacionados con el proceso enseñanza-aprendizaje
Junior et al., (2015) Brasil	Diferencias conceptuales acerca de la evolución biológica en la visión de los alumnos	Cuantitativo 46 Encuestas	Muchos de los estudiantes tienen nociones correctas sobre el proceso evolutivo pero no completas. Entre las respuestas no correctas la teleología la más relevante y la explicación religiosa fue muy escasa pero presente.

Tabla 2

Resultados referentes a soluciones y metodologías aplicadas para la mejora del aprendizaje de los estudiantes de secundaria en la asignatura de Biología.

AUTOR, AÑO PAÍS	OBJETIVO	METODOLOGÍA Y MUESTRA	RESULTADOS Y CONCLUSIONES
Aguilera & Perales-Palacios (2019) España	Analizar el efecto de las metodologías participativas en la motivación y el rendimiento escolar	Mixto cuantitativo y cualitativo 57 alumnos Cuestionario,	Las metodologías participativas tienen efecto positivo en la motivación y rendimiento escolar. La media del interés y de la participación de los estudiantes aumenta respecto a la evaluación inicial. La interrelación entre profesores y alumnos tras el empleo de estas metodologías aumenta.
Aminatun et al. (2022)	Investigar el aprendizaje de la biología de ecosistemas	Descriptivo cuantitativo 571 alumnos	Obtuvieron resultados estadísticos diferentes en los 2 años. Mejores resultados el primer año con aprendizaje basado en problemas y en el segundo año con trabajo

Indonesia	con dispositivo móvil Android.		por proyectos, por lo que hubo otros factores que influyeron en la aplicación.
Campos Fuentes & Aguado Ochoa (2020) Colombia	Aplicación del aprendizaje basado en problemas en la praxis de las clases biología para el desarrollo de competencia científica	Cuasi-experimental 60 alumnos Pruebas pre y post	La implementación ABP permitió mejorar sustancialmente la competencia científica en los estudiantes del grupo experimental en comparación con los resultados del grupo control, además de permitir la apropiación de teorías, contenidos y saberes con los que el estudiante afronta de mejor manera situaciones cotidianas y no cotidianas en las cuales requiere indagar, explicar y aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos adquiridos.
Conejera et al. (2020) Chile	Promover la Formulación de buenas preguntas en la clase de Biología en Secundaria	Analítico comparativo 92 alumnos Preguntas abiertas y cerradas Análisis de Roca et al., (2013)	Los resultados mostraron que las cuestiones socio-científicas originaron preguntas de generalización, gestión y de evaluación-opinión. La actividad práctica generó preguntas de explicación causal y menos de comprobación y la actividad de contexto histórico originó preguntas de explicación causal y de generalización. Concluyen que el alumnado presenta mejoría al plantear preguntas, disminuyendo las preguntas cerradas y aumentando las preguntas abiertas y aumentando así progresivamente el nivel cognitivo de sus preguntas.
Dorfner et al. (2018) Alemania	Estudio del aprendizaje de biología mediante razonamiento y argumentación científica	Comparativo 43 alumnos Test pre y post	Los alumnos a los que se enseñó con más actividades tuvieron mejores resultados en los test realizados posteriormente a la metodología aplicada. La argumentación y el razonamiento científico son una buena metodología para la enseñanza de la biología.
Fernández García (2020) España	Aplicación del modelo de Aula Invertida en 3º de la ESO en Biología y Geología.	No se indica	El modelo de aula invertida mejora la enseñanza de la Biología y la Geología en educación secundaria, facilitando el aprendizaje significativo y el desarrollo competencial. Fomenta la participación activa, la responsabilidad, la capacidad de análisis, la creatividad y la interacción con el docente y con el grupo mediante el trabajo colaborativo

Guevara & Lemus-Barrios (2019) R.Dominicana	Determinar el efecto de las jornadas científicas en el aprendizaje de biología	21 artículos Encuesta Comparativa	La participación en ferias científicas aumenta la motivación y afecta positivamente en la vocación científica de los estudiantes.
Hernández Serrato & González-Reyes (2021) Colombia	Revisión sistemática del aprendizaje de las redes tróficas desde el pensamiento lineal y sistémico	Revisión sistemática 65 artículos Bases digitales universitarias	La comprensión las redes tróficas desde el pensamiento lineal produce en los estudiantes una visión unidireccional, simplista. Pero desde el pensamiento sistémico a partir de hipótesis de transición, se posibilita la construcción progresiva de nociones, desarrollando habilidades cognitivas y estructuras de pensamiento más complejo.
Sanchez (2018) España	Desarrollo de una propuesta didáctica (clase invertida y aprendizaje basado en proyectos) para la asignatura de Biología y Geología de 1.º de ESO.	Experimental cuantitativo Comparativo pre y post metodología	La evaluación global es positiva en más del 75%. El 80% del alumnado considera que ha disfrutado de las clases considerándolas interesantes y amenas. Un 56% siguieron las clases bien. Más del 70% confían en el profesor. El 80,64% aumentaron sus calificaciones con respecto al trimestre anterior. Los alumnos se sienten más motivados y atraídos por las clases de Biología y Geología cuando se utilizan metodologías activas.
Schneiderhan-Opel & Bogner (2020) Alemania	Relación entre la fascinación por la biología y el rendimiento de los estudiantes mediante un proyecto socio-científico	Cualitativo comparativo 276 alumnos ANOVATexts (HESAT)	Todos los alumnos adquirieron conocimientos a corto plazo pero no a largo plazo. Se comprueba la relación directa entre la fascinación por la biología y el rendimiento escolar y viceversa. Se evidencia la brecha de conocimientos entre los grupos muy interesados en tema medioambientales y poco interesados.
Sezen &	investigar os niveles de argumentación científica de	Cualitativo 43 alumnos	Capacidad de argumentación previo:90% estudiantes nivel 2-4, después: 52,7% nivel 4 y 32,6% nivel 6.

Çimer (2017) Turquía	los estudiantes con Material Asistido por Ordenador Basado en Problemas (PBCAM) diseñadas sobre el Sistema Endocrino Humano	“Endocrine System Argumentation Texts” (HESAT)	Capacidad de razonamiento: previo: 90% nivel 2-4, después:49.6% nivel 4 y 18.6% nivel. El 90% de los estudiantes alcanzaron mejores niveles después del PBCAM en cuanto a razonamiento y argumentación y además mejoraron las habilidades de los estudiantes para presentar afirmaciones, pruebas, razonamientos y calidad conceptual en la argumentación científica.
Špernjak & Šorgo (2017) Eslovenia	Analizar la contribución al conocimiento biológico de tres tecnologías de laboratorio diferentes	Comparativo cualitativo 670 alumnos	No hay diferencias significativas en el aprendizaje de las 3 técnicas aplicadas. Los estudiantes prefirieron un laboratorio asistido por ordenador, seguido de un laboratorio clásico y, en último lugar, una simulación por ordenador.
Soto et al. (2018) Chile	Eficacia de tres propuestas metodológicas(aprendizaje colaborativo, basado en problemas y por indagación) en el razonamiento científico y rendimiento académico de estudiantes de secundaria	Cuantitativo cuasi-experimental 79 alumnos Test rendimiento académico Lawson Estadística no paramétrica y análisis descriptivo	Las tres metodologías activas empleadas influyeron positivamente en mejorar el desarrollo del razonamiento científico. El aprendizaje colaborativo parece ser el más eficaz. El razonamiento incrementó un 8,7% con Aprendizaje Colaborativo, un 21,3% Aprendizaje Basado en Problemas y un 10,7% con indagación.El pensamiento empírico-deductivo incrementó 8,7% con aprendizaje colaborativo, un 10,8% con ABP y un 7,1% con indagación.El rendimiento académico incrementó con el aprendizaje colaborativo y por indagación.
Velez Rueda et al. (2019) Argentina	Aplicar el programa de aprendizaje Phytion mediante el uso de smartphones para resolución de problemas de biología	Cuantitativo experimental 100 alumnos	El 90% de estudiantes usaron el programa del smartphone para realizar los ejercicios propuestos durante el curso. El 92% estudiantes sin conocimientos previos de programación, 87,5% sin conocimientos de bioinformática, 53,57% con orientación en ciencias. El proceso de enseñanza-aprendizaje y el intercambio de conocimientos entre los alumnos, resultara atractivo y eficaz.

5. DISCUSIÓN

Este trabajo de fin de máster se ha centrado en analizar las dificultades de aprendizaje de la asignatura de Biología en los estudiantes de educación secundaria y sus posibles soluciones. Como se ha indicado antes tras los resultados obtenidos, se destacan dos grupos amplios de artículos que abordan esta problemática, uno desde el análisis de las posibles causas en sí y otro desde la propuesta de diferentes estrategias para su solución. Aunque en una primera valoración se han podido distinguir estos dos grupos, a la hora de abordar su estudio y discusión se ve que es muy difícil parcelar estas dificultades de aprendizaje de forma individual, ya que están todas relacionadas. A su vez muchos artículos que abordan algún tipo de problema de aprendizaje, igualmente intentan aportar soluciones al mismo. De todas formas para facilitar su análisis y comprensión, se hace necesario un abordaje de forma separada.

Partiendo del objetivo principal este análisis se centrará primeramente en discutir los resultados que dan respuesta al mismo. En este trabajo se quería investigar sobre cuáles son las dificultades que tienen los estudiantes de educación secundaria en el aprendizaje de la materia de Biología. Se había establecido que esto era relevante en la educación y en la sociedad, ya que como indican diferentes autores, en la mayoría de los países se ha detectado una disminución del interés y de la elección de carreras científicas y tecnológicas. Estas materias STEM se supone que son sumamente necesarias para el buen desarrollo de un país y aún más en la era actual en que nos encontramos, donde tanto la ciencia como la tecnología avanzan de forma muy rápida (Hewitt et al., 2019; Munyemana et al., 2022).

Varios de los artículos seleccionados en los resultados de esta búsqueda recogen las opiniones de alumnos y profesores al respecto. Como manifiestan Sarabi y Gafoor (2018) basados en las creencias sobre la naturaleza compleja de las asignaturas de ciencias, los alumnos refieren que estas dificultades se deben más a la naturaleza de la materia y que son mínimas por factores relacionados con la enseñanza-aprendizaje. Por su parte, los profesores indican que intentan mantener el interés de los estudiantes hacia la materia haciéndoles partícipes del proceso de investigación y relacionándolo con temas socio-científicos, guiando así

su aprendizaje. A su vez Lopes y Precioso (2016) también parecen estar en consonancia con lo anterior, atribuyendo estas dificultades a causas relacionadas con las dificultades de los propios alumnos, con las características de los exámenes o a factores inherentes al sistema. Opinan que las dificultades surgen de los conceptos complejos y del lenguaje científico, aunque resaltan además como importante, la falta de trabajo de los estudiantes y también la rigidez de los exámenes de evaluación. Porozovs et al. (2015) sin embargo obtienen que al menos la mitad de los estudiantes de su estudio sí que muestran interés por la asignatura, pero apuntan como causas la falta de actividades prácticas, de experimentos y actividades al aire libre y por otro lado, le dan más importancia sobre todo al trabajo en grupos.

Por tanto en cuanto al interés, se puede concluir que muchos autores refieren la falta de motivación como uno de los problemas principales (Carretero et al., 2004; Patall et al., 2016) pero otros autores no han detectado esa falta de interés tan aguda, sino como reflejo de un método de enseñanza inapropiado (Harris & Ratcliffe, 2005; Porozovs et al., 2015). Unas de las formas de mejorar el interés de los alumnos y de realizar una enseñanza más adaptada a sus necesidades, son las salidas de campo y las jornadas científicas como apoyo en el aprendizaje teórico. Se ha visto que estas actividades estimulan el interés de los estudiantes hacia las ciencias dado que el alumno lo percibe como una vivencia positiva que favorece el desarrollo de su vocación científica y siendo relevante para sus decisiones en futuros estudios o trabajos (Bencze & Bowen, 2009). Como ha quedado establecido anteriormente, la alfabetización científica de la sociedad y más concretamente de los estudiantes, es muy importante actualmente en una sociedad moderna basada en la ciencia y la tecnología (Diego-Rasilla, 2004). El estudio de Novaristiana et al. (2019) obtiene como resultado un grado bajo de alfabetización y de rendimiento escolar de los alumnos, basándose en la aplicación de las pruebas PISA occidentales en Indonesia. Esto refleja la misma situación encontrada en otros países como muestra, por ejemplo, Choi et al. (2011) que inciden en la falta de alfabetización científica en los estudiantes, siendo necesario cambiar esta situación ya que es la base del conocimiento. Por su parte Demir (2016) comenta que el mayor problema detectado respecto a la alfabetización científica de los estudiantes es que generalmente, en el proceso de aprendizaje solo tiene lugar la transferencia

de conocimientos de los profesores a los alumnos. Además, refiere que también se debe a que los estudiantes no están acostumbrados a resolver los problemas o pruebas relacionadas con las habilidades del proceso científico, que son la parte principal de la alfabetización científica. Esta base y habilidades de alfabetización científica son muy necesarias ya que dotan a los estudiantes de los conocimientos y habilidades para resolver los problemas que ocurren en la vida cotidiana, tanto problemas individuales como globales, como indican Choi et al. (2011). En consonancia con lo anterior, Junior et al. (2015) también confirman esta poca base de contenidos en los estudiantes, en este caso en relación al tema de la evolución, ya que observan que solo alrededor de la mitad de los alumnos de su estudio poseen algunas ideas correctas sobre dicho tema. Como explicación a la evolución los alumnos tienen otras ideas no científicas, como la idea de progreso y teológica, siendo la explicación religiosa la que más controversias plantea.

Como se está deduciendo del análisis de los resultados de esta investigación, parte del problema del interés de los alumnos es porque tienen dificultad en el propio proceso del aprendizaje de la materia. Por tanto es interesante ahondar en esta parte de la problemática, porque como se ha establecido en el marco teórico previamente al exponer las teorías de Piaget (1981), en este periodo adolescente se están desarrollando nuevos procesos cognitivos y de mayor complejidad. Hernández Serrato y González-Reyes (2021) en su investigación nos hablan de la forma de aprendizaje desde el pensamiento lineal, el cual es útil y necesario porque posibilita entablar conexiones lógicas y secuenciales. Pero, como inconveniente, han observado que deja al margen relaciones de cooperación e interacciones complejas. Esto si es observado con el pensamiento sistémico, el cual a partir de hipótesis de transición, posibilita la construcción progresiva de nociones, el desarrollo de habilidades cognitivas y estructuras de pensamiento donde destaca la complejidad, lo multi-causal, lo multi-direccional y lo interrelacional. Varios autores en esta línea resaltan la necesidad de realizar un cambio en la enseñanza de la ciencia actual, donde el conocimiento reside en autoridades externas como los científicos o los profesores, hacia otra forma de educación donde el conocimiento se crea en el propio alumno mediante el descubrimiento de diferentes fenómenos a través de investigaciones científicas, observaciones o experimentos (Valbuena, 2008).

Por su lado Kragten et al. (2014) también abordan el proceso de aprendizaje y analizan la utilidad de los diagramas en la asignatura de Biología, para aprender procesos complejos concluyendo que, aunque el objetivo de los diagramas es facilitar el aprendizaje ya que los estudiantes se ven obligados a seleccionar, extraer e interpretar datos, a veces los alumnos tienen dificultades con este proceso. Sus resultados muestran que la capacidad para resolver problemas de diagramas está correlacionada con los conocimientos previos, las habilidades espaciales y la capacidad de memoria de trabajo visual-espacial. Esto va en la línea de autores como Schnotz y Bannert (2003) que exponen que los alumnos con pocos conocimientos previos tienen más dificultades para crear modelos mentales eficaces, por lo que los diagramas son herramientas importantes en la enseñanza de las ciencias. McCloughlin (2017) a su vez en afinidad con Kragten et al. (2014), aporta al proceso cognitivo el uso de un repertorio de cuadrículas como herramienta para investigar las representaciones mentales de los estudiantes sobre conceptos biológicos. Opina que además puede ser una herramienta diagnóstica para identificar problemas de comprensión de conceptos biológicos.

El campo de la enseñanza de la biología se ha visto enriquecido por las aportaciones de la antropología y la ciencia cognitiva (McCloughlin, 2017) pero otro factor muy relacionado con todo este complejo proceso cognitivo es igualmente el aspecto psicológico y emocional, viendo que tienen un peso muy significativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La literatura destaca que la inteligencia emocional es uno de los factores que influyen en el éxito de los resultados de aprendizaje de los alumnos, ya que se ha demostrado que los estudiantes con una inteligencia emocional elevada pueden superar mejor los problemas que se les planteen en la escuela y en la sociedad (Santrock, 2009). Algunos de los resultados de esta investigación van en la misma línea de indagación. Resaltan los resultados de las observaciones realizadas por Pratama y Corebima (2016) que muestran que los estudiantes que sufrían estrés académico parecían ser perezosos a la hora de seguir las clases, carecían de confianza para actuar delante de la clase y se sentían avergonzados de expresar sus ideas durante las actividades de aprendizaje. Además, los alumnos tenían enfrentamientos con los demás, a veces se quedaban solos, llegaban tarde o incluso faltaban a clase. Concluyen que el estrés está significativamente correlacionado con el bajo rendimiento académico de los

estudiantes y que por tanto, las personas con una inteligencia emocional elevada serán capaces de procesar y comprender sus emociones, lo que les permitirá adaptarse a las situaciones de estrés. Este estudio está en consonancia también con el de Parker et al., (2004) que determinan que el aprendizaje depende de factores complejos físicos y psicológicos de los alumnos y que por tanto, no pueden separarse de su personalidad. La investigación de Parker et al. (2004) confirma el efecto del estrés que los estudiantes de secundaria suelen experimentar debido al currículum tan denso, al riesgo de fracaso escolar y a que deben ser capaces de gestionar su tiempo y sus actividades. Por tanto Pratama y Corebima (2016) resaltan que la correlación entre la Inteligencia Emocional y los resultados del aprendizaje de la biología, pueden ser información ventajosa para que los profesores desarrollen la Inteligencia Emocional de los estudiantes mediante la aplicación de estrategias adecuadas de aprendizaje de la información.

A su vez Minkley et al. (2017) abordan el estrés, pero en el entorno de las prácticas de laboratorio. Los experimentos son un método de aprendizaje importante en la educación científica, ya que permiten a los estudiantes adquirir conocimientos científicos, desarrollar habilidades de razonamiento científico (Engelmann & Fischer, 2014). Pero Minkley et al. (2017) advierten que en muchas ocasiones, los experimentos son un método de enseñanza complejo que conlleva una elevada carga cognitiva y el riesgo de fracasar, lo que puede inducir estrés entre los estudiantes. Esto también lo afirman Pekrun y Stephens (2012) que dicen que los experimentos de laboratorio pueden clasificarse como estresores de bajos a moderados y que van acompañados de cambios en el disfrute y el aburrimiento. A pesar de sus beneficios, muchos estudiantes expresan aversión a los experimentos desde el principio, especialmente durante la adolescencia (Engelmann & Fischer, 2014).

Aunque algunos de estos estudios nos hacen reflexionar sobre los posibles efectos negativos de las prácticas de laboratorio en los estudiantes, no hay que olvidar que son uno de los métodos activos más importantes de enseñanza en Biología y Ciencias de la educación (Kluge, 2014). Como reflejan en su estudio Guevara y Lemus-Barrios (2019), el trabajo práctico facilita la comprensión conceptual y también aumenta la motivación de los estudiantes promoviendo su iniciativa y autonomía, ya que posibilitan la construcción de modelos que permiten la

asimilación de la teoría de una manera más efectiva. Aunque por su parte Kluge (2014) hace hincapié en que los experimentos de laboratorio deben integrarse en una estructura pedagógica para suscitar la reflexión.

Como se sabe, en la mayoría de los centros educativos las prácticas de laboratorio son fundamentales en la enseñanza de la asignatura de Biología, pero se plantean dudas sobre la frecuencia y la forma de utilizarlos (Abrahams et al., 2014). El microscopio es evidentemente una herramienta básica en los laboratorios, como vemos en el estudio de Ruščić et al. (2018) que comprueban el número de microscopios, el tipo y el uso que se hace de los mismos en varias escuelas. Confirman que casi en su totalidad todos los centros tienen microscopio de tipo monocular siendo raro encontrar microscopios más complejos. Aún así no se realiza un gran uso de los mismos, debido a que los profesores refieren problemas de espacio y falta de tiempo para su utilización. En este caso vemos que el problema no es a veces la falta de recursos como indicaban Owino et al. (2014) y Demir (2016) sino los impedimentos o desventajas en usarlos.

Con estos artículos se da respuesta al objetivo principal formulado y a la vez se ha recopilado información sobre en qué contenidos de la asignatura de Biología tienen más dificultades los alumnos, como respuesta a uno de los objetivos específicos planteados.

De la bibliografía consultada para este trabajo de investigación se ha resumido que los contenidos de Biología con mayor dificultad de aprendizaje son el transporte de agua en las plantas, la respiración y la fotosíntesis, la síntesis de proteínas, la división celular, los procesos fisiológicos, la genética y la ingeniería genética (Munyemana et al., 2022; Lazarowitz & Penso, 1992). Por otro lado, de nuestros resultados se puede exponer que los contenidos encontrados que producen mayores dificultades de aprendizaje son similares a los reportados en la literatura, como indican Kragten et al. (2014), que realizan su investigación sobre la síntesis de proteínas, la inmunología, la fotosíntesis, la respiración celular o ciclos metabólicos. Además encontramos otros contenidos con dificultades en su asimilación como la redes tróficas (Hernández Serrato & González-Reyes, 2021), los ecosistemas (Aminatun et al., 2022), las teorías de la evolución (Junior et al., 2015), la taxonomía (McCloughlin, 2017) y el sistema endocrino (Sezen & Çimer, 2017). Los motivos de sus dificultades han quedado expuestos de forma extensa anteriormente.

Después de analizar los contenidos con mayor dificultad y los problemas de aprendizaje que presentan los estudiantes de educación secundaria en la asignatura de Biología, se consigue una perspectiva más clara de los mismos. Desde este punto de partida se van a discutir las soluciones aportadas al respecto extraídas de los resultados, para dar respuesta así a otro de los objetivos específicos.

Como grandes propuestas para la mejora de este aprendizaje, encontramos que la motivación y el interés de los alumnos por la materia y la relación del aprendizaje con los temas socio-científicos actuales son muy relevantes. Schneiderhan-Opel y Bogner (2020) encuentran una relación directa entre la fascinación por la biología y el rendimiento escolar al realizar un proyecto colaborativo de ciencia ciudadana. Al igual Guevara y Lemus-Barrios (2019) en su revisión sistemática concluyen que los estudiantes, al participar en las ferias de ciencia y tecnología, experimentan una práctica positiva que los motiva en el desarrollo de su vocación científica y que incide en las decisiones de preferencia y elección de carreras relacionadas cuando ingresan a la universidad. Los talleres de ciencias y los proyectos de ciencia ciudadana, promueven en el estudiante la construcción de un perfil científico profesional ayudándole al desarrollo de capacidades, conocimientos y técnicas y sobre todo mediante el descubrimiento de los diversos campos científicos y su aplicación en un contexto real (Guevara & Lemus-Barrios, 2019). Queda claro por tanto, que el realizar actividades y proyectos socio-científicos tiene un impacto relevante sobre el aprendizaje de los estudiantes aumentando y manteniendo su interés y motivación, siendo una herramienta educativa importante (Vitone et al., 2016; Bonney et al., 2017; Price & Lee, 2013).

Para fomentar la motivación y el interés en las aulas también de otras formas, se ha encontrado que bastantes de los resultados seleccionados aportan soluciones mediante la aplicación de diferentes metodologías innovadoras. Como ha quedado reflejado antes en el marco teórico, la importancia de estas metodologías activas es la base del cambio actual en la enseñanza.

Tanto Sánchez (2018) como Soto et al. (2018) aplican las metodologías activas de aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basado en problemas y trabajo colaborativo. Los alumnos se sienten más motivados y atraídos por las clases de biología y geología cuando se utilizan metodologías activas en comparación con los métodos más tradicionales de enseñanza. Sus resultados respaldan que la

aplicación de metodologías innovadoras promueven que el alumnado esté más inclinado a tomar responsabilidad en su propio proceso de aprendizaje en comparación a los métodos tradicionales de enseñanza. Las metodologías activas propician un ambiente de colaboración e interacción que no se encuentra cuando se utilizan los métodos tradicionales de enseñanza. Mediante el uso de metodologías centradas en el alumno, además el profesor transforma su papel convirtiéndose en guía y facilitador del aprendizaje del alumno. Su función se transforma en estimular el análisis, la investigación y el pensamiento crítico dándole un valor añadido a su trabajo y a su satisfacción personal, pudiendo incluso aprender junto al estudiante (Sánchez, 2018). Aguilera y Perales-Palacios (2019) apuntan en este sentido que un enfoque de enseñanza participativa muestra una efectividad consistente para promover actitudes positivas hacia la ciencia y la mejora del rendimiento académico de los estudiantes.

Los trabajos de Conejera et al., (2020) y Campos Fuentes y Aguado Ochoa (2020) también ponen en marcha en sus investigaciones la metodología del aprendizaje basado en problemas. Resaltan que esta metodología ofrece estrategias didácticas concretas que permiten estimular la formulación de buenas preguntas por parte del estudiante y desarrollar el pensamiento cognitivo a niveles más altos. De la misma forma Dorfner et al. (2018) basan su estudio en la metodología del aprendizaje basado en razonamiento y argumentación, concluyendo que son una buena metodología para aumentar el pensamiento científico y la alfabetización de los estudiantes en biología y ciencias. Se puede decir por tanto, que todos los autores que han utilizado estas metodologías concluyen que permiten aumentar de forma sustancial la competencia científica por medio de apropiación de teorías, contenidos y saberes, mejorando así el aprendizaje de los estudiantes.

Por su parte Fernández García (2020) usa la metodología AI (Aula Invertida) o Flipped Classroom en inglés, con resultados muy positivos también. Observa que este método facilita el aprendizaje significativo y el desarrollo competencial. Además favorece la capacidad de análisis, la responsabilidad del alumno, la participación activa, la creatividad y la interacción tanto con el docente como con el grupo mediante el trabajo colaborativo.

Cabe remarcar la opinión de Soto et al. (2018) que destacan que por la propia naturaleza especial del aprendizaje de las ciencias, la enseñanza tradicional no favorece el razonamiento científico y dado que este no se adquiere de manera espontánea, es esencial trabajar metodologías de enseñanza activas que involucren a los estudiantes en su desarrollo. Esto es relevante ya que gran parte de estudiantes concluyen sus estudios de educación secundaria sin haber conseguido desarrollar el razonamiento científico antes de ingresar en la universidad.

Como parte de estas metodologías activas o incluso herramientas de ayuda para su aplicación, están en auge las TICs. Se ha visto como en los últimos años hay un uso creciente de estas herramientas tecnológicas, que surge como respuesta al rápido desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación en el mundo actual. Internet se ha convertido en un soporte técnico casi imprescindible como recurso didáctico ya que permite el acceso universal y global a la información (Bano et al., 2018).

Varios de los autores de esta búsqueda bibliográfica aportan este tipo de soluciones como recursos didácticos para favorecer no solo la motivación, sino ayudar en el proceso cognitivo del aprendizaje, que como se ha mencionado antes, es una de las causas por las que los alumnos muestran dificultades educativas. Por ejemplo, Sezen y Çimer (2017) investigaron el desarrollo de los niveles de argumentación científica de los estudiantes en las aplicaciones realizadas con Material Asistido por Ordenador Basado en Problemas (PBCAM) diseñadas sobre el Sistema Endocrino Humano, concluyendo que esta combinación contribuye al desarrollo de las habilidades de resolución de problemas del estudiante.

Los últimos estudios demuestran que los teléfonos inteligentes y las tabletas tienen el poder de cambiar las experiencias de aprendizaje de los estudiantes; influyen positivamente en las dimensiones cognitiva, metacognitiva, afectiva y sociocultural y mejoran las habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes. Entre los beneficios del aprendizaje con móvil se incluyen: acceso a los contenidos en cualquier momento y lugar, apoyo al aprendizaje a distancia, el aprendizaje se centra en el estudiante, es ideal para revisar contenidos de forma rápida, es muy útil para personas con necesidades educativas especiales diferentes y mejora la interacción entre estudiantes, alumnos y profesores (Sarrab et al. 2012). Aminatun et al. (2022) realizaron un estudio mediante el uso del sistema Android para móvil,

sobre los ecosistemas locales viendo que mejoraba el aprendizaje del proceso científico en los estudiantes. Igualmente Velez Rueda et al. (2019) realizaron un proyecto en el que los estudiantes de secundaria aprendieron conceptos básicos de programación aplicados a la resolución de problemas biológicos. Mediante la sintaxis de la aplicación Python aprendieron a codificar herramientas sencillas y así responder a preguntas sobre biología. Todo este proceso se realizó utilizando los propios smartphones de los estudiantes, que demostraron ser herramientas de aprendizaje fáciles, disponibles y de un uso adecuado para la enseñanza.

Con estos recursos la enseñanza de las ciencias se ve enriquecida convirtiendo el proceso educativo en una experiencia más actual, estimulante y atractiva tanto para alumnos como para profesores. Velez Rueda et al. (2019) además resaltan que el uso de teléfonos inteligentes podría ayudar a superar las limitaciones relacionadas con la disponibilidad de ordenadores en los centros educativos. Queda demostrado así el gran potencial de los dispositivos móviles para transformar la forma en que aprendemos, cambiando el aula tradicional por una más interactiva y atractiva (Prokop, P & Prokop, M, 2007).

Otros estudios como el de Špernjak y Šorgo (2017) nos han reportado información muy específica sobre entornos de realidad virtual, como alternativa a prácticas de laboratorio más complejas o incluso peligrosas. Aunque es una herramienta prometedora y muy interesante, en su estudio los alumnos de momento parecen preferir las prácticas con ayuda de ordenador o tradicionales a las virtuales.

Hoy en día el uso de tecnologías integradas en la educación representa el futuro de la enseñanza, suponiendo todo un reto para la comunidad educativa, ya que tiene que adaptarse al cambio transformando su rutina diaria en el aula (Velez Rueda et al., 2019). A pesar de todas estas ventajas en el uso de la tecnologías, algunos autores alertan de que todavía no hay conclusiones con estudios a gran escala y que por otro lado, todavía hay numerosas barreras para su utilización en el aula (Bano et al., 2018).

6. CONCLUSIONES

Tras el estudio realizado se concluye que hay una gran preocupación global desde los países, los centros educativos y las familias, sobre el bajo rendimiento escolar y el descenso del interés de los estudiantes por las asignaturas STEM, y en

el caso que nos ocupa, expresamente de la ciencia y de la biología. Esto ha llevado a que se realicen numerosas investigaciones y estudios al respecto, tanto de las dificultades de aprendizaje que muestran los alumnos de secundaria, como la aplicación de posibles metodologías y soluciones a dichos problemas.

Aunque los artículos obtenidos nos han reportado variables muy heterogéneas, se ha podido dar contestación suficiente al objetivo principal planteado en este trabajo de investigación, logrando conocer de forma minuciosa las dificultades en el aprendizaje de los estudiantes de secundaria en la asignatura de Biología. Las dificultades más frecuentes extraídas se refieren a la falta de interés y motivación de los estudiantes, la forma específica de aprendizaje que tiene el adolescente, los efectos emocionales sobre el aprendizaje, los contenidos del currículum de Biología, la forma de docencia en los centros educativos y la falta de relación de la asignatura con los problemas del mundo actual.

En cuanto al contenido del currículum de la asignatura de Biología se verifica que es uno de los problemas en sí mismo. En este trabajo de investigación interesaba conocer por tanto, como objetivo específico, cuáles son aquellos contenidos del currículum con mayor dificultad en el alumnado y por qué. Con este análisis se ha podido detectar que las dificultades que presentan los alumnos son mayores en los contenidos de genética, procesos metabólicos, fotosíntesis y teorías de la evolución, al igual que refiere la literatura consultada. Se constata que el aprendizaje de la asignatura de Biología particularmente supone muchos retos ya que se trata de conceptos abstractos y procesos muy gráficos que dependen del desarrollo cognitivo y de la etapa en la que se encuentre el adolescente, incluyendo su estado emocional, para poder abordarlos.

Como respuesta a estos problemas hallados, se ha podido recopilar en este análisis, otro grupo de artículos que se enfocan en aportar diferentes metodologías innovadoras y cambios en este proceso de enseñanza-aprendizaje para su mejora, dando así respuesta a uno de los objetivos específicos.

Queda claro que para asimilar los contenidos complejos del currículum de la asignatura de Biología es necesario un abordaje más práctico y sobre todo, relacionarlos con los temas socio-científicos relevantes y de actualidad, por ejemplo mediante jornadas científicas o colaborando en proyectos científicos del entorno social. Además dado que es una asignatura meramente práctica, el trabajo de

laboratorio a su vez es imprescindible para comprender determinados procesos. Aunque estas prácticas laboratoriales se llevan a cabo en la mayoría de centros desde hace mucho tiempo, los investigadores detectan que muchas veces no parecen ser tan útiles o no se realizan de la forma más apropiada para mejorar el aprendizaje.

De este análisis han surgido numerosas líneas de investigación y posibles soluciones respecto a la forma de aprendizaje del alumno, pero sobre todo la implementación, por parte del profesorado, de nuevas metodologías innovadoras que mejoren el proceso educativo en el área de Biología. Como metodologías más apropiadas para favorecer el aprendizaje de Biología se ha determinado que el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en proyectos, la clase invertida, el aprendizaje mediante indagación, argumentación y pensamiento crítico parecen ser los más apropiados.

Junto a estas metodologías cabe resaltar el uso de las TICs, que en los últimos años se están introduciendo de forma muy rápida en el día a día de las aulas. Dado que el interés por la tecnología y los dispositivos electrónicos de los estudiantes es muy alto y porque los estudios apuntan a que ayudan de manera significativa en el aprendizaje, hacen que sean un gran apoyo para el docente y una herramienta muy útil y atractiva para el estudiante. Desde el uso de plataformas hasta aplicaciones tanto en el ordenador personal como en la tablet o en el móvil, parece que su uso consigue aumentar la motivación e interés por aprender de una forma más dinámica y adecuada al mundo real, siempre y cuando se realice de una forma controlada y supervisada por el profesorado. Su uso no está exento de dificultades ya que supone un reto a la comunidad educativa y plantea un desafío para incorporarlas y aprovecharlas. Además cabe destacar que no todos los colegios o países tienen los mismos recursos disponibles para lograr este cambio tecnológico de forma rápida o fácil.

Como ha quedado establecido, la mayoría de los estudios se centran en el cambio de la educación tradicional basada en el aprendizaje teórico y memorístico de contenidos en la clásica clase magistral, hacia el uso de nuevas metodologías activas y el uso de TICs, para adecuar la enseñanza de una manera más acorde con el desarrollo y la evolución de la tecnología y de la sociedad.

Toda esta investigación invita a seguir reflexionando en este tema tan complejo y multi-factorial, para encontrar la forma óptima del proceso de enseñanza-aprendizaje y ofrecer lo mejor a los alumnos, futuros miembros activos de la sociedad.

6.1. Limitaciones y dificultades del estudio

El principal problema observado a la hora de realizar este trabajo de revisión sistemática ha sido el tema tan amplio que abarca nuestro objetivo de estudio. Esto ha llevado a la obtención de unos resultados algo heterogéneos difíciles de comparar entre sí, enfocándose cada uno en una problemática mucho más precisa sin relacionarla con el conjunto global. Además la metodología de cada estudio es muy diferente, tanto en muestra como en planteamiento y análisis, por lo que esto lleva también a una difícil comparativa.

Aunque se ha dado respuesta al objetivo específico sobre determinar los contenidos del currículum de Biología en los que los alumnos tienen mayor dificultad, queda la impresión de no ser suficientemente completa. No se ha encontrado ningún artículo que afronte específicamente el asunto de forma integral y cada artículo ha analizado un contenido muy concreto del currículum al aplicar su estudio o metodología de mejora. Esto puede deberse al no haber incluido en la frase de búsqueda palabras claves relativas a ello.

6.2. Futuras líneas de investigación

Como posible planteamiento futuro de investigación, sería enriquecedor llevar a cabo un análisis más concreto sobre la falta de motivación e interés por la asignatura de Biología en los estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria en nuestro país. Por medio de la realización de una comparativa con el resto de países Europeos se podría valorar en qué situación se encuentra nuestro país, si hay muchas diferencias con el resto de países y estudiar en su caso los motivos de ello.

Otra indagación interesante podría ser, dado que las nuevas teorías del aprendizaje se basan en la neurociencia, el analizar si se están teniendo en cuenta sus aportaciones de forma real y práctica, para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y en la adaptación del currículum de la asignatura de Biología en los sistemas educativos.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahams, I., Reiss, M. J., & Sharpe, R. (2014). The impact of the 'Getting Practical: Improving Practical Work in Science' continuing professional development programme on teachers' ideas and practice in science practical work. *Research in Science & Technological Education*, 32(3), 263-280.
- Adejimi, S. A., Nzabaliwira, W., & Shivoga, W. A. (2022). Enhancing students' attitudes toward biology using consensus and cooperative reflective journal writing educational strategies. *Problems of Education in the 21st Century*, 80(2), 242–255.
<https://doi.org/10.33225/pec/22.80.242>
- Aguilera, D., & Perales-Palacios, F. J. (2019). Learning biology and geology through a participative teaching approach: the effect on student attitudes towards science and academic performance. *Journal of Biological Education*, 54(3), 245–261.
<https://doi.org/10.1080/00219266.2019.1569084>
- Ainley, M., & Ainley, J. (2011). A Cultural Perspective on the Structure of Student Interest in Science. *International Journal of Science Education*, 33(1), 51–71.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518640>
- Åkerblom, D., & Lindahl, M. (2017). Authenticity and the relevance of discourse and figured worlds in secondary students' discussions of socioscientific issues. *Teaching and Teacher Education*, 65, 205–214.
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.03.025>
- Aminatun, T., Subali, B., Yuningsih, Y., Dwiyani, A., Prihartina, I., & Meliana, D. (2022). Developing Android-Based Mobile through Local Ecosystem Materials to Improve Thinking Skills of High School Students. *Anatolian Journal of Education*, 7(1), 73–82.
<https://doi.org/10.29333/aje.2022.716a>
- Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. *Fascículos de CEIF*, 1(1-10), 1-10.
- Ballesteros-Ballesteros, V., & Gallego-Torres, A. P. (2022). De la alfabetización científica a la comprensión pública de la ciencia. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 14(26), e1855-e1855.
- Bano, M., Zowghi, D., Kearney, M., Schuck, S., & Aubusson, P. (2018). Mobile learning for science and mathematics school education: A systematic review of empirical evidence. *Computers & Education*, 121, 30–58.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.02.006>

- Basurto, M. A. y Zambrano H.J., (2020). La neurociencia y su influencia en el proceso de enseñanza- aprendizaje en la educación secundaria. *Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales*.
<https://www.eumed.net/rev/cccss/2020/03/neurociencia-ensenanza-aprendizaje.html>
<http://hdl.handle.net/20.500.11763/cccss2003neurociencia-ensenanza-aprendizaje>
- Becker, K., Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education*, 12(5), 23–38.
Recuperado de <https://doi.org/10.1037/a0019454>
- Bencze, J. L., & Bowen, G. M. (2009). A national science fair: Exhibiting support for the knowledgeeconomy. *International Journal of Science Education*, 31(8), 2459-2483.
<https://doi.org/10.1080/09500690802398127>
- Bullón, I. (2017). La Neurociencia en el ámbito educativo. *Revista Internacional de Apoyo a la Inclusión, Logopedia, Sociedad y Multiculturalidad.*, 3(1), 123.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6941040>
- Busquets, T., Silva, M., & Larrosa, P. (2016). Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias naturales: Nuevas aproximaciones y desafíos. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 42(ESPECIAL), 117-135.
- Campos Fuentes, A. A., & Aguado Ochoa, A. M. (2020). 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, "palabra que obra"*, 19(1), 226–242.
<https://doi.org/10.32997/2346-2884-vol.19-num.1-2019-2479>
- Camus, P. A. (2009). Educación Científica y Evolutiva en Chile: Problemas Funcionales y Conflictos entre Enseñar y Aprender. *Gayana (Concepción)*, 73.
<https://doi.org/10.4067/s0717-65382009000300003>
- Carretero, M. (1985). El desarrollo cognitivo en la adolescencia y la juventud: las operaciones formales. En Marchesi, Carretero y Palacios. *Psicología Evolutiva*, vol. 3. Adolescencia, Madurez y Senectud. Madrid: Alianza.
- Carretero, M., Jacott, L., y López, M. A. (2004). La enseñanza de la historia mediante los libros de texto: ¿se les enseña la misma historia a los alumnos mexicanos que a los españoles? *Learning and Instruction*, 12, 651-665.

- Cartagena, Y. G., González, D. S. R., & Oviedo, F. B. (2017). Actividades STEM en la formación inicial de profesores: nuevos enfoques didácticos para los desafíos del siglo XXI. *Diálogos educativos*, (33), 35-46.
- Carvajal-Rodríguez, A. (2015). Incorporación de la programación informática en el currículum de Biología. *Magister*, 27(2), 76–82.
<https://doi.org/10.1016/j.magis.2015.12.002>
- Castán, Y. (2014). Introducción al método científico y sus etapas. *Metodología en Salud Pública España*, 6(3).
- Cerdán, R. y Gil, L. (2014). Desarrollo cognitivo y procesos de aprendizaje, en Vidal-Abarca, E., García-Ros, R. y Pérez-González, F. (Coords.). *Aprendizaje y desarrollo de la personalidad*. Madrid: Alianza Editorial. Recuperado de:
<https://es.slideshare.net/IreneFontPujul/aprendizaje-y-desarrollo-de-lapersonalidad-60169183>
- Choi, K., Lee, H., Shin, N., Kim, S., & Krajcik, J. (2011). Re-conceptualization of scientific literacy in South Korea for the 21st century. *Journal of Research in Teaching*, 48(6), 670–697.
[doi: https://doi.org/10.1002/tea.20424](https://doi.org/10.1002/tea.20424)
- Cimer, A. (2012). What makes biology learning difficult and effective: Students' views. *Educational Research and Reviews*, 7(3), 61.
<https://doi.org/10.5897/ERR11.205>
- Conejera, A. R., Joglar, C., & Jara, R. (2020). Promoviendo la Formulación de Buenas Preguntas en la Clase de Biología en Secundaria: una propuesta didáctica a partir de situaciones problema. *Ciência & Educação (Bauru)*, 26.
<https://doi.org/10.1590/1516-731320200034>
- Corts, M.I., Ávila, A., Calderón, M.C., Montero, A.M. (1996). Historia de la educación: Cuestiones previas y perspectivas actuales. 3 Ed. G.I.P.E.S. (Grupo de Investigación: Recuperación del patrimonio histórico-educativo sevillano).
- Demir, E. (2016). Characteristics of 15-year-old students predicting scientific literacy skills in Turkey. *International Education Studies*, 9(4), 99.
[doi: https://doi.org/10.5539/ies.v9n4p99](https://doi.org/10.5539/ies.v9n4p99)
- Diego Rasilla, F. J. (2004). El método científico como recurso pedagógico en el bachillerato: Haciendo ciencia en clase de biología. *Pulso. Revista de educación*, (27), 111–118.
<https://doi.org/10.58265/pulso.4919>
- Dorfner, T., Förtsch, C., Germ, M., & Neuhaus, B. J. (2018). Biology instruction using a generic framework of scientific reasoning and argumentation. *Teaching and Teacher Education*, 75, 232–243.
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.07.003>

- Fernández García, J. A. (2020). El modelo de Aula Invertida aplicado a alumnos de 3º de la ESO en Biología y Geología. *Revista de educación, innovación y formación: REIF*, (3), 56-70.
https://www.educarm.es/reif/doc/3/reif3_3.pdf
- Fitriani, F. (2017). Student Commitment to Do Lecture Task Observed from Motivation to Achievement. En *1st Yogyakarta International Conference on Educational Management/Administration and Pedagogy (YICEMAP 2017)*. Atlantis Press.
<https://doi.org/10.2991/yicemap-17.2017.30>
- Gamez, J. S. (1989). La ciencia en la sociedad: inteligibilidad e influencia. *Aldaba: revista del Centro Asociado a la UNED de Melilla*, (14), 39-52.
- Giere, R. N. (1994). The cognitive structure of scientific theories. *Philosophy of Science*, 61(2), 276-296.
- Gonzalez Galli, L., & Meinardi, E. (2017). Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural. El problema de la teleología. *Revista Biografía Escritos sobre la biología y su enseñanza*, 533.
<https://doi.org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia533.542>
- Grant, E. (2016). *La ciencia física en la Edad Media*. Fondo de Cultura Económica.
- Guevara, M. A., & Lemus-Barrios, M. (2019). Las jornadas científicas fortalecen la enseñanza-aprendizaje de aspectos biológicos en educación primaria y secundaria. *Revista Caribeña de Investigación Educativa (RECIE)*, 3(1), 95–101.
<https://doi.org/10.32541/recie.2019.v3i1.pp95-101>
- Guichot Reina, V. (2006). Historia de la educación: reflexiones sobre su objeto, ubicación epistemológica, devenir histórico y tendencias actuales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 2 (1), 11-51.
- Harris, R., & Ratcliffe, M. (2005). Socio-scientific issues and the quality of exploratory talk-what can be learned from schools involved in a ‘collapsed day’ project? *The Curriculum Journal*, 16(4), 439–453.
<https://doi.org/10.1080/09585170500384396>
- Hernández Serrato, C., & González-Reyes, R. A. (2021). Aprendizaje del concepto de red trófica. Un análisis desde el pensamiento lineal y sistémico. *Revista Boletín Redipe*, 10(1), 272–289.
<https://doi.org/10.36260/rbr.v10i1.1179>
- Hewitt, K.M., Bouwma-Gearhart, J., Kitada, H., Mason, R., & Kayes, L.J. (2019). Introductory Biology in Social Context: The Effects of an Issues-Based Laboratory Course on Biology Student Motivation. *CBE—Life Sciences Education*, 8(3), ar30.

- <https://doi.org/10.1187/cbe.18-07-0110>
- Hoban, G., & Nielsen, W. (2014). Creating a narrated stop-motion animation to explain science: The affordances of “Slowmation” for generating discussion. *Teaching and Teacher Education*, 42, 68–78.
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2014.04.007>
- Holbrook, J. (2003). Rethink science education. In *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 4(2).
- Hugerat, M., Kortam, N., Kassom, F., Algamal, S., & Asli, S. (2021). Improving the Motivation and the Classroom Climate of Secondary School Biology Students Using Problem-Based – Jigsaw Discussion (PBL-JD) Learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(12), Artículo em2036.
<https://doi.org/10.29333/ejmste/11304>
- Isen, A. M., Reeve, J. (2005). La influencia del afecto positivo en la motivación intrínseca y extrínseca: facilitar el disfrute del juego, el comportamiento laboral responsable y el autocontrol. *Motivation and Emotion*, 29, 295–323
<https://doi.org/10.1007/s11031-006-9019-8>
- Kragten, M., Admiraal, W., & Rijlaarsdam, G. (2014). Students’ Ability to Solve Process-diagram Problems in Secondary Biology Education. *Journal of Biological Education*, 49(1), 91–103.
<https://doi.org/10.1080/00219266.2014.888363>
- Kristiani, E., Ristanto, R. H., & Lisanti, E. (2020). Exploring gender-based biological concepts: an analysis of bilingual secondary school students. *Biosfer*, 13(1), 1–13.
<https://doi.org/10.21009/biosferjpb.v13n1.1-13>
- Lambros, A. (2004). *Problem based learning in middle and high school classrooms: A teacher’s guide to implementation*. Corwin Press
- Lazarowitz, R., & Penso, S. (1992). High school students’ difficulties in learning biology concepts. *Journal of Biological Education*, 26(3), 215–223.
<https://doi.org/10.1080/00219266.1992.9655276>
- Lenz, L., & Willcox, M. K. (2012). Issue-Oriented Science: Using Socioscientific Issues to Engage Biology Students. *The American Biology Teacher*, 74(8), 551–556.
<https://doi.org/10.1525/abt.2012.74.8.4>
- Listiani, H., & Subali, B. (2021). The learning continuum of anatomical and physiological aspects based on the difficulty levels. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 7(2), 126–135.
<https://doi.org/10.22219/jpbi.v7i2.13675>

- Martínez López, F. J. (2009). Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y las competencias básicas en educación. *ESPIRAL. CUADERNOS DEL PROFESORADO*, 2(3), 15.
<https://doi.org/10.25115/eep.v2i3.877>
- McCloughlin, T. J. J. (2017). Personal Constructions of Biological Concepts – The Repertory Grid Approach. *Center for Educational Policy Studies Journal*, 7(1), 93–110.
<https://doi.org/10.26529/cepsj.16>
- Minkley, N., Ringeisen, T., Josek, L. B., & Kärner, T. (2017). Stress and emotions during experiments in biology classes: Does the work setting matter? *Contemporary Educational Psychology*, 49, 238–249.
<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2017.03.002>
- Munyemana, J. J., Nsanganwimana, F., & Gaparayi, G. (2022). Students' perceptions on the difficulty of biochemistry concepts covered in Rwandan secondary school biology curriculum. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 17(7), 2402–2415.
<https://doi.org/10.18844/cjes.v17i7.7643>
- Novaristiana, R., Rinanto, Y., & Ramli, M. (2019). Scientific literacy profile in biological science of high school students. *JPBI (jurnal pendidikan biologi indonesia)*, 5(1), 9-16.
<https://doi.org/10.22219/jpbi.v5i1.7080>
- Näs, H. (1970). Teaching Photosynthesis in a Compulsory School Context. Students' Reasoning, Understanding and Interactions. *Nordic Studies in Science Education*, 7(1), 104.
<https://doi.org/10.5617/nordina.262>
- Navarro, M. B., & Förster, C. E. (2012). Nivel de alfabetización científica y actitudes hacia la ciencia en estudiantes de secundaria: comparaciones por sexo y nivel socioeconómico. *Pensamiento Educativo, Revista de Investigación Latinoamericana (PEL)*, 49(1), 1-17.
- Onyegegbu, N. (2002). Provision of facilities in biology classroom: new direction and challenges, *Journal of Education Research* 4, 70-75.
- Owino, O. A., Ahmad, O., y Alice, Y. (2014). 'An investment of factors that influence performance in KSCE biology in selected secondary schools in Nyakach District, Kisumu Country Kenya'. *Journal of Education and Human Development* 3(2), 957-977.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *International journal of surgery*, 88, 105906.

- Parker, J. D. A., Creque, R. E., Barnhart, D. L., Harris, J. I., Majeski, S. A., Wood, L. M., Bond, B. J., & Hogan, M. J. (2004). Academic achievement in high school: does emotional intelligence matter? *Personality and Individual Differences*, 37(7), 1321–1330.
<https://doi.org/10.1016/j.paid.2004.01.002>
- Patall, E. A., Vasquez, A. C., Steingut, R. R., Trimble, S. S., & Pituch, K. A. (2016). Daily interest, engagement, and autonomy support in the high school science classroom. *Contemporary Educational Psychology*, 46, 180–194.
<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2016.06.002>
- Payer, M. (2005). Teoría del constructivismo social de Lev Vygotsky en comparación con la teoría Jean Piaget. *Caracas, Vanezuela: Universidad Central de Venezuela*.
- Piaget, J. (1981). La teoría de Piaget. *Infancia y aprendizaje*, 4(sup2), 13-54.
- Pliessnig, A. F., & Kovaliczn, R.A. (2009). O uso de metodologias alternativas como forma de superação da abordagem pedagógica tradicional na disciplina de Biologia. *Programa de Desenvolvimento Educacional–PDE do Estado do Paraná*, 1-4.
- Porozovs, J., Liepniece, L., & Voita, D. (2015). Evaluation of the Teaching Methods Used in Secondary School Biology Lessons. *Journal of Pedagogy and Psychology "Signum Temporis"*, 7(1), 60–66.
<https://doi.org/10.1515/sigtem-2016-0009>
- Porter, A. N., & Peters-Burton, E. E. (2021). Investigating teacher development of self-regulated learning skills in secondary science students. *Teaching and Teacher Education*, 105, 103403.
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103403>
- Pratama, A. T., & Corebima, A. D. (2016). Contributions Emotional Intelligence on Cognitive Learning Result of Biology of Senior High School Students in Medan, Indonesia. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(15), 8077-8087.
<https://eric.ed.gov/?id=EJ1118245>.
- Preeti, B. (2013). Role of Emotional Intelligence for Academic Achievement for Students. *Research Journal of Educational Sciences*. 1(2), 8-12.
- Prokop, P., Prokop, M., & Tunnicliffe, S. D. (2007). Is biology boring? Student attitudes toward biology. *Journal of Biological Education*, 42(1), 36–39.
<https://doi.org/10.1080/00219266.2007.9656105>
- Purwati, R., & Prasetyanti, N. M. (2019). Problem-Based Learning Modules with Socio-Scientific Issues Topics to Closing the Gap in Argumentation Skills. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 18(4), 35-45.

- Rabieu, A. A., Toriman, M. E., y Muhammad, B. G. (2014). Academic Achievement in Biology with Suggested Solutions in Selected Secondary Schools in Kano State, Nigeria. *International Journal of Education and Research*, 2(11), 1-10.
- Ramón, P. R., & Sánchez, J. N. G. (2009). El entorno familiar y su influencia en el rendimiento académico de los alumnos con dificultades de aprendizaje: revisión de estudios empíricos. *Aula abierta*, 37(1), 117-128.
- Robles, A. (2015). Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar en el primer ciclo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 361-376.
- Rodríguez Zamora, Á. D. (2022). Enseñanza-aprendizaje de la Biología y Geología a través de la neurociencia y la neurodidáctica: Aprendiendo con el SARS-CoV-2 y la COVID-19.
- Ruščić, M., Vidović, A., Kovačević, G., & Sirovina, D. (2018). The use of microscope in school biology teaching. *Resolution and Discovery*, 3(1), 13–16.
<https://doi.org/10.1556/2051.2018.00054>
- Sánchez Sánchez, N. (2018). Clase invertida y aprendizaje basado en proyectos en el aula de biología: un proyecto de innovación para 1.º de ESO. Valoración de la experiencia. *Enseñanza & Teaching: Revista Interuniversitaria de Didáctica*, 36(1), 81.
<https://doi.org/10.14201/et21836181110>
- Sarabi, M. K., & Gafoor, K. A. (2018). Student Perception on Nature of Subjects: Impact on Difficulties in Learning High School Physics, Chemistry and Biology. *Online Submission*, 8(1), 42-55.
- Schleicher, A. (2019). PISA 2018: Insights and Interpretations. *oecd Publishing*.
- Schmeck, A., Mayer, R. E., Opfermann, M., Pfeiffer, V., & Leutner, D. (2014). Drawing pictures during learning from scientific text: testing the generative drawing effect and the prognostic drawing effect. *Contemporary Educational Psychology*, 39(4), 275–286.
<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2014.07.003>
- Schneiderhan-Opel, J., & Bogner, F. X. (2020). How fascination for biology is associated with students' learning in a biodiversity citizen science project. *Studies in Educational Evaluation*, 66, 100892.
<https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2020.100892>
- Schunk, D. H., & Zimmerman, B. J. (2007). Influencing children's self-efficacy and self-regulation of reading and writing through modeling. *Reading & Writing Quarterly*, 23(1), 7e25.
<https://doi.org/10.1080/10573560600837578>

- Sezen Vekli, G., & Çimer, A. (2017). High School Students' Written Argumentation Qualities with Problem-Based Computer-Aided Material (PBCAM) Designed about Human Endocrine System. *Universal Journal of Educational Research*, 5(5), 848–861.
<https://doi.org/10.13189/ujer.2017.050517>
- Simpkins, S. D., Price, C. D., & Garcia, K. (2015). Parental support and high school students' motivation in biology, chemistry, and physics: Understanding differences among latino and caucasian boys and girls. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(10), 1386–1407.
<https://doi.org/10.1002/tea.21246>
- Smith, M. C., Walker, D. A., & Hamidova, N. (2012, April). A structural analysis of the attitudes toward science scale: attitudes and beliefs about science as a multi-dimensional composition. *In Annual Meeting of the American Educational Research Association*.
- Solsona Pairó, N., Izquierdo i Aymerich, M., & Gutiérrez, R. (2000). El uso de razonamientos causales en relación con la significatividad de los modelos teóricos. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 18(1), 15.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4053>
- Soto, I. R. S., San Martín, E. H., & Gutiérrez, Y. (2018). Eficacia de tres propuestas metodológicas en el razonamiento científico y rendimiento académico de estudiantes de secundaria. *Paradigma*, 39(1), 36-57.
- Shumow, L., Schmidt, J. A., & Zaleski, D. J. (2013). Multiple Perspectives on Student Learning, Engagement, and Motivation in High School Biology Labs. *The High School Journal*, 96(3), 232–252.
<https://doi.org/10.1353/hsj.2013.0010>
- Špernjak, A., & Šorgo, A. (2017). Differences in acquired knowledge and attitudes achieved with traditional, computer-supported and virtual laboratory biology laboratory exercises. *Journal of Biological Education*, 52(2), 206–220.
<https://doi.org/10.1080/00219266.2017.1298532>
- Trujillo, G., & Tanner, K. D. (2014). Considering the Role of Affect in Learning: Monitoring Students' Self-Efficacy, Sense of Belonging, and Science Identity. *CBE—Life Sciences Education*, 13(1), 6–15.
<https://doi.org/10.1187/cbe.13-12-0241>
- Tsai, C.- Y. (2018). The effect of online argumentation of socio-scientific issues on students' scientific competencies and sustainability attitudes. *Computers & Education*, v. 116, 14-2.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.08.009>

- Tudela, L., Gómez, A. y Cantero, M. (2017). Una propuesta en neurociencia y aula invertida para el trabajo en ámbito: un legado que cuidar. *El Bucio*, 22, 65-73.
- Valbuena Ussa (Página 65-67), E. O. (2008). Informe Ejecutivo del V Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. *Revista Bio-grafía Escritos sobre la biología y su enseñanza*, 1(1), 65.
<https://doi.org/10.17227/20271034.vol.1num.1bio-grafia65.67>
- Valdivia, T. (2014). Neurociencia, aprendizaje y su relación. *ResearchGate*, 1(1), 2.
https://www.researchgate.net/publication/261252504_Neurociencia_aprendizaje_y_su_relacion_analisis
- Velez Rueda, A. J., Benítez, G. I., Marchetti, J., Hasenahuer, M. A., Fornasari, M. S., Palopoli, N., & Parisi, G. (2019). Bioinformatics calls the school: Use of smartphones to introduce Python for bioinformatics in high schools. *PLOS Computational Biology*, 15(2), Artículo e1006473.
<https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1006473>
- Yager, R. E. (2004, April). Using social issues as contexts for K-16 science education. In *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* (Vol. 5, No. 1, pp. 1-20). The Education University of Hong Kong, Department of Science and Environmental Studies.
- Zeleeva, V. P., Bykova, S. S., & Varbanova, S. (2016). Psychological and Pedagogical Support for Students' Adaptation to Learning Activity in High Science School. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(3), 151-161.
- Zydney, J. M., & Warner, Z. (2016). Mobile apps for science learning: Review of research. *Computers & Education*, 94, 1-17.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.001>.
- Zompero, A. D. F., & Laburú, C. E. (2010). Las actividades de investigación en la enseñanza de ciencias en la perspectiva de la teoría del Aprendizaje Significativo. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 5(2), 12-19.