

## TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2021/2022

Uso de metodologías activas en el proceso de  
enseñanza y aprendizaje de biología y geología

Alumna: **María Noelia Carballeda Sangiao**

Tutor: **Dr. Pablo Haro Domínguez**

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**

El objetivo de este Trabajo Fin de Máster (TFM) es comprobar, a través de la literatura científica, si el uso de metodologías activas ayuda a mejorar el aprendizaje de los estudiantes de secundaria en la asignatura de biología, con el fin de conocer el estado del arte en los siguientes aspectos: beneficios del uso de metodologías activas y del cambio metodológico en las aulas, conocimiento de las mismas por los docentes y las posibles estrategias de formación y desarrollo profesional para su uso.

**Palabras clave:** metodologías activas, biología, aprendizaje, enseñanza, desarrollo profesional docente.

## **Abstract**

The aim of this Final Master's Project (TFM) is to verify, through the scientific literature, if the use of active methodologies helps to improve the learning of secondary school students in the subject of biology, in order to know the state of art in the following aspects: benefits of the use of active methodologies and methodological change in the classroom, knowledge of them by teachers and possible training and professional development strategies for their use.

**Key words:** active methodologies, biology, learning, teaching, teacher professional development.

## Índice

1.	INTRODUCCIÓN.....	5
1.1	Justificación del tema .....	5
1.2	Definición del problema de investigación. ....	7
2.	MARCO TEÓRICO .....	7
2.1	Desarrollo teórico y científico de la cuestión .....	7
2.2	Principales líneas de investigación .....	11
3.	METODOLOGÍA .....	13
3.1	Objetivos de la intervención .....	13
3.1.1	Objetivo general .....	13
3.1.2	Objetivos específicos .....	13
3.2	Metodología de investigación .....	13
3.2.1	Estrategia de búsqueda .....	13
3.3	Criterios inclusión/exclusión .....	15
3.4	Diagrama de flujo.....	15
4.	RESULTADOS.....	17
5.	DISCUSIÓN.....	35
5.1	Análisis comparativo de los resultados, relación con los objetivos y comparación con la literatura científica.....	36
6.	CONCLUSIONES.....	42
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	44

## Índice de tablas.

<b>Tabla 1.</b> Relación de artículos seleccionados para la elaboración de la revisión sistemática.....	17
<b>Tabla 2.</b> Relación de revistas.....	19
<b>Tabla 3.</b> Tabla de resultados de la relación entre aprendizaje en biología y uso de metodologías activas.....	21

## Índice de figuras.

<b>Figura 1.</b> Diagrama de flujo utilizado para la selección de publicaciones relacionadas con biología y estrategias de aprendizaje activo.....	16
<b>Figura 2:</b> Representación del porcentaje de revistas en cada cuartil .....	20

## 1. INTRODUCCIÓN

Para la obtención del título de Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria y Bachillerato, se escribe el Trabajo Fin de Máster (TFM) “Revisión sistemática sobre la valoración del uso de metodologías activas, para la adquisición de conocimientos de Biología en alumnos de Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO)”.

### 1.1 Justificación del tema

Cada vez es más difícil ignorar, los problemas actuales en la enseñanza de las ciencias, consecuencia de los grandes avances científicos y tecnológicos, que se producen a gran velocidad en nuestra sociedad, y que obligan a nuestros estudiantes a enfrentarse a enormes desafíos. Esto ha hecho que se produzcan cambios en la percepción de la educación, siendo el conocimiento la forma más enriquecedora para formar la personalidad de un individuo, y siendo él mismo responsable de la adquisición de esa educación de la mejor manera (Alsarayreh, 2021).

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) desempeñan un papel importante en nuestra vida diaria, en el trabajo, en el ocio, a la hora de establecer relaciones sociales, para el procesamiento y trabajo de la información, han repercutido de tal forma que podrían ser las impulsoras potenciales del cambio metodológico en las aulas, y por supuesto en las ciencias (Valverde-Crespo et al., 2018).

Durante las últimas décadas varios autores coinciden con que ya no es suficiente con que el docente domine la materia que enseña, sino que debe actuar como guía, coordinar, alentar y catalizar la enseñanza de sus alumnos. Pasando a depender el futuro de la educación de la mejora y del avance de la profesión docente (Al-Ahmad 2010).

Los planes de estudios actuales, que siguen las recomendaciones de Europa, resaltan la importancia de la adquisición y desarrollo de competencias clave (Orden ECD 65/2015). Según Senra et al., (2013) una competencia es “una característica subyacente en un individuo, que está causalmente relacionada con criterios referenciados con el desarrollo efectivo o superior en un trabajo o situación” (p. 16).

Las competencias clave para el aprendizaje permanente en el ámbito educativo español son: comunicación lingüística, competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, competencia digital, aprender a aprender, competencias sociales y cívicas, sentido de iniciativa y espíritu emprendedor y conciencia y expresiones culturales. Están recogidas dentro de la legislación (Orden ECD 65/2015) y se han establecido conforme a los resultados de la investigación educativa y con las tendencias europeas recogidas en la Recomendación 2006/962/EC del Parlamento Europeo y del Consejo (Recomendación EC 2006/962). La adquisición de competencias fomenta la necesidad de un cambio al uso de metodologías activas en las aulas, para poder garantizar este tipo de formación y lograr que perdure para toda la vida (López-Pastor, 2011).

La literatura dice que uno de los objetivos de la enseñanza de la ciencia es que los estudiantes aprendan a pensar, no a memorizar un curso escolar sin entender, comprender y poder aplicarlo a la vida. Para ello, la enseñanza debe ser un aspecto clave y, enfocarse en ayudar a los estudiantes en la adquisición del método científico del pensamiento o de investigación y pensamiento, que se centra en los métodos y procesos de la ciencia (Bawaneh et al., 2010). Surge por ello, un interés global en la proporción al docente y al alumno de métodos de aprendizaje activo y sus diversas estrategias, ya que estos métodos han demostrado su efectividad en el logro de muchas metas educativas, en los países que los han aplicado en sus sistemas educativos (Berge, 2002).

Actualmente, los planes de estudios incluyen estrategias de aprendizaje activo y fomentan el aprendizaje de los alumnos a través de una participación activa positiva, así como el desarrollo de sus habilidades y aspectos cognitivos (Real Decreto 1105/2014; Osmani, 2018). Para la consecución de los objetivos de este tipo de metodologías surge la necesidad del uso de herramientas TIC en las aulas (Valverde-Crespo et al., 2018). La inclusión de la tecnología moderna en el uso de este tipo de estrategias, hace que el estudiante se interese más, aumenta su competencia, interacción, discusión y fomenta la adquisición de diversas habilidades mentales, como el pensamiento crítico. El alumno pasa a tener un papel activo en su aprendizaje y deja de ser un mero receptor de información, esto quiere decir que va a participar en la lectura, escritura, discusión y en la resolución de un problema relacionado con lo que está aprendiendo o con un trabajo experimental para conseguir los objetivos educativos. De esta forma construye el conocimiento por sí

mismo, utilizando habilidades mentales y prácticas que incrementarán sus experiencias y conocimientos (McKillican, 2020; Alsarayreh, 2021).

### **1.2 Definición del problema de investigación.**

Algunos de los problemas que se producen en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, se deben a la gran velocidad con la que se producen los grandes avances científicos y tecnológicos de nuestra sociedad. Esto implica que deben realizarse cambios en los sistemas educativos, adaptándolos a nuestra era y sociedad. Para ello, se requiere en las aulas el uso de nuevas metodologías como procedimientos de enseñanza.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Desarrollo teórico y científico de la cuestión**

La docencia se estudia desde la Edad Antigua, con maestros tan importantes como Platón, Aristóteles o Quintiliano entre otros. Ya en esta época, los grandes educadores, hablaban de que los alumnos deberían de aprender haciendo y que los formadores deben actuar como guías u orientadores de este aprendizaje, pero para ello cada uno tenía su metodología (Johnson, 2010; Senra et al., 2013). Desde esta época hasta la Contemporánea se han ido sucediendo cambios no constantes en la evolución de la sociedad, por ejemplo las revoluciones industriales, han provocado la necesidad de que surjan diferentes modelos educativos derivados de una gran variedad de corrientes y planteamientos de cada época (Gil y Gorospe, 2010).

En las últimas décadas se han producido grandes cambios sociales, laborales y económicos, que han generado una necesidad de evolucionar nuestros sistemas educativos, para poder formar adecuadamente profesionales competentes para la época (cita). Para ello, también es importante que los docentes reciban la formación adecuada, que les permita conseguir los objetivos educativos actuales, que no se centran en el aprendizaje de contenidos de una forma adoctrinada, sino en la adquisición de habilidades de forma competente y que las puedan aplicar en su vida futura (Orden ECD 65/2015).

Todavía en las aulas el aprendizaje de los alumnos se basa en la explicación oral del profesor, principalmente en ciencias (Koseoglu y Efendioglu, 2015). Según la literatura hay métodos de enseñanza que los docentes usan en las aulas

diariamente, otras que las usan de forma excepcional y otras que nunca se utilizan porque requieren mucho esfuerzo, se desconoce su manejo o sencillamente no quieren utilizarlas. La metodología educativa, más habitualmente, utilizada por los docentes es la clase magistral, aunque procedimentalmente no se realizan bien y no se resuelve un problema vinculado a la teoría de forma práctica; clases de laboratorio, en las que los alumnos deben comprobar la validez de la teorías, metodológicamente requiere la adquisición de ciertas habilidades, pero hay que tener en cuenta que muchos centros no disponen de medios o recursos para poder llevarlas a cabo; las tutorías, en las que el profesor responde a las preguntas y requerimientos de información por parte del alumno, aunque suelen ser poco utilizadas; la evaluación de los conocimientos adquiridos para su calificación, en la actualidad, aunque en muchos casos no se utiliza de forma adecuada, se usa la evaluación continua; la planificación, que se hace al inicio del curso, son guías a disposición del alumnos donde van a poder conocer con antelación todo lo que se va a realizar en la materia; y la realización de trabajos de forma individual o grupal, pero cuyo tema y alcance define el profesor, los alumnos los realizan por su cuenta y para finalizar se lo presentan al profesor (Costillo et al., 2013).

Con la introducción de las tecnologías en las escuelas, durante los últimos años de forma más notable, ha ido cambiando la enseñanza. Mayoritariamente, los docentes usan la innovación educativa para mejorar estas metodologías, ya que ayuda a transmitir conceptos y facilita su adquisición por parte del alumnado. Se ha descrito que los alumnos aprenden mejor cuando usan herramientas de aprendizaje multimedia con el uso de imágenes y palabras, además su uso genera un efecto positivo en los alumnos, ya que las herramientas multimedia aumentan la motivación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje de las ciencias (Koseoglu y Efendioglu, 2015). Pero lo que pretende la innovación educativa es llevar a cabo un cambio en la enseñanza mediante el uso de metodologías activas innovadoras, en las que el alumno pasa a tener un papel activo, siendo el centro de su aprendizaje y el docente actúa como guía (Diego-Mantecón, et al., 2021).

Para contextualizar el origen de las metodologías activas nos remontamos a la creación de la Escuela Nueva, cuya procedencia se remonta a finales del siglo XIX. Su nacimiento supuso una transformación en el significado de la educación tradicional conocida hasta el momento. Implicó un cambio de actitud en la relación entre profesor y alumno, y en el planteamiento de los planes de estudio. Hay que

tener en cuenta que esta era una época de gran agitación política y social, en el cual se produjeron grandes transformaciones sociales, demográficas, económicas y políticas. Todo ello generó la necesidad de transformar la escuela y generar un nuevo modelo educativo, cuyo fin es la mejora de la sociedad a través de la educación. La primera Escuela Nueva surge en Inglaterra en el año 1889, produciéndose una reacción en cadena de formación de este tipo de escuelas en países como Francia, Alemania o Nueva York, con fundadores tan importantes como John Dewey, Montessori o Rousseau. Desde sus orígenes, su desarrollo fue muy plural, pero su objetivo era superar las limitaciones de la escuela tradicional y redefinir la educación, para lo cual propone nuevos objetivos, metodologías y técnicas. La finalidad de esta corriente era centrar el aprendizaje en el alumno estimulando su actividad, intereses y necesidades. A través de la educación, el profesor debe orientar y motivar su autonomía, contribuyendo al desarrollo de la identidad del alumno y a su progreso intelectual. Actualmente, no existen centros de la escuela Nueva, pero persisten algunas de sus ideas como el valor de los métodos de trabajo intelectuales, la relevancia de la educación física en los planes de estudio actuales que promovían educar a una generación sana, en el entendimiento del estudiante como centro de su educación y la participación activa de los mismos (del Castillo, 2018).

Es a partir de la Escuela Nueva que surge un cambio en la educación, dando lugar a la aparición de las metodologías activas. Entre los pedagogos que lideraron este tipo de metodologías se encuentra Piaget. Él hablaba de la importancia de dar a los alumnos la oportunidad de experimentar y manipular los objetos que estudiaban. Uno de los pilares de la teoría de Piaget era la actividad de los aprendices, por lo que en su escuela el aprendizaje es un proceso activo, basado en el desarrollo de experiencias previas con nuevas experiencias, que el aprendiz adquiere a través del trabajo y la participación (Page, 1990; Alsarayreh, 2021), cuyo objetivo es promover una enseñanza en la que el aprendizaje prevalezca sobre la enseñanza, en la cual el alumno es el protagonista en base a sus intereses y necesidades, se promueva su autonomía y, que además, logre desarrollar competencias. Hoy en día, las estrategias de enseñanza activas se usan en todas las etapas educativas (del Castillo, 2018).

Las metodologías activas han sido definidas por muchos autores. Según Lorenze (2006) se define el aprendizaje activo como un estilo de aprendizaje que

depende de la actividad propia del alumno y su participación positiva. El alumno busca un método de resolución de problemas mediante un conjunto de actividades y procesos científicos, siempre bajo la supervisión, orientación y evaluación del docente. Esto hace que el alumno sea activo y capaz de adquirir habilidades y competencias científicas, de modo que el aprendiz disfrute con el docente en lo que aprende. Al-Sayed (2006) lo define como una filosofía educativa, la cual depende del alumno e incluye prácticas educativas y procedimientos de enseñanza, cuya finalidad es activar y maximizar el papel del alumno. El aprendizaje se produce trabajando, investigando y experimentando, durante el proceso, el alumno depende de sí mismo para obtener información, adquirir habilidades y formar valores y tendencias. Se enfoca en el desarrollo del pensamiento y la capacidad de resolución de problemas, el trabajo en equipo y el aprendizaje cooperativo. Según Johnson (2010) es el proceso en el que los alumnos que participan de forma activa en el aprendizaje, proporcionando al alumno conferencias interesantes y agradables, en lugar de conferencias pasivas, en las que se incluirán métodos de discusión, resolución de problemas, análisis, síntesis y evaluación. Senra et al., (2013) lo define como un “método que permite realizar un aprendizaje significativo, el alumno debe ser el protagonista de su propio aprendizaje, mientras el docente asume el papel de facilitador de este proceso. Para atenuar el desarrollo de las competencias, el docente propone a sus alumnos actividades de clases, tareas personales o grupales, que desarrollen una reflexión crítica, un pensamiento creativo, y una comunicación efectiva en el proceso de aprendizaje; y para lograr esto, se anima a la experimentación” (p. 22). Todo ello, va a generar mayor comprensión, motivación y participación del alumno en su propio proceso de aprendizaje. Por ello, podemos concluir que las metodologías activas son aquellas formas de llevar las clases cuyo objetivo es implicar a los alumnos en su propio proceso de aprendizaje. Entre otras, se incluyen como actividades la lectura, escritura, resolución de problemas, planteamiento de preguntas o debates, en las cuales debe estar implicado de manera activa el estudiante (Senra et al., 2013). Todas las actividades van a ir enfocadas al reconocimiento y exploración de las habilidades y destrezas del alumno, en su sistema de valores, sus procesos mentales, su forma de pensar y su capacidad para expresarse (del Castillo, 2018).

En la literatura encontramos multitud de definiciones de metodologías activas, pero todas ellas coinciden en que, el alumno ha de ser el protagonista de su propio

aprendizaje de forma que adquiriera competencias específicas y transversales trabajando una determinada materia. Mientras que, el profesor pasa a ser un facilitador de este proceso (Alsarayreh, 2021; Diego-Mantecón, et al., 2021).

Existen multitud de metodologías activas, Aula Invertida, Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Basado en Proyectos, Aprendizaje Basado en el Pensamiento, Lección Magistral Participativa, Aprendizaje-Servicio... pero, todas ellas tienen características comunes, como el papel protagonista y responsable del alumno, el trabajo en grupo para promover la interdependencia positiva entre los estudiantes y, de esta forma, ganen autonomía y adquieran las estrategias necesarias para planificar, controlar y evaluar su aprendizaje. El papel del educador cambia y será un facilitador del aprendizaje, actuará como guía y les ayudará a pensar de forma crítica en el aula y a través de tutorías. Otro punto en común será la evaluación, todas coinciden con que será más importante la evaluación del proceso que el resultado final (modelo de evaluación continua) y que debe existir una co-evaluación y una autoevaluación (del Castillo, 2018).

Orden ECD 65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato (Orden ECD 65/2015) del sistema educativo en España, propone la incorporación de este tipo de metodologías en todos los niveles, en ella se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de educación primaria, educación secundaria obligatoria y el bachillerato.

## **2.2 Principales líneas de investigación**

Tradicionalmente y de forma general, las clases de biología en secundaria se basaban en presentar a los estudiantes revisiones de temas y conceptos de forma descriptiva. Pero los enfoques modernos para la enseñanza y aprendizaje en biología enfatizan en la comprensión de cada uno de los conceptos sobre los cuales se está trabajando.

En la segunda mitad del siglo XIX, en el campo de las ciencias naturales, se produjo un gran desarrollo técnico y un rápido crecimiento del conocimiento teórico, que generó una gran brecha entre el desarrollo de las ciencias naturales y la enseñanza de las mismas. Se generaron nuevas opiniones sobre los métodos educativos, tanto del contenido como de la metodología. Pero es a finales del siglo

XIX e inicios del XX, debido a la revolución industrial, a los nuevos descubrimientos y también al movimiento de reformismo educativo, cuando surge un punto de vista educativo más moderno en el campo de las ciencias naturales. La “edad de oro” de la educación científica fue considerada después de la Segunda Guerra Mundial, tanto en la posición de la materia de ciencias naturales como en la variedad de materias que surgen. Es a partir de la década de los 80 cuando surgen diversas opiniones sobre el cambio, tanto de los contenidos, como de los métodos de enseñanza y de los roles de maestro y alumno durante este proceso (Václavíková, 2013).

Numerosos autores hablan de los beneficios que aporta el uso de estrategias de aprendizaje activo en las aulas para que los alumnos obtengan nuevos conocimientos a través de su propia investigación y exploración (Valverde-Crespo et al., 2018; Diego-Mantecón, et al., 2021), pero es importante resaltar que se deben diferenciar estas metodologías del uso de actividades que aspiran a la categoría de estrategias de aprendizaje activo, por ejemplo: asignación de tareas para buscar información sin su análisis o experimentos de laboratorio que consisten en seguir meras instrucciones (Ezquerro, et al., 2014).

En la literatura encontramos publicaciones en las que los investigadores utilizan estas tecnologías para impartir algunas unidades concretas del temario de biología en la ESO (Jaipal, 2010; Tan et al., 2020), pero no se encuentran artículos donde se hable del uso de este tipo de tecnologías para impartir el curso completo en base al currículo que marca el estado.

Diversos estudios demuestran la mejora del aprendizaje en ciencias con el uso de metodologías activas en comparación con el método tradicional (Chang y Mao 1999; Balfakih 2003; Acar y Tarhan 2008). Sin embargo, en otros estudios no se ha logrado ver este beneficio (Faro y Swan 2006; Hanze y Berger 2007; Topping et al. 2011). Es importante destacar, que los autores evidencian que esto puede ser debido a una deficiencia en el diseño en la propuesta educativa del aprendizaje, ya que es un factor esencial (Ezquerro, et al. 2014).

Es importante tener en cuenta que el nivel de educación en ciencias naturales no va a depender de un único modelo y un plan de estudios establecido, sino que en gran medida también va a depender del nivel de calidad de los profesores, ya que el hecho de adaptarse a una nueva generación significa incluir las nuevas tendencias incluso para la formación de los futuros docentes (Václavíková, 2013).

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Objetivos de la intervención**

##### **3.1.1 Objetivo general**

Revisar la literatura científica para valorar el uso de metodologías activas en la adquisición de conocimientos de biología y geología, en alumnos de la etapa de secundaria y, poder reflejar y mostrar el potencial de este tipo de metodologías, para mejorar el aprendizaje de los estudiantes en la asignatura.

##### **3.1.2 Objetivos específicos**

Para poder comprobar si efectivamente el uso de metodologías activas ayuda a mejorar el aprendizaje de los estudiantes en la asignatura de biología y geología, se desarrollan los siguientes objetivos específicos:

1. Conocer/Valorar el beneficio del uso de metodologías activas en el aprendizaje de biología y geología.
2. Conocimiento y uso de metodologías activas por los docentes.
3. Estudiar los posibles beneficios de un cambio metodológico en las aulas.

#### **3.2 Metodología de investigación**

El presente TFM es una revisión sistemática, que tiene como objetivo revisar la literatura científica para valorar el uso de metodologías activas en la educación secundaria obligatoria, para la adquisición de conocimientos de la materia de biología y geología. Para ello, primero se establecieron una serie de palabras clave relacionadas con estrategias de aprendizaje y biología, para poder acotar esta búsqueda se seleccionan palabras como nuevas metodologías de aprendizaje, motivación, escuela de secundaria, colegio de secundaria y rendimiento académico. Para realizar una búsqueda amplia en diferentes bases de datos como *Educational Resources Information Center (ERIC)*, *Academic Search Ultimate*, *PsycINFO* y *PubMed*. Tras las búsquedas se empiezan a leer diversas publicaciones relacionadas con las estrategias de aprendizaje en biología y otras características relevantes que permitirán desarrollar este TFM.

##### **3.2.1 Estrategia de búsqueda**

Para la búsqueda de la literatura se seleccionaron palabras como estrategias de aprendizaje, aprendizaje activo, biología, escuela y/o colegio de secundaria y se tradujeron al inglés. Además, en la literatura, se buscaron los mejores sinónimos y

traducciones para obtener un mejor resultado de búsqueda. Como resultado de este trabajo conseguimos las siguientes palabras clave: *active strategies*, *learning strategies*, *biology*, *secondary school* y *high school*. Una vez seleccionadas las palabras clave se procede a la elaboración de la frase de búsqueda, en la cual se van a relacionar las palabras con los conectores lógicos “AND” y “OR”. Como resultado se obtiene una frase de búsqueda en español: (estrategias de aprendizaje activo) AND (biología) AND (escuelas de secundaria) NOT (universidad OR escuelas de primaria); y otra en inglés: (*active learning strategies*) AND (*biology*) AND (*secondary school* OR *high school*) NOT (*university*) NOT (*primary school*).

Con la finalidad de dar respuesta a los objetivos establecidos para el desarrollo de este TFM, se realizaron búsquedas bibliográficas a través de la Biblioteca Crai Dulce Chacón de la Universidad Europea. Para ello, se seleccionaron las bases de datos consideradas como más relevantes dentro del campo de la educación y de las ciencias y/o biología: *Academic Search Ultimate*, ERIC, *PsycINFO* y *PubMed*.

La frase de búsqueda generada: (*active learning strategies*) AND (*biology*) AND (*secondary school* OR *high school*) NOT (*university*) NOT (*primary school*), se introdujo en cada una de las bases de datos, nombradas en el párrafo anterior, siempre en inglés. Como resultado de esta primera búsqueda, sin filtros, las distintas bases de datos arrojaban los siguientes datos:

- *Academic Search Ultimate*: 9 resultados de búsqueda.
- ERIC: 92 resultados de búsqueda.
- *PsycINFO*: 137 resultados de búsqueda.
- *PubMed*: 3 resultados de búsqueda.

Identificándose por tanto, un total de 241 registros con estas bases de datos.

Posteriormente, se comienzan a aplicar los filtros de selección. Primero, se selecciona el filtro para aquellas publicaciones que presenten el texto completo, luego se seleccionan aquellos artículos que fueron publicados con fecha posterior al año 2005 y se escogen también todas aquellas que se realizaron en inglés. Una vez que se obtuvieron todos los artículos y estudios, se procede a la lectura del resumen y de la metodología de todos ellos. Se seleccionaron sólo aquellos que tuviesen en cuenta la etapa educativa de entre los 13 y los 17 años y se eliminaron aquellos que hablaban de la primaria, estudios preuniversitarios y universitarios. Aquellas

publicaciones que no cumplieran con la temática establecida, biología y/o enseñanza en ciencias también fueron excluidas.

### **3.3 Criterios inclusión/exclusión**

Se establecieron como criterios de inclusión, a la hora de seleccionar las publicaciones, aquellas que responden de manera afirmativa a las siguientes premisas:

- Estudios de los que se dispone de texto completo.
- Publicaciones posteriores al año 2005.
- Publicaciones en inglés.
- Estudios basados en adolescentes de entre 13 y 17 años.
- Estudios centrados en la educación secundaria obligatoria.
- Publicaciones relacionadas con las estrategias de aprendizaje activo en biología.

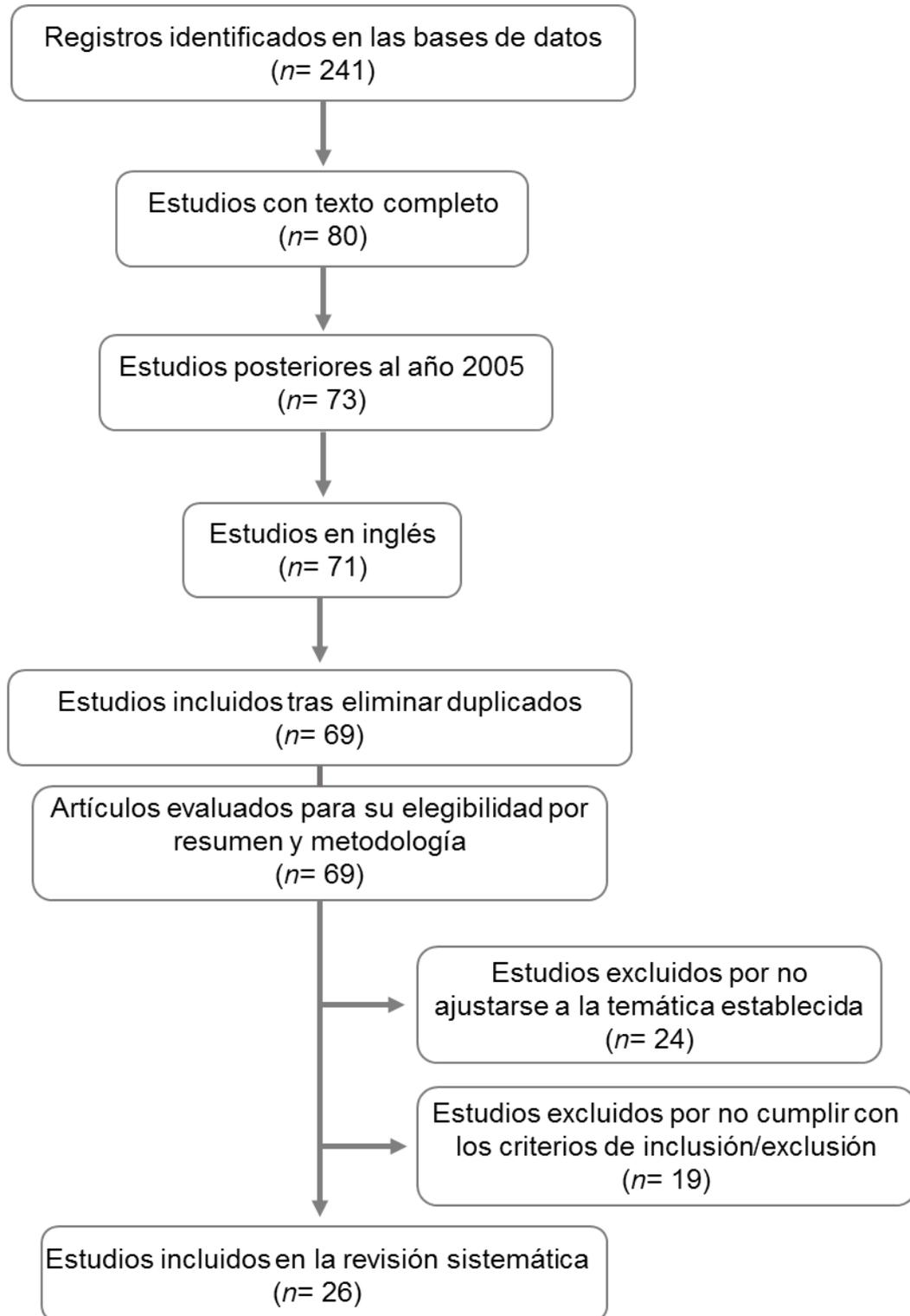
Todas aquellas publicaciones que no cumplieron con los criterios de inclusión se excluyeron para el desarrollo de este TFM, y también aquellas que no se ajustaban a la temática establecida.

### **3.4 Diagrama de flujo**

Una vez realizada la búsqueda y tras la aplicación de los criterios de selección establecidos, se obtuvieron un total de 26 publicaciones, las cuales fueron descargadas en formato *pdf* desde la Biblioteca Crai Dulce Chacón de la Universidad Europea, para proceder a la lectura completa de todas ellas. En la figura 1, se puede ver el diagrama de flujo elaborado para la selección de las publicaciones utilizadas en la realización de este TFM.

**Figura 1**

*Diagrama de flujo utilizado para la selección de publicaciones relacionadas con biología y estrategias de aprendizaje activo*



Fuente: Autoría propia.

## 4. RESULTADOS

La selección final de artículos científicos utilizados para la resolución de los objetivos establecidos en este TFM, y sobre la cual se sustenta este trabajo de revisión se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Relación de artículos seleccionados para la elaboración de la revisión sistemática.*

	<b>Autor/es, año</b>	<b>Título</b>
1	<b>Šorgo, 2006</b>	<i>Dichotomous identification keys: A ladder to higher order knowledge about the human body.</i>
2	<b>Cunningham, et al., 2006</b>	<i>Beverage-agarose gel electrophoresis: an inquiry-based laboratory exercise with virtual adaptation.</i>
3	<b>Ergazaki et al., 2007</b>	<i>Analysing students' shared activity while modeling a biological process in a computer-supported educational environment.</i>
4	<b>Kwiek et al., 2007</b>	<i>Pharmacology in the high-school classroom.</i>
5	<b>Spiegel et al., 2008</b>	<i>Discovering the cell: an educational game about cell and molecular biology.</i>
6	<b>Sorgo, et al., 2008</b>	<i>The journey of a sandwich: computer-based laboratory experiments about the human digestive system in high school biology teaching.</i>
7	<b>Styer, 2009</b>	<i>Constructing and using case studies in genetics to engage students in active learning.</i>
8	<b>Dumais y Hasni, 2009</b>	<i>High school intervention for influenza biology and epidemics/pandemics: impact on conceptual understanding among adolescents.</i>
9	<b>O'Leary y Styer, 2010</b>	<i>Assessing Differences in Students' Experiences in Traditional versus Scientific Teaching-Based Biology Course.</i>
10	<b>Digiovanni et al., 2010</b>	<i>Adopt-a-bud project: an exercise in observation of a tree bud from Winter until sprout completion.</i>
11	<b>Jaipal, 2010</b>	<i>Meaning making through multiple modalities in a biology classroom: A multimodal semiotics discourse analysis.</i>
12	<b>Redelman et al., 2012</b>	<i>Inquiry-based examination of chemical disruption of</i>

	<i>bacterial biofilms.</i>
<b>13 Osler et al., 2012</b>	<i>Technology Engineering in Science Education: Where Instructional Challenges Interface Nonconforming Productivity to Increase Retention, Enhance Transfer, and Maximize Student Learning.</i>
<b>14 Park y Chen, 2012</b>	<i>Mapping out the integration of the components of pedagogical content knowledge (PCK): Examples from high school biology classrooms.</i>
<b>15 Lazarowitz y Naim, 2013</b>	<i>Learning the cell structures with three-dimensional models: Students' achievement by methods, type of school and questions' cognitive level.</i>
<b>16 Haelermans et al., 2015</b>	<i>Increasing performance by differentiated teaching? Experimental evidence of the student benefits of digital differentiation.</i>
<b>17 Goldschmidt et al., 2016</b>	<i>Instructional efficiency of different discussion approaches in an outreach laboratory: Teacher-guided versus student-centered.</i>
<b>18 Wekesa y Ongunya, 2016</b>	<i>Project based learning on students' performance in the concept of classification of organisms among secondary schools in Kenya.</i>
<b>19 Vekli, 2019</b>	<i>An Activity Based on Inquiry Driven Science In Nature: Biodiversity is Under Threat At National Park!</i>
<b>20 Williams et al., 2019</b>	<i>Measuring pedagogy and the integration of engineering design in STEM classrooms.</i>
<b>21 Ping et al., 2020</b>	<i>Explicit Teaching of Scientific Argumentation as an Approach in Developing Argumentation Skills, Science Process Skills and Biology Understanding.</i>
<b>22 Tan et al., 2020</b>	<i>Students' conceptual understanding and science process skills in an inquiry-based flipped classroom environment.</i>
<b>23 Shin et al., 2020</b>	<i>Examining the hard, peer, and teacher scaffolding framework in inquiry-based technology-enhanced learning environments: impact on academic achievement and group performance.</i>
<b>24 Salybekova et al., 2021</b>	<i>Pupils' research skills development through project-based learning in biology.</i>
<b>25 Özalemdar, 2021</b>	<i>The Effect on Environmental Attitude of the Active</i>

---

	<i>Learning Method Applied in Teaching the Biology Topic" Current Environmental Issues and Human" for 10th Grade Students.</i>
--	--

---

<b>26 Alsarayreh, 2021</b>	<i>Developing critical thinking skills towards biology course using two active learning strategies.</i>
----------------------------	---

---

Fuente: Autoría propia.

Se seleccionaron un total de 26 publicaciones, de todas ellas 2 eran estudios de caso y 24 estudios de intervención. Además, se ha realizado un pequeño estudio de investigación para poder conocer la importancia de cada una de las revistas dentro de la totalidad de un área o campo específico (tabla 2). De cada una de ellas, se buscó la categoría y el cuartil en el cual se encontraban. Como se puede observar en la tabla 2, la mayoría de las revistas pertenecen al ámbito educativo (81%) (Scimago Journal y Country Rank, 2020). Posteriormente, se elaboró una figura en la cual, se representan los porcentajes de revistas encontradas en cada uno de los cuartiles (figura 2). La mayoría de ellas se encuentran en cuartil 1 (54%), el porcentaje de revistas en cuartil 2 y 3 es similar (19 y 23% respectivamente) y en cuartil 4 la minoría (4%).

**Tabla 2**

*Relación de revistas.*

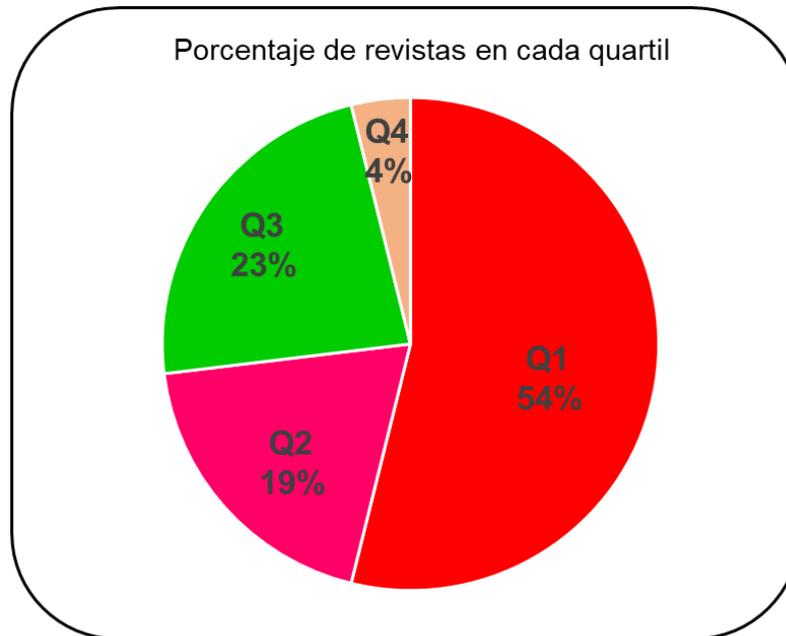
<b>Revista</b>	<b>Categoría</b>	<b>Q</b>
<i>Science Activities</i>	Educación	Q3
<i>CBE—Life Sciences Education</i>	Educación	Q1
<i>Advances in physiology education</i>	Fisiología	Q3
<i>CBE—Life Sciences Education</i>	Educación	Q1
<i>Biochemistry and Molecular Biology Education</i>	Biología Molecular	Q4
<i>Journal of Educational Technology</i>	Educación	Q1
<i>Journal of Science Education and Technology</i>	Educación	Q1
<i>Journal of Education and Practice</i>	Educación	Q4
<i>Journal of Inquiry Based Activities</i>	Educación	Q2
<i>Journal of Science Education and Technology</i>	Educación	Q1
<i>Journal of Baltic Science Education</i>	Educación	Q2

<i>Malaysian Journal of Learning and Instruction</i>	Educación	Q3
<i>Educational Technology Research and Development</i>	Educación	Q1
<i>Cypriot Journal of Educational Sciences</i>	Educación	Q3
<i>NCSSSMST Journal</i>	Educación	Q3
<i>Journal of Turkish Science Education</i>	Educación	Q2
<i>Kıbrıslı Eğitim Bilimleri Dergisi</i>	Educación	Q2
<i>Case studies in genetics</i>	Educación	Q2
<i>Journal of Biological Education</i>	Educación	Q3
<i>The american biology Teacher</i>	Educación	Q3
<i>British Journal of Educational Technology</i>	Educación	Q1
<i>Journal of research in science teaching</i>	Educación	Q1
<i>Science</i>	Multidisciplinar	Q1
<i>The journal of educational research</i>	Educación	Q1
<i>Journal of Computer Assisted Learning</i>	Aplicaciones educativas	Q1
<i>Science education</i>	Educación	Q1

*Nota:* Datos para elaboración extraídos de Scimago Journal y Country Rank (2020). Q: cuartil, Q1: cuartil 1; Q2: cuartil 2; Q3: cuartil 3 y Q4: cuartil 4. Fuente: Autoría propia.

## Figura 2

*Representación del porcentaje de revistas en cada cuartil.*



*Nota:* Datos para elaboración extraídos de Scimago Journal y Country Rank (2020). Q1: cuartil 1; Q2: cuartil 2; Q3: cuartil 3 y Q4: cuartil 4. Fuente: Autoría propia.

Los contenidos detallados de cada una de las publicaciones seleccionadas para la elaboración de este TFM se muestran en la tabla 3. En esta tabla los estudios aparecen ordenados cronológicamente y en función los objetivos establecidos.

**Tabla 3**

*Tabla de resultados de la relación entre aprendizaje en biología y geología y el uso de metodologías activas.*

Autor/es y año de publicación (cita)	Objetivo/s/Metodología/UD	Resultados/Conclusiones
Objetivo específico	<b>1. Conocer/Valorar el beneficio del uso de metodologías activas en el aprendizaje de biología.</b>	
<b>(Šorgo, 2006)</b>	Implementación. Aprendizaje basado en problemas. Elaborar claves dicotómicas para el estudio de las células en anatomía, con el fin de mejorar la actividad docente y el trabajo en el aula. Unidad: la célula.	Los estudiantes encontraron el método útil, pero no es fácil de realizar.
<b>(Cunningham et al., 2006)</b>	Implementación. Aprendizaje basado en la investigación/indagación. Uso de laboratorios virtuales para aprender la técnica de electroforesis, con el objetivo de lograr un uso más eficiente y práctico del procedimiento experimental en el aula.	Una única ventaja, el tiempo.
<b>(Ergazaki et al., 2007)</b>	Estudio de caso. Aprendizaje basado en modelos. Modelado del crecimiento de plantas mediante un programa (“ModelsCreator”) de ordenador. Crear modelos conjuntos a través de un	El docente proporciona a los estudiantes información específica sobre el uso del <i>software</i> . Su apoyo cognitivo y técnico es muy importante para la actividad. Es necesario repetir la unidad de modelado ya que, los alumnos primero se centran en los objetos y las propiedades del

	proceso colaborativo.	<i>software</i> , posteriormente su interés cambia al razonamiento relacional.
<b>(Spiegel et al., 2008)</b>	<p>Implementación.</p> <p>Aprendizaje basado en problemas.</p> <p>Utilidad del juego educativo de mesa “Descubriendo la célula” como estimulante del razonamiento y la interactividad a través de la investigación, para resolver casos similares a los encontrados en la vida real.</p> <p>Unidad: la célula y biología molecular.</p>	<p>Los juegos, generalmente, son herramientas con muy buena aceptación por parte de los estudiantes.</p> <p>El juego promueve el debate, no sólo dentro de los miembros del equipo, sino también entre profesor y alumno.</p> <p>Los resultados obtenidos demuestran que, el juego logra sus objetivos principales, aprender sobre la biología de la célula de forma interactiva y amena, estimular la curiosidad de los estudiantes y proporcionar una introducción al método científico.</p> <p>El juego no reemplaza las clases, es una herramienta adicional, que ayuda a ejercitar y construir el pensamiento crítico.</p>
<b>(Dumais y Hasni, 2009)</b>	<p>Intervención: basada en conferencia, discusión sobre modelos, conceptos y analogías.</p> <p>Promover y apoyar la comprensión conceptual de virus influenza y su biología en el contexto de los estudiantes de secundaria, fomentando el cambio conceptual de los estudiantes sobre los virus, a través del uso de modelos analógicos.</p> <p>Biología del virus influenza y mecanismo de infección, vacunación y aparición de</p>	<p>La intervención en el aula generó importantes cambios conceptuales, disminuyendo el mal uso de muchos conceptos.</p> <p>Para adquirir nuevos conocimientos o una comprensión más profunda de los mismos, se requiere del uso de estrategias didácticas específicas.</p> <p>El vínculo entre educación, salud y ciencia motiva a los estudiantes a involucrarse en el procesamiento profundo de conceptos biológicos.</p> <p>El cambio de creencias ya formadas en los estudiantes, representa un desafío importante para los educadores, promover el cambio conceptual es un elemento clave.</p>

---

epidemias/pandemias de gripe.

**(O'Leary y Styer, 2010)**

Escuela pública residencia de secundaria con un programa especial para estudiantes con talento académico en ciencias (IMSA). Programa con enfoque constructivista, cuyo fin es desarrollar hábitos mentales científicos en biología. Uno de los objetivos del programa es la incorporación del aprendizaje activo tanto como sea posible.

Analizar las diferencias entre las experiencias de los estudiantes en las clases de ciencias en sus escuelas de origen; para identificar los factores que hacen que este programa sea único. El análisis permite la identificación de áreas de cambio para poder ayudar a hacer transiciones más fáciles.

Beneficios del cambio metodológico:

- Cuando la enseñanza se enfoca en prácticas científicas en lugar de hechos, aumenta el aprendizaje de los estudiantes y la retención de conocimientos.
- El aprendizaje activo puede tomar muchas formas, pero requiere la participación de los estudiantes a través del aprendizaje basado en la indagación, el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje centrado en el estudiante.

---

**(Redelman et al., 2012)**

Implementación.

Ejercicio de laboratorio basado en indagación/investigación como estrategia educativa exitosa en las aulas de ciencias de secundaria (conocimiento en microbiología y diseño experimental).

Unidad: biopelículas.

El uso de experimentos y su proximidad con la vida real despierta el interés de los estudiantes por las ciencias.

Los resultados muestran un aumento significativo sobre el tema en los estudiantes.

<b>(Vekli, 2019)</b>	<p>Implementación.</p> <p>Proporcionar a los educadores una actividad en la naturaleza, con un modelo de aprendizaje basado en la indagación guiada, con el fin de inculcar a los alumnos la responsabilidad y capacidad de preservar la diversidad biológica mediante una actividad divertida de aprendizaje y exploración.</p> <p>Unidad: el ser humano y el medioambiente.</p>	<p>El enfoque del aprendizaje basado en la indagación, tuvo efectos positivos en la comprensión conceptual de los alumnos.</p> <p>Los alumnos consideran que la actividad fue divertida ya que, sintieron que estaban en un juego de investigación.</p> <p>La actividad puede adaptarse y usarse en diferentes entornos naturales.</p> <p>Los alumnos identifican con precisión el problema, pero les resulta complejo elaborar hipótesis válidas, los profesores deben guiarlos durante este proceso.</p>
<b>(Tan et al., 2020)</b>	<p>Implementación.</p> <p>Comparación del modelo de aprendizaje de aula invertida basado en la indagación, con el modelo de aprendizaje no invertido basado en la indagación, mediante el uso de tecnología.</p> <p>Unidades: Sistema respiratorio, Sistema circulatorio, Fotosíntesis, Respiración celular y Genética no mendeliana.</p> <p>Tema genética no mendeliana: utiliza las redes sociales para el acceso a los contenidos (<i>Facebook</i>).</p>	<p>Pruebas de comprensión conceptual:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tras la intervención, en ambos grupos, se mejora la adquisición de conceptos.</li> <li>• No se observaron diferencias en las pruebas de adquisición de conceptos entre grupos, excepto en el tema de genética no mendeliana, donde el grupo de indagación de aula invertida obtenía una mejora significativa en la adquisición de conceptos.</li> </ul> <p>Pruebas de adquisición de habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambos modelos de aprendizaje mejoran la adquisición de habilidades.</li> <li>• Tras la intervención, no hay diferencias en la adquisición de habilidades entre ambos grupos.</li> </ul> <p>Usar redes sociales aumenta la participación de los estudiantes.</p>

<b>(Shin et al., 2020)</b>	<p>Estudio de caso instrumental. Aprendizaje basado en la investigación/indagación.</p> <p>Examinar las percepciones de los estudiantes sobre la utilidad del apoyo de profesores u otros compañeros, en relación con los resultados académicos individuales y grupales.</p> <p>Unidad: flujo de energía a través de un ecosistema.</p>	<p>Se utiliza como apoyo recursos de la Web y recursos adicionales como, <i>Google forms</i> o <i>Google docs</i>, que permiten vincular información de forma grupal.</p> <p>Los estudiantes percibieron que, el apoyo de recursos y herramientas tecnológicas, fueron más beneficiosos y útiles para la comprensión de los problemas y del contenido del aprendizaje, y que sirven para predecir el rendimiento individual; seguido del docente y los compañeros.</p> <p>La utilidad percibida por los estudiantes, del apoyo de los compañeros, fue un factor significativo en la predicción del desempeño del grupo.</p> <p>El apoyo del maestro y de los compañeros, tiene un impacto positivo en el logro individual, en el desempeño grupal y en la adquisición de conocimientos, en un entorno de aprendizaje basado en la indagación mejorado con tecnología.</p>
<b>(Salybekova et al., 2021)</b>	<p>Implementación. Aprendizaje basado en proyectos, utilizando mono-proyectos para organizar el trabajo de investigación.</p> <p>Unidad: la sangre y determinación de la acidez del suelo. 2 mono-proyectos, que se llevan a cabo en el aula y fuera del aula, respectivamente.</p>	<p>Los alumnos del grupo experimental recibieron formación previa en aplicación de métodos de enseñanza innovadores.</p> <p>Etapas formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquisición de conocimientos: no hubo diferencias entre grupo control y experimental.</li> <li>• Capacidad de resolución de problemas: tenían dificultades, que pueden explicarse por la baja adquisición de conocimientos.</li> </ul>

		<p>Etapa experimental:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquisición de conocimientos: aumenta, ligeramente, en el grupo experimental.</li> <li>• Capacidad de resolución de problemas, aplicando los conocimientos de la práctica, aumenta en el grupo experimental tras realizar la práctica.</li> </ul> <p>La metodología propuesta amplía el conocimiento teórico de los alumnos y, también, es una herramienta eficaz para la formación de habilidades de investigación.</p>
<b>(Özalemdar, 2021)</b>	<p>Implementación.</p> <p>Efecto sobre la actitud ambiental de los estudiantes, mediante el uso de diversos métodos y técnicas de aprendizaje activo.</p> <p>Unidad: cuestiones ambientales y humanas actuales.</p>	<p>Tras el análisis de las escalas de actitud ambiental se determinó que, el proceso de enseñanza mejora el comportamiento y la actitud ambiental de los alumnos pero, no se observó ningún efecto/cambio en el pensamiento ambiental de los mismo, antes y después de la implementación.</p>
Objetivo específico	<b>2. Conocimiento y uso de metodologías activas por los docentes.</b>	
<b>(Kwiek et al., 2007)</b>	<p>Intervención educativa.</p> <p>Uso de temas socialmente relevantes, con módulos experimentales para mejorar el rendimiento de los estudiantes.</p> <p>Unidad: principios básicos de farmacología.</p>	<p>Talleres previos de formación a los docentes, son clave en este programa.</p> <p>El uso de estos módulos aumenta de forma significativa el rendimiento de los estudiantes en biología y química.</p>
<b>(Sorgo et al., 2008)</b>	<p>Estudio preliminar por su baja <math>n</math> (<math>n= 27</math></p>	<p>La mayoría de los estudiantes encuentran las prácticas de</p>

	<p>estudiantes). Aumentar el interés de los estudiantes en ciencia y tecnología mejorando la unidad didáctica del sistema digestivo, a través del uso de metodologías activas. Involucrar activamente a los estudiantes en las lecciones de anatomía y fisiología humana, mediante actividades de laboratorio informatizadas (registradores de datos). Trabajo de laboratorio con ordenadores para realizar experimentos relacionados con el sistema digestivo.</p>	<p>laboratorio interesantes, agradables y que, no son una pérdida de tiempo. Tras la práctica, los estudiantes afirmaron que no entendían mejor la teoría subyacente (7 de acuerdo, 9 neutrales y 5 desacuerdo). Desde una perspectiva didáctica, el profesor tras la sesión de laboratorio, debería ayudar a los alumnos a establecer conexiones entre lo visto y su significado. Los estudiantes valoran más el trabajo de laboratorio que las clases magistrales, el uso del ordenador es un incentivo más en el laboratorio.</p>
<p><b>(Styer, 2009)</b></p>	<p>Estudio de caso. Aprendizaje basado en investigación. Formular hipótesis, aplicando el conocimiento previo que tienen los estudiantes en genética Mendeliana, para analizar la información y que sustenten sus conclusiones basándose en datos. Unidad: genética Mendeliana.</p>	<p>Deben tenerse en cuenta, para planificar, los objetivos del aprendizaje y las necesidades de la clase. Al presentar un caso, sobre el cual se va a trabajar, no debemos dar toda la información a los alumnos para motivarlos a investigar y que cuenten sus hallazgos. El hecho de proponer casos similares a los que nos podemos encontrar en el mundo real, motiva a los alumnos a investigar e indagar sobre el tema.</p>
<p><b>(Digiovanni et al., 2010)</b></p>	<p>Estudio de caso. Aprendizaje basado en la observación. Contemplar el desarrollo del capullo de un</p>	<p>La actividad proporciona a los alumnos una oportunidad para formular hipótesis, indagar y analizar. Fomenta la discusión y la comparación.</p>

	<p>árbol, desde la inactividad invernal hasta su exposición completa.</p> <p>Unidad: anatomía y fisiología de las plantas.</p>	<p>Problema: el maestro debe mantener la atención de los estudiantes durante el período observacional.</p>
<b>(Jaipal, 2010)</b>	<p>Análisis del discurso en el aula desde la perspectiva docente.</p> <p>Conocimiento de múltiples modalidades de comunicación durante las explicaciones del maestro.</p> <p>Unidad: Reino Moneras, reproducción en Moneras, quimiosíntesis.</p>	<p>El modo visual y el modo verbal juntos, enfocan a los estudiantes en los nuevos elementos que se están introduciendo.</p> <p>El resumen final del docente funciona como un recurso organizativo, al repetir las ideas principales y, proporciona una definición concluyente de los nuevos conceptos.</p>
<b>(Osler et al., 2012)</b>	<p>Implementación.</p> <p>Aprendizaje basado en la indagación mejorado por la tecnología (los módulos basados en un entorno científico incluyen: mapas de consulta en línea para guiar a los estudiantes, visualizaciones interactivas, debates electrónicos y evaluaciones integradas).</p> <p>Uso de módulos, de diversas asignaturas de ciencias, propuestos por del Centro de Aprendizaje Mejorado por la Tecnología en Ciencias (TELS), en escuelas de secundaria,</p>	<p>Se demostró ganancia de aprendizaje, por parte de los estudiantes, como resultado del uso de los módulos ofertados por el TELS, relacionados con el “Cambio climático”.</p> <p>Registro de la percepción de los profesores sobre los módulos que ofrece TELS: todos los recursos están disponibles en la plataforma para ayudar a los profesores en la ejecución del módulo en el aula.</p> <p>Los docentes se han encontrado con 3 barreras principales al implementar los módulos en sus aulas: acceso a ordenadores y/o aulas de informática, aprensión sobre el uso de la tecnología (ausencia de ayuda interna personalizada hace que sean reacios al uso de métodos innovadores) y acceso a redes y sistemas informáticos obsoletos.</p>

	<p>para evaluar la integración de la tecnología en las aulas.</p> <p>Evaluación de la percepción de los profesores, que participan en el estudio, sobre el uso de módulos de TELS.</p>	<p>La falta de éxito de muchos proyectos innovadores, se atribuye a la incapacidad de los docentes para implementar la innovación de una manera adecuada y, a la falta de desarrollo profesional de los docentes (la investigación sugiere que la preparación tecnológica de los docentes es clave para desbloquear la competencia tecnológica de los estudiantes). El desarrollo profesional de los maestros es un mecanismo para mejorar su fluidez con la tecnología.</p> <p>Los docentes reconocen su importancia como agente motivador, herramienta de instrucción y una parte esencial en las aulas del siglo XXI.</p>
<p><b>(Park y Chen, 2012)</b></p>	<p>Análisis de la instrucción docente.</p> <p>Triangulación metodológica, método comparativo, los datos surgen de entrevistas y observaciones.</p> <p>Unidades: fotosíntesis y herencia.</p>	<p>El centro común de los maestros es conocer la comprensión de los estudiantes y las estrategias de enseñanza para lograrlo.</p> <p>Los docentes deben conocer que saben los estudiantes y detectar las dificultades de aprendizaje, para generar estrategias de aprendizaje adecuadas.</p> <p>La evaluación inicial permite al docente conocer donde se encuentran los estudiantes en el aprendizaje de un concepto, e idear enfoques que mejoren su comprensión.</p> <p>Los docentes deben identificar que necesitan mejorar, para enseñar un tema en particular, de manera más efectiva.</p>

---

<b>(Lazarowitz y Naim, 2013)</b>	Implementación. Uso de modelos tridimensionales, en el aula y en el laboratorio, en el proceso de aprendizaje/instrucción. Unidad: estructura y función de la célula.	Docentes: experiencia limitada en modelo científico y carencia de conocimiento de las ideas de los estudiantes sobre las prácticas, participan en un taller de formación de 20 horas. Se capacitó a los profesores para poder construir modelos de células y orgánulos y poder guiar a los estudiantes. El trabajo de laboratorio es un aprendizaje activo, que ayuda a los estudiantes en la comprensión y dominio de conocimientos, además mejora su rendimiento académico. El aprendizaje práctico obtuvo los mejores resultados independientemente del tipo de colegio (rural o urbano) y nivel socioeconómico.
<b>(Williams et al., 2019)</b>	Implementación. Impulsar el aprendizaje de importantes conceptos de ciencia y tecnología mediante un enfoque basado en proyectos. Programa para el desarrollo docente de biología en escuelas de secundaria.	Formación previa al equipo de docentes de biología en secundaria, que participan en la implementación del programa. Esta formación confiere a los docentes más habilidades pedagógicas.

---

---

<b>(Ping et al., 2020)</b>	<p>Implementación.</p> <p>Aprendizaje basado en la indagación como método de mejora del rendimiento de los estudiantes en habilidades de argumentación. Examinar la eficacia de 3 enfoques de aprendizaje basados en trabajos prácticos (enfoque de investigación guiada por argumento modificado, enfoque de investigación sin argumento y el enfoque convencional) sobre la argumentación, las habilidades del proceso científico y la comprensión de conceptos.</p> <p>Unidad: difusión y ósmosis.</p>	<p>Formación previa al equipo docente encargado de brindar el enfoque de investigación guiado por argumento modificado, una sesión de capacitación de 6 horas.</p> <p>El aprendizaje basado en la indagación con un enfoque modificado basado en la argumentación en el trabajo práctico, mejora las habilidades argumentativas de los estudiantes a la hora de respaldar una afirmación y mejora el aprendizaje ya que, el alumno construye basándose en una experiencia real. Le confiere mayor habilidad para elegir información útil y reorganizar las ideas. Mejora su comprensión sobre los conceptos de difusión y ósmosis.</p> <p>Los estudiantes pueden formular un buen argumento e identificar información relevante para respaldar sus afirmaciones.</p> <p>Estudiantes y docentes requieren de un tiempo de adaptación para este tipo de métodos de enseñanza-aprendizaje.</p> <p>Es necesario dar a los estudiantes oportunidades para que participen y practique la argumentación en ciencias.</p>
<b>(Alsarayreh, 2021)</b>	<p>Implementación.</p> <p>Examinar el impacto de la enseñanza de habilidades de pensamiento crítico utilizando 2 estrategias de aprendizaje activo (estrategia de indagación dirigida y estrategia de</p>	<p>Las experiencias proporcionadas por el uso de las 2 estrategias de aprendizaje activo (investigación y discusión), permitieron a los estudiantes desarrollar habilidades de pensamiento crítico y mejoran la actitud de los estudiantes hacia la biología.</p>

---

discusión) en su actitud hacia la biología.

Unidad: genética.

Objetivo específico	3. Estudiar los posibles beneficios de un cambio metodológico en las aulas.	
<p><b>(Haerlemans et al., 2015)</b></p>	<p>Implementación. Efecto del uso de la tecnología con fines educativos. Unidades: metabolismo y respiración, circulación sanguínea y su salud.</p>	<p>La digitalización hace que el docente tenga más tiempo en el aula para responder a preguntas individuales. La introducción de la digitalización mejora el rendimiento de los escolares. Los resultados muestran que la digitalización mejora, ligeramente, el aprendizaje en biología. Estos resultados pueden motivar a las escuelas y a los maestros a realizar implementaciones similares, pero dependerá de la situación digital de la escuela y de, si el docente, domina las habilidades digitales para implementar esta enseñanza o si debe realizar un esfuerzo adicional.</p>
<p><b>(Goldschmidt et al., 2016)</b></p>	<p>Intervención educativa/implementación. Valorar el uso de discusiones socio-científicas en el ámbito educativo. Unidad: ingeniería genética vegetal.</p>	<p>Los resultados sugieren que, el mayor aumento del conocimiento a corto plazo (rendimiento), junto con el menor esfuerzo mental durante la fase de discusión, da como resultado una eficiencia instructiva significativamente mayor en la discusión guiada por el maestro, a corto y a largo plazo. La discusión guiada por el maestro es el modo de instrucción más efectivo. La adquisición de conocimiento mejora a través de la guía efectiva del maestro, que presenta la información de manera estructurada y coherente, además reduce el esfuerzo</p>

---

		mental que realiza el alumno.
<b>(Wekesa y Ongunya, 2016)</b>	Implementación. Influencia de la técnica aprendizaje basado en proyectos, en el rendimiento académico y desarrollo de actitudes hacia la clasificación de organismos, en estudiantes de secundaria de Kenia.	Esta técnica permitió a los estudiantes mejorar su rendimiento académico y desarrollar una actitud positiva hacia la clasificación de organismos.

---

*Nota:* UD (Unidad Didáctica). Fuente: Autoría propia.

## 5. DISCUSIÓN

La evolución histórica se refleja en los cambios científicos y tecnológicos, los cuales deben trasponerse a la educación siguiendo las directrices de la Unión Europea, en particular la Orden ECD 65/2015.

Son muchos los autores que afirman que el objetivo de la instrucción en biología y geología, es enseñar a los estudiantes a pensar y no a memorizar un curso escolar, sin comprenderlo ni aplicarlo a la vida (Spiegel et al., 2008; Ping et al., 2020; Alsarayreh, 2021).

Ya no es suficiente con que el maestro domine la materia que enseña, ya que debe actuar como guía, coordinador, alentador y catalizador de la enseñanza. Además, el futuro de la educación va a depender de las mejoras del docente en su profesión. Para ello, deben apoyarse en los métodos de aprendizaje activos y sus estrategias, el cual se basa en la participación del alumno (deja de ser un mero receptor de información) de forma que desarrolle sus habilidades y aspectos cognitivos. El aprendizaje activo implica que los alumnos deben participar en la lectura, escritura, debate, la resolución de un problema relacionado con lo que están aprendiendo o con el trabajo experimental (Osler et al., 2012; Lazarowitz y Niam, 2013). Muchas de las estrategias utilizan tecnología moderna, la cual aumenta su competencia, interacción, discusión, el pensamiento y la actitud hacia la materia, de tal forma que, el estudiante se interese más por la investigación y pueda adquirir diversas habilidades mentales, como puede ser el pensamiento crítico (Ergazaki et al., 2007; Sorgo et al., 2008; Tan et al., 2020).

Este tipo de metodologías activas de enseñanza-aprendizaje requieren de un periodo de tiempo de adaptación y formación o instrucción por parte de los alumnos y de los profesores. Hay un cambio en el papel del docente que actuará como capacitador, mentor y facilitador, siendo imprescindible la formación en estos roles, cuyo fin es aumentar la participación activa de los estudiantes, que serán guías de su propio aprendizaje (Ping et al., 2020).

## **5.1 Análisis comparativo de los resultados, relación con los objetivos y comparación con la literatura científica**

### **1. Conocer/valorar el beneficio del uso de metodologías activas en el aprendizaje de biología.**

Las metodologías activas son técnicas de capacitación centradas en el alumno. Es un método de aprendizaje y enseñanza, que responsabiliza a los estudiantes al involucrarlos completamente en el proceso, e incluye varias técnicas de aprendizaje para garantizar la variedad del mismo (Özalemdar, 2021).

Una educación exitosa va a depender de la armonización de los métodos de enseñanza y aprendizaje, que se apliquen durante el proceso. Los avances tecnológicos y el crecimiento de la información facilitan un entorno adecuado para llevarlo a cabo.

Entre los objetivos básicos de los métodos de aprendizaje activo se encuentran:

- mejorar el aprendizaje conceptual de los estudiantes
- aportarles diferentes perspectivas para investigar e indagar, de forma que se pueda garantizar la estabilidad del conocimiento.

Es una técnica de instrucción centrada en el alumno, en la cual aprende haciendo, puede usar habilidades del pensamiento y tomar decisiones, cooperar con otros estudiantes y pedir ayuda al docente según su necesidad (Özalemdar, 2021).

La literatura muestra que muchos métodos de enseñanza activos utilizados en la instrucción de la asignatura de biología y geología, con enfoques basados en la indagación, investigación, resolución de problemas, prácticas de laboratorio... son más efectivos, en la adquisición de habilidades de aprendizaje y en la comprensión conceptual, que aquellos basados en un aprendizaje pasivo (Spiegel et al., 2008; Redelman et al., 2012; Vekli, 2019).

Según la literatura utilizada para la elaboración de este TFM, las metodologías activas más utilizadas para la enseñanza-aprendizaje de biología y geología en secundaria, se basan en métodos de indagación e investigación, que pueden darse de muchas formas, pero siempre requieren de la participación de los estudiantes. Se basa, por tanto, en un enfoque constructivista, en el cual los alumnos construyen su propio conocimiento y no actúan como simples receptores pasivos (O'Leary y Stier, 2010).

En cuanto a las más utilizadas en la enseñanza-aprendizaje, dentro de la asignatura de biología, destacan principalmente, aquellos métodos basados en la indagación e investigación (Redelman et al., 2012; Park y Chen, 2012; Vekli, 2019), los cuales proporcionan a los estudiantes experiencias de aprendizaje concretas y activas. Estos métodos aumentan el nivel de interés de los estudiantes y su participación en el proceso pedagógico (Cunninggham et al., 2006).

El objetivo del uso de metodologías activas, basadas en la investigación, durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de secundaria es transmitir de forma práctica los conocimientos necesarios, animarlos a pensar de una forma crítica y que el proceso sea divertido; con el objetivo final de que los estudiantes aprendan y mejoren su rendimiento académico (Cunninggham et al., 2006; Lazarowitz y Niam, 2013).

El uso de *softwares* específicos y ejercicios de laboratorio informatizados, como métodos de enseñanza-aprendizaje en biología, requiere que se forme a los estudiantes en el uso de los mismos, para que posteriormente puedan centrar su interés hacia el razonamiento relacional y no en los objetos del *software* (Cunninggham et al., 2006; Ergazaki et al., 2007; Sorgo et al., 2008; Salybecova et al., 2021). Además, es indispensable el apoyo del docente durante todo el proceso para marcar las ideas clave y su análisis, verificar la comprensión de los estudiantes y revisar el proceso de interpretación. (Ergazaki et al., 2007).

El uso de juegos (Spiegel et al., 2008; Dumais y Hasni, 2009) como estrategia alternativa para el proceso de enseñanza-aprendizaje, ayuda a los profesores de biología a motivar a los estudiantes, además mejora su pensamiento crítico, la cooperación y promueve el debate y el cambio conceptual. Pero hay que destacar que el juego debe usarse como estrategia adicional, ya que los alumnos, en temas complejos, encuentran dificultades a la hora de analizar datos de una forma crítica, por lo que necesitan el apoyo del docente.

Se ha visto que cuando los docentes enfocan la enseñanza hacia prácticas científicas basadas en hechos de la vida real se aumenta el aprendizaje de los estudiantes, la retención de conocimientos y su interés por la asignatura (O'Leary y Stier, 2010; Redelman et al., 2012; Vekli, 2019).

El uso de herramientas que implican un aprendizaje activo, por parte de los estudiantes de secundaria, en la asignatura de biología parece despertar su entusiasmo y motivación por el aprendizaje y, esto se ve reflejado por el número de

estudiantes que participan, además de un aumento significativo el conocimiento (Redelman et al., 2012; Tan et al., 2020).

El aprendizaje activo “práctico”, para la enseñanza de biología a estudiantes de secundaria, ayuda a los estudiantes a comprender y dominar conocimientos y mejora el rendimiento académico (Lazarowitz y Naim, 2013).

Un caso curioso es el trabajo de Tan et al., (2020) donde comparan el uso de dos metodologías activas, indagación invertida e indagación no invertida, ambos grupos mejoraron significativamente la comprensión conceptual de los temas de biología tratados, pero no hubo diferencias entre grupos, salvo que en el grupo de indagación invertida se usaron redes sociales como medio de instrucción y esto logró que los estudiantes participasen de forma más activa en el proceso.

El uso de metodologías activas, en el aprendizaje de biología en las escuelas de secundaria, es mucho más beneficioso cuando los entornos del aula se mejoran a través del uso de herramientas tecnológicas y los alumnos son asistidos por adultos o expertos, entre los que están otros compañeros con más capacidad y los docentes, para lograr lo que está más allá de su capacidad de lograr de forma independiente (Shin et al., 2020).

## **2. Conocimiento y uso de metodologías activas por los docentes**

La enseñanza, es una vía de doble sentido, los profesores deben dominar múltiples conocimientos y desarrollar grandes capacidades y habilidades pedagógicas, para identificar las necesidades de los estudiantes y facilitar su aprendizaje. Es muy importante que el docente sepa identificar la comprensión de los estudiantes, para que pueda cambiar de estrategia y/o forma de instrucción en caso de necesidad, aunque a veces los docentes no adoptan cambios para confrontar las necesidades de los estudiantes (Park y Chen, 2012).

El uso de metodologías activas requiere que los docentes rediseñen el enfoque de lo que se hace en el aula y redefinan las interacciones entre los participantes de la clase (O’Leary y Stier, 2010).

Algunos de los factores que contribuyen a un rendimiento deficiente en biología incluyen formación docente inadecuada, falta de enseñanza basada en indagación, insuficientes actividades prácticas y que los estudiantes opinan que la biología es aburrida o demasiado difícil. La elección de temas y enfoques, que los estudiantes de secundaria pueden relacionar con situaciones de la vida real, aumenta su interés (Digiovanni et al., 2010), motivación y rendimiento en la asignatura de biología y

promueve habilidades de pensamiento en los estudiantes (Kwiek et al., 2007; Styer, 2009). En el estudio de Kwiek et al., (2007) los docentes asisten a talleres de formación para elaborar programas donde se relacionen situaciones de la vida real, con unidades específicas del currículo de biología. En estos talleres discuten sobre como incluir estos temas en un currículo ya saturado y colaboran en el desarrollo de actividades de aula y laboratorio que apoyen cada módulo, aunque la mayoría de los asistentes no los utilizan en sus aulas por falta de tiempo, pero sí se ha visto que el uso de módulos experimentales aumenta el rendimiento de los estudiantes.

Se ha comprobado que el uso de ejercicios de laboratorio informatizados en las clases de biología aumenta el interés de los estudiantes, pero su introducción en el aula es compleja, por los posibles obstáculos técnicos y organizativos, por ello muchos docentes no los usan, a pesar de tener las herramientas para hacerlo y por falta de tiempo (Sorgo et al., 2008).

Según el trabajo de Jaipal (2010), muchos docentes de secundaria están de acuerdo con el cambio metodológico para la enseñanza de las ciencias y, consideran que, los pequeños cambios en la práctica docente pueden impulsar una reforma gradual. Su trabajo se centra en la utilidad del discurso docente a la hora de “iluminar” el aprendizaje de los estudiantes en relación con la enseñanza de un concepto biológico específico, de tal forma que los estudiantes puedan crear o construir conceptos por sí mismos.

Osler et al., (2012) realizaron un trabajo sobre la percepción de los docentes en el uso de módulos tecnológicos (computarizados), de diversas asignaturas de ciencias en escuelas de secundaria, con el fin de mejorar el aprendizaje de los alumnos. Al implementar estos módulos en las aulas, los docentes se encontraron con 3 barreras principales, que eran:

- el acceso a ordenadores o aulas de informática
- el miedo al uso de la tecnología, ya que carecen de ayuda personalizada, lo cual hace que sean reacios a utilizar este tipo de metodologías innovadoras
- y el acceso a redes o sistemas informáticos que están obsoletos

El uso de estas herramientas facilita el aprendizaje basado en la investigación, la colaboración y la resolución de problemas. Se sabe que el uso de la tecnología en

ciencias, tiene un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes, pero su uso en el aula por parte de los docentes aún es muy limitado.

La falta de éxito de muchos proyectos innovadores en biología, se atribuye a que los docentes son incapaces de implementar la innovación de forma adecuada, por carencia de desarrollo profesional. Esto sugiere que la capacitación tecnológica previa es clave para desbloquear la competencia tecnológica y que los docentes adquieran fluidez tecnológica. Puesto que además, reconocen la importancia de la tecnología como agente motivador, una buena herramienta de instrucción y que es una parte esencial en las aulas de nuestro siglo (Osler et al., 2012). Los docentes deben recibir formación previa sobre cómo implementar metodologías activas en las aulas, para cumplir los objetivos de forma satisfactoria y, poder así, guiar a los estudiantes en la construcción de su aprendizaje (Lazarowitz y Naim, 2013; Ping et al., 2020). Según William et al., (2019) las necesidades laborales de las futuras generaciones requieren de un cambio significativo en la instrucción y en el aprendizaje en las aulas, y para ello, una estrategia crítica es el desarrollo profesional docente en el uso de nuevos materiales y en la implementación de prácticas educativas, que deben facilitar y respaldar los sistemas educativos. En su estudio examinan los cambios pedagógicos de la educación en biología, en escuelas de secundaria, aportando material curricular y fortaleciendo las habilidades pedagógicas de los docentes en la implementación, lo cual mejora significativamente el crecimiento pedagógico de los docentes.

Según Alsarayreh (2021) el papel de un docente activo en el proceso educativo es: animar y ayudar a los alumnos a aprender activamente de forma individual o en grupo, ofreciendo ejercicios y actividades dentro y fuera del aula para aumentar su comprensión, trabajar para crear un entorno educativo adecuado para el proceso y escuchar de forma activa para discutir con ellos conceptos, ideas y opiniones.

### **3. Estudiar los posibles beneficios de un cambio metodológico en las aulas**

El cambio metodológico en las aulas hacia el uso de metodologías activas para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de biología y geología, requiere un proceso de transición en el cual, los estudiantes necesitan orientación sobre el contenido y, tanto alumnos como docentes, un tiempo para poder ajustarse al nuevo estilo de enseñanza (O'Leary y Stier, 2010; Pring et al., 2020). Muchos docentes de secundaria están de acuerdo con que debe hacerse un cambio metodológico en la

enseñanza de biología y geología y, que los pequeños cambios que ellos realicen en su método, ayudarán a impulsar una reforma gradual (Jaipal, 2010). Para que los estudiantes puedan lograr unos objetivos de forma satisfactoria, antes de implementar una herramienta metodológica activa, los alumnos deben de practicar y familiarizarse con ella (Haelermans et al., 2015; Wekesa y Ongunya, 2016). De este modo se podrán conocer los verdaderos beneficios que aporta el cambio metodológico y, que un fracaso en la implementación no pueda deberse al mal uso de la herramienta o al desconocimiento adecuado de su uso.

Son varios los autores que han visto que el uso de metodologías activas en las aulas, en comparación con el método tradicional, mejora el rendimiento académico de los estudiantes y hace que desarrollen una actitud positiva hacia la asignatura de biología (O'Leary y Styer, 2010; Wekesa y Ongunya, 2016).

Actualmente, los sistemas educativos se ven obligados a cambiar para cumplir con los estándares establecidos por los gobiernos y para satisfacer las necesidades de los estudiantes y de la sociedad. Por ello, las escuelas, ven la necesidad de cambiar hacia un plan de estudios más orientado a lo digital, que además podría conducir a un mayor compromiso y motivación de los estudiantes y a la disminución del abandono escolar. El hecho de poder introducir la digitalización en el aula depende de varios factores, como la disponibilidad de ordenadores, pero uno importante es si el docente domina las habilidades digitales para poder implementarlas o si está dispuesto a realizar un esfuerzo adicional (Haelermans et al., 2015). Son varios los autores que observan mejoras en el aprendizaje de biología en secundaria, cuando en el aula se usan métodos de aprendizaje digitales, en comparación con la enseñanza tradicional (Haelermans et al., 2015). Pero dentro de la asignatura de biología y geología, existen temas controvertidos de tipo socio-científico, como pueden ser el “desarrollo sostenible” o “el agua”, en los cuales se ha visto que, el rendimiento de los estudiantes es mayor o mejora cuando la implementación tiene un enfoque dirigido y centrado en el maestro, que de manera efectiva inicia y gestiona los debates (Goldschmidt et al., 2016).

## 6. CONCLUSIONES

### 1. Conocer/valorar el beneficio del uso de metodologías activas en el aprendizaje de biología.

- El uso en las aulas de metodologías activas, basadas en situaciones de la vida real, mejora la actitud de los alumnos hacia la asignatura y su rendimiento académico.
- Formar a estudiantes y profesores en el uso de este tipo de metodologías es fundamental para lograr los objetivos.
- Las metodologías activas que implican el uso de herramientas tecnológicas, mejora mucho más el rendimiento de los estudiantes y su motivación hacia la asignatura de biología.

### 2. Conocimiento y uso de metodologías activas por los docentes

- El acceso y la preparación tecnológica, junto con la percepción de los docentes sobre la tecnología, siguen siendo problemas que deben abordarse al implementar el uso de la tecnología como una herramienta útil en el proceso de enseñanza-aprendizaje de biología.
- Muchos proyectos innovadores, que utilizan metodologías activas, fracasan porque no se implementan de forma adecuada, de ahí la necesidad del desarrollo profesional de los docentes.
- El sistema educativo debe apoyar y promover el diseño de programas de formación docente enfocados a la implementación de metodologías activas, con el fin de promover el aprendizaje de los estudiantes.

### 3. Estudiar los posibles beneficios de un cambio metodológico en las aulas

- Para que el uso de las metodologías activas resulte beneficioso es necesario un tiempo de adaptación, por parte de docentes y alumnos.
- El uso de metodologías activas hace que los alumnos desarrollen una actitud más positiva hacia la asignatura de biología y geología y, su rendimiento académico mejore.

En mi opinión, el trabajo de revisión realizado tiene todas las características para cubrir los objetivos planteados. Como docente me gustaría plasmar un poco mi experiencia respecto al tema. El cambio metodológico puede resultar beneficioso en

nuestras aulas, siempre y cuando se realice de forma correcta y consigamos captar la atención de los alumnos para participar. Aunque considero que, siempre debemos tener presente a quien nos dirigimos cuando vamos a enseñar. No es lo mismo trabajar en un colegio de élite, en el cual todos o casi todos los alumnos van a disponer, tanto en el aula como en sus casa, de un montón de herramientas tecnológicas que le van a permitir poder desarrollar muchas metodologías activas. Además, en este tipo de escuelas, las familias suelen tener preparación superior y conocimientos para poder ayudar y guiar a los alumnos, y en caso de no ser así, tiene los medios para buscar la ayuda. Sin embargo, en otras escuelas, situadas en entornos mucho menos favorecidos y con familias muy desestructuradas, como es el caso del centro en el cual he desarrollado mis prácticas, implementar una experiencia con metodologías activas resulta mucho más complejo. No sólo por la falta de medios digitales, sino porque los intereses y sus problemas del alumnado, no permiten que puedan centrarse en su formación, para muchos el colegio es una “cárcel” a la que deben ir porque se les obliga y no consiguen ver lo bueno que les puede aportar. Como docente creo que debemos enseñar a nuestros alumnos, que no importan nuestras circunstancias, que tener formación nos va a dar opciones en la vida y que estas opciones siempre nos van a ayudar a mejorar a nivel personal y profesional.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acar, B. y Tarhan, L. (2008). Effects of cooperative learning on students' understanding of metallic bonding. *Research in Science Education*, 38(4), 401-420.  
<http://dx.doi.org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1007/s11165-007-9054-9>
- Al-Ahmad, W. (2010). The importance of introducing a course on information and communication technologies for development into the information technology curriculum. *International Journal of Education and Development using ICT*, 6(1), 66-75.
- Alsarayreh, R. S. (2021). Developing critical thinking skills towards biology course using two active learning strategies. *Kıbrıslı Eğitim Bilimleri Dergisi*, 16(1), 221-237.  
<https://doi.org/10.18844/cjes.v16i1.5521>
- Al-Sayed, R. (2006). *Monitoring the emergence of a knowledge community: a corpus-based approach*. University of Surrey (United Kingdom).
- Balfakih, N. M. (2003). The effectiveness of student team-achievement division (STAD) for teaching high school chemistry in the United Arab Emirates. *International journal of science education*, 25(5), 605-624.
- Bawaneh, A. K., Zain, A. N. y Saleh, S. (2010). Investigating tenth grade Jordanian Students' thinking styles based on Herrmann's Whole Brain Model for the purpose of developing new teaching method in modifying science misconceptions. *Educational Research*, 1(9), 363-372.
- Berge, Z. L. (2002). Active, interactive, and reflective elearning. *The Quarterly Review of Distance Education*, 3(2), 181-190.
- Chang, C. Y. y Mao, S. L. (1999). Comparison of Taiwan science students' outcomes with inquiry-group versus traditional instruction. *The Journal of Educational Research*, 92(6), 340-346.
- Costillo, E., Borrachero, B., Cubero, J. y Nuñez, D. (2013). Conductas docentes de profesores de secundaria en formación en las salidas al medio natural frente a sus concepciones. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 866-870.
- Cunningham, S. C., McNear, B., Pearlman, R. S. y Kern, S. E. (2006). Beverage-agarose gel electrophoresis: an inquiry-based laboratory exercise with virtual adaptation. *CBE—Life Sciences Education*, 5(3), 281-286.  
<http://dx.doi.org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1187/cbe.06-01-0139>
- del Castillo, M. J. L. (2018). Origen y desarrollo de las metodologías activas dentro del sistema educativo español. *Encuentro Journal*, 27(1), 4-21.
- Diego-Mantecón, J. M., Blanco, T. F., Ortiz-Laso, Z. y Lavicza, Z. (2021). STEAM projects with KIKS format for developing key competences. *Comunicar*, 29(66), 33-43.
- Digiovanni, N., Henley, C. y Digiovanni, J. P. (2010). Adopt-a-bud project: an exercise in observation of a tree bud from Winter until sprout completion. *The American biology Teacher*, 72(6), 357-360.
- Dumais, N. y Hasni, A. (2009). High school intervention for influenza biology and epidemics/pandemics: impact on conceptual understanding among adolescents. *CBE—Life*

- Sciences Education*, 8(1), 62-71.  
<http://dx.doi.org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1187/cbe.08-08-0048>
- Ergazaki, M., Zogza, V. y Komis, V. (2007). Analysing students' shared activity while modeling a biological process in a computer-supported educational environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23(2), 158-168.  
<http://dx.doi.org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1111/j.1365-2729.2006.00214.x>
- Ezquerro, Á., Manso, J., Burgos, M. y Hallabrin, C. (2014). Creation of audiovisual presentations as a tool to develop key competences in secondary-school students. A case study in science class. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology*, 10(4), 155-170.
- Faro, S. y Swan, K. (2006). An investigation into the efficacy of the studio model at the high school level. *Journal of Educational Computing Research*, 35(1), 45-59.  
<http://baywood.metapress.com.ezproxy.universidadeuropea.es/openurl.asp?genre=article&id=doi:10.2190/G6P7-1731-X1H7-38U2>
- Gil, J. M. S. y Gorospe, J. M. C. (2010). Cambio y continuidad en sistemas educativos en transformación Change continuity in changing education systems. *Consejo de dirección/managing board*, 352, 17-21.
- Goldschmidt, M., Scharfenberg, F. J. y Bogner, F. X. (2016). Instructional efficiency of different discussion approaches in an outreach laboratory: Teacher-guided versus student-centered. *The journal of educational research*, 109(1), 27-36.  
<http://dx.doi.org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1080/00220671.2014.917601>
- Haelermans, C., Ghysels, J. y Prince, F. (2015). Increasing performance by differentiated teaching? Experimental evidence of the student benefits of digital differentiation. *British Journal of Educational Technology*, 46(6), 1161-1174.  
<http://dx.doi.org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1111/bjet.12209>
- Hanze, M. y Berger, R. (2007). Cooperative learning, motivational effects, and student characteristics: An experimental study comparing cooperative learning and direct instruction in 12th grade physics classes. *Learning and instruction*, 17(1), 29-41.  
<http://dx.doi.org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1016/j.learninstruc.2006.11.004>
- Jaipal, K. (2010). Meaning making through multiple modalities in a biology classroom: A multimodal semiotics discourse analysis. *Science education*, 94(1), 48-72. <http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1002/sce.20359>
- Johnson, E. J. (2010). College online developmental reading instruction: Creating a path to independent and active learning. *NADE Digest*, 5(2), 47-55.
- Koseoglu Inar, P. y Efendioğlu Kin, A. (2015). Can a Multimedia Tool Help Students' Learning Performance in Complex Biology. *South African Journal of Education*, 35(4), 1.
- Kwiek, N. C., Halpin, M. J., Reiter, J. P., Hoeffler, L. A. y Schwartz-Bloom, R. D. (2007). Pharmacology in the high-school classroom. *Science*, 317(5846), 1871-1872.
- Lazarowitz, R. y Naim, R. (2013). Learning the cell structures with three-dimensional models: Students' achievement by methods, type of school and questions' cognitive level. *Journal of*

- Science Education and Technology*, 22(4), 500-508.  
<http://dx.doi.org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1007/s10956-012-9409-5>
- López-Pastor, V. M. (2011). El papel de la evaluación formativa en la evaluación por competencias: aportaciones de la red de evaluación formativa y compartida en docencia universitaria. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 9(1).
- Lorenz, C. (2006). Will the Universities Survive the European Integration? Higher Education Policies in the EU and in the Netherlands before and after the Bologna Declaration. *Sociología internacionalis*, 44(1), 123.
- McKillican, A. (2020). The Educational Ontology of Paulo Freire and the Voices of Irish Adult Educators. *Adult Learner: The Irish Journal of Adult and Community Education*, 121, 140.
- O'Leary, S. y Styer, S. C. (2010). Assessing Differences in Students' Experiences in Traditional versus Scientific Teaching-Based Biology Course. *NCSSMST Journal*, 15(2), 17-20.
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, núm 25, Madrid, 29 de enero de 2015, pp. 6986-7003.
- Osler, J. E., Hollowell, G. P. y Nichols, S. M. (2012). Technology Engineering in Science Education: Where Instructional Challenges Interface Nonconforming Productivity to Increase Retention, Enhance Transfer, and Maximize Student Learning. *Journal of Educational Technology*, 9(2), 31-39.
- Osmani, M., Hindi, N. M. y Weerakkody, V. (2018). Developing employability skills in information system graduates: Traditional vs. innovative teaching methods. *International Journal of Information and Communication Technology Education (IJICTE)*, 14(2), 17-29.
- Özalemdar, L. (2021). The Effect on Environmental Attitude of the Active Learning Method Applied in Teaching the Biology Topic" Current Environmental Issues and Human" for 10th Grade Students. *Journal of Turkish Science Education*, 18(2), 276-289.
- Page, M. (1990). Active Learning: Historical and Contemporary Perspectives [tesis de maestría/doctorado no publicada].
- Park, S. y Chen, Y. C. (2012). Mapping out the integration of the components of pedagogical content knowledge (PCK): Examples from high school biology classrooms. *Journal of research in science teaching*, 49(7), 922-941.  
<http://dx.doi.org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1002/tea.21022>
- Ping, I. L. L., Halim, L. y Osman, K. (2020). Explicit Teaching of Scientific Argumentation as an Approach in Developing Argumentation Skills, Science Process Skills and Biology Understanding. *Journal of Baltic Science Education*, 19(2), 276-288.
- Real Decreto 1105/2015, del 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 3, Madrid, 3 de enero de 2015.
- Redelman, C. V., Hawkins, M. A., Drumwright, F. R., Ransdell, B., Marrs, K. y Anderson, G. G. (2012). Inquiry-based examination of chemical disruption of bacterial biofilms. *Biochemistry*

- and Molecular Biology Education*, 40(3), 191-197.  
<http://dx.doi.org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1002/bmb.20595>
- Salybekova, N., Issayev, G., Abdrassulova, Z., Bostanova, A., Dairabaev, R. y Erdenov, M. (2021). Pupils' research skills development through project-based learning in biology. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 16(3), 1106-1121.
- Scimago Journal y Country Rank. (2020). Recuperado de <https://www.scimagojr.com>
- Serna Gómez, H., Díaz Peláez, A., Arias, J. D. B., Ramos, C. E. P., Myer, P. J. P., Palacio, O. A. G. y Ceballos, E. J. A. (2013). *Metodologías activas del aprendizaje*. Fondo editorial; Cátedra María Cano.
- Shin, S., Brush, T. A. y Glazewski, K. D. (2020). Examining the hard, peer, and teacher scaffolding framework in inquiry-based technology-enhanced learning environments: impact on academic achievement and group performance. *Educational Technology Research and Development*, 68(5), 2423-2447. <http://dx.doi.org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1007/s11423-020-09763-8>
- Šorgo, A. (2006). Dichotomous identification keys: A ladder to higher order knowledge about the human body. *Science Activities*, 43(3), 17-20.  
<http://heldref.metapress.com.ezproxy.universidadeuropea.es/openurl.asp?genre=article&id=doi:10.3200/SATS.43.3.17-20>
- Sorgo, A., Hajdinjak, Z. y Briski, D. (2008). The journey of a sandwich: computer-based laboratory experiments about the human digestive system in high school biology teaching. *Advances in physiology education*, 32(1), 92-99.  
<http://dx.doi.org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1152/advan.00035.2007>
- Spiegel, C. N., Alves, G. G., Cardona, T. D. S., Melim, L. M., Luz, M. R., Araújo-Jorge, T. C. y Henriques-Pons, A. (2008). Discovering the cell: an educational game about cell and molecular biology. *Journal of Biological Education*, 43(1), 27-36.  
<http://www.informaworld.com/openurl?genre=article&id=doi:10.1080/00219266.2008.9656146>
- Styer, S. (2009). Constructing and using case studies in genetics to engage students in active learning. *American Biology Teacher* (National Association of Biology Teachers). *Case studies in genetics*. 71(3), 142-143.
- Tan, R. M., Yangco, R. T. y Que, E. N. (2020). Students' conceptual understanding and science process skills in an inquiring-based flipped classroom environment. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 17(1), 159-184.
- Topping, K. (2011). Primary–secondary transition: Differences between teachers' and children's perceptions. *Improving schools*, 14(3), 268-285.
- Václavíková, Z. (2013). 14 Science education-formal versus informal education. *New Challenges in Education*, 260.
- Valverde-Crespo, D., Pro-Bueno, A. D. y González-Sánchez, J. (2018). La competencia informacional-digital en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria obligatoria actual: una revisión teórica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(2), 2105-2120.

- Vekli, G. S. (2019). An Activity Based on Inquiry Driven Science In Nature: Biodiversity is Under Threat At National Park!. *Journal of Inquiry Based Activities*, 9(2), 150-163.
- Wekesa, N. W. y Ongunya, R. O. (2016). Project based learning on students' performance in the concept of classification of organisms among secondary schools in Kenya. *Journal of Education and Practice*, 7(16), 25-31.
- Williams, T., Singer, J., Krikorian, J., Rakes, C. y Ross, J. (2019). Measuring pedagogy and the integration of engineering design in STEM classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 28(3), 179-194.  
<http://dx.doi.org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1007/s10956-018-9756-y>

**Nota:** NEU, esta revista en su página oficial no tiene URL.