



Revista de Estilos de Aprendizaje / Journal of Learning Styles

ISSN: 1988-8996 / ISSN: 2332-8533

Mejora del Pensamiento Crítico en alumnos de ESO a través del Aprendizaje Basado en Problemas en un entorno STEAM

Amaya Satrústegui Moreno

Universidad de Zaragoza, UNIZAR, España

asatrustegui@unizar.es

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9679-4287>

Ester Mateo González

Universidad de Zaragoza, UNIZAR España

emateog@unizar.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2597-7585>

Received: 14 July 2023 / Accepted: 3 November 2023

Resumen

En un entorno en constante transformación, resulta fundamental que los estudiantes desarrollen habilidades de pensamiento crítico para tomar decisiones fundamentadas. En los últimos años han surgido enfoques educativos que fomentan la indagación del alumnado y se alinean con los principios de la educación STEAM. Un ejemplo de estas estrategias es el Aprendizaje Basado en Problemas, el cual permite a los estudiantes enfrentarse a desafíos y situaciones reales, aplicando su conocimiento científico, habilidades tecnológicas, razonamiento matemático, pensamiento crítico y creatividad. El propósito de este estudio consiste en examinar la evolución del pensamiento crítico en un grupo de estudiantes de 4º de Educación Secundaria Obligatoria durante un año académico. En dicho periodo, se implementó una secuencia didáctica fundamentada en el Aprendizaje Basado en Problemas, en un entorno STEAM que fomentaba la autonomía de los estudiantes. Con el fin de llevar a cabo el análisis, se evaluaron diversos aspectos del pensamiento crítico, como la capacidad de evaluación, análisis, síntesis y construcción de argumentos. Los resultados obtenidos revelaron una mejora general en el pensamiento crítico de los estudiantes. Éstos demostraron facilidad para sintetizar el proceso seguido, pero presentaron dificultades al determinar la relevancia y fiabilidad de la información utilizada para respaldar sus conclusiones.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Problemas; Educación Secundaria; STEAM; Pensamiento Crítico

[en] Improving Critical Thinking in Secondary School students through Problem Based Learning in a STEAM environment

Abstract

In a constantly changing environment, it is essential for students to develop critical thinking skills to make informed decisions. In recent years, educational approaches that promote student inquiry and align with the principles of STEAM education have emerged. One example of such strategies is Problem-Based Learning, which allows students to tackle real challenges and situations by applying their scientific knowledge, technological skills, mathematical reasoning, critical thinking, and creativity. The purpose of this study is to examine the evolution of critical thinking in a group of 10th-grade students throughout an academic year. During this period, a problem-based learning instructional sequence was implemented in a STEAM environment that fostered student autonomy.

To conduct the analysis, various aspects of critical thinking were evaluated, including the ability to evaluate, analyze, synthesize, and construct arguments. The results revealed an overall improvement in students' critical thinking. They demonstrated ease in synthesizing the process followed, but encountered difficulties in determining the relevance and reliability of the information used to support their conclusions.

Keywords: Problem-Based Learning; Secondary Education; STEAM; Critical Thinking

Sumario: 1. Introducción. 2. Metodología. 2.1. Muestra. 2.2. Instrumentos. 2.3. Diseño y desarrollo de la secuencia didáctica. 3. Resultados. 3.1. Resultados generales. 3.2. Categoría de evaluación. 3.3. Categoría de análisis. 3.3. Categoría de síntesis. 3.4. Categoría de estructura. 3.5. Categoría de validez. 4. Discusión. 5. Conclusiones. Referencias.

1. Introducción

En una sociedad sobre-informada y en constante cambio es fundamental una ciudadanía con pensamiento crítico para poder resolver problemas eligiendo soluciones de manera razonada y basándose en juicios fundamentados (Bonafide et al., 2021; Olivares y López, 2017). Por ello, en Educación Secundaria Obligatoria es recomendable enseñar al alumnado a analizar la información que les llega y tomar decisiones de manera argumentada olvidando los prejuicios y las explicaciones no contextualizadas o meramente descriptivas (Reynders et al., 2020; Torres y Solber, 2016). Esta estrategia no sólo les ayudará a resolver problemas aumentando su pensamiento creativo y su rendimiento académico (Wicaksana et al., 2020), si no que les facilitará un aprendizaje significativo al tener que relacionar la nueva información con los conocimientos ya almacenados en la memoria (Uyar et al., 2018).

Para considerar que una persona tiene sentido crítico, debe ser capaz de evaluar la calidad, la pertinencia y la exactitud de la información antes de utilizarla para avalar sus conclusiones. En segundo lugar, debe poder recuperar sus conocimientos previos para interpretar la información y, de esa manera, reconocer patrones o explicarla con sus propias palabras. Además, debe identificar las relaciones que existen entre diferentes piezas de información para poder organizarla de manera que sea útil y formar argumentos bien estructurados y válidos (Reynders et al., 2020). Por ello, alguno de los aspectos inherentes al pensamiento crítico que lo representan y que han sido comúnmente aceptados son, la evaluación, el análisis y la síntesis de la información utilizada, así como la formación de argumentos (Danczak et al., 2017).

Una de las herramientas imprescindibles para conseguir ciudadanos más críticos, comprometidos y que tomen decisiones de manera responsable, es la alfabetización científica (CRUE, 2021). Sorprendentemente, la manera en la que tradicionalmente se enseñan las ciencias no ha ido en ese sentido (Pozo y Gómez-Crespo, 2010). Afortunadamente para la sociedad, desde hace unos años han aparecido estrategias de enseñanza como el Aprendizaje Basado en Indagación (ABI) que han dado un giro a la situación (Romero-Ariza, 2017). La finalidad del ABI es hacer que los alumnos sean

protagonistas de su aprendizaje haciéndose preguntas, diseñando experimentos, contrastando pruebas y cuestionándolas (Caballero y Díaz, 2018; Martínez-Chico et al., 2015). De esta manera, se estructuran las instrucciones emulando las fases o etapas de una investigación científica real (García-Contreras, 2008; Couso, 2014) y, por lo tanto, desarrollando las destrezas científicas del alumnado. Esta metodología propone experiencias docentes en las que tiene una gran importancia la indagación y la experimentación, siguiendo las recomendaciones del informe ENCIENDE, realizado en España por expertos (Romero-Ariza, 2017) y, por ello, ha sido la elegida por la Unión Europea como idónea para la educación en ciencias (Abril-Gallego et al., 2014). Además, está acorde con la nueva normativa educativa en España que promueve la realización de actividades para las que sea necesario utilizar los conocimientos previos adquiridos a lo largo de toda la escolaridad y aplicarlos a contextos reales o simulados (Maggioli, 2023) para que los discentes puedan enfrentarse a los nuevos retos que se encuentren en su vida real.

Uno de los problemas del ABI es la dispersión de intervenciones docentes que estas siglas engloban. Por ello, Prieto et al. (2014) realizaron una clasificación de estas estrategias según el nivel de desafío para el alumno. Esta lista partía de los métodos inductivos “light”, de los que puede ser un ejemplo la Flipped Classroom, y llegaba a la mayor dificultad del reto con el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Esta metodología promueve el aprendizaje significativo y activo del estudiante a través de problemas contextualizados (Barrows, 1986). A través de estos problemas se pueden integrar las habilidades y conocimientos propios de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas, alineándose perfectamente con los objetivos de un enfoque STEAM (Science, Technology, Engineering, Art y Maths) (Couso, 2017). De esta manera, han ido apareciendo este tipo de estrategias, desde las primeras etapas de la educación hasta la universitaria con la finalidad de preparar al estudiantado para una sociedad en constante evolución tanto tecnológica como científica (Biel-Maeso et al, 2022).

Aunque la incorporación de este tipo de metodologías está cobrando cada vez más peso en el contexto escolar, es preciso tener en cuenta que su implementación se debe realizar de manera gradual (López-Banet et al., 2023). Es por ello que el National Research Council (2012), en Estados Unidos, propusieron una progresión en los niveles de competencias científicas a lo largo de la etapa escolar. Además, se pueden encontrar diferentes tipos de indagación dependiendo del andamiaje proporcionado por el docente y, por lo tanto, del grado de autonomía que adquieren los alumnos a la hora de hacer preguntas y responderlas (Windschitl, 2002). De esta manera, se pueden dividir en cuatro niveles (Tabla 1). En la indagación confirmatoria es el docente el que plantea la cuestión a trabajar, el procedimiento a seguir e incluso su solución, siendo el alumno, simplemente responsable de confirmarla siguiendo las instrucciones detalladas que les han sido indicadas. En la indagación estructurada, los alumnos no conocen la respuesta al dilema que se les plantea, pero siguen teniendo el procedimiento para poder alcanzarlo. En el siguiente nivel se encuentra la indagación guiada, en la que el docente solo les formula la pregunta, pero son los alumnos los que deben diseñar el procedimiento de investigación y proporcionar unas conclusiones. Por último, en la indagación abierta es el discente el responsable de la investigación desde el principio, debiendo formular la pregunta de investigación y desarrollar el proyecto hasta llegar a sus conclusiones (Vorholzer y von Aufschnaiter, 2019).

Tabla 1.

Tipos de indagación según el grado de autonomía del discente.

Tipos de indagación	¿Plantea el alumno la pregunta y la hipótesis?	¿El procedimiento ha sido diseñado por el alumno?	¿El alumno proporciona la solución y los resultados?
<i>Confirmatoria</i>	<i>No</i>	<i>No</i>	<i>No</i>
<i>Estructurada</i>	<i>No</i>	<i>No</i>	<i>Si</i>
<i>Guiada</i>	<i>No</i>	<i>Si</i>	<i>Si</i>
<i>Abierta</i>	<i>Si</i>	<i>Si</i>	<i>Si</i>

Bonafide et al. (2021), al hacer una revisión de diferentes estudios que relacionaban la implementación del ABP con la mejora del pensamiento crítico de los estudiantes, observaron que este modelo era eficaz en todos los niveles educativos, aunque, los grados de mejora de las habilidades de pensamiento crítico, varían debido a factores tanto internos (salud, talento o interés) como a valores externos (factores ambientales, escuela o familia). Además, está bien documentada la relación existente entre el uso de actividades que favorezcan la reflexión sobre controversias sociocientíficas con la mejora de la competencia argumentativa del alumnado (Brocos y Jiménez-Aleixandre, 2020; Magureri et al., 2017) y, de esta manera, el desarrollo de su pensamiento crítico. En otro orden de cosas, existen estudios que indican la importancia de fomentar la educación interdisciplinar de las ciencias a través del ABP para impulsar el pensamiento crítico y alimentar una actitud positiva hacia áreas STEM (Rehmat y Hartley, 2020) y de esta manera mejorar la alfabetización científica. Por otro lado, también existen artículos que indican que el ABP no mejora ni el pensamiento crítico ni el conocimiento de los estudiantes de manera diferente a como lo hace un método de aprendizaje convencional (Manuaba et al., 2022).

Debido a la importancia del desarrollo del pensamiento crítico en el alumnado, su relación con la alfabetización científica y la controversia existente sobre la utilización del ABP para la mejora de ambos, el objetivo de nuestro escrito es analizar la evolución del pensamiento crítico en discentes que trabajan con ABP a lo largo de un curso completo de Educación Secundaria Obligatoria en un entorno STEAM.

2. Metodología

2.1. Muestra

En el presente estudio participa un grupo de 17 alumnos (11 chicas y 6 chicos con edades comprendidas entre los 15 y los 16 años de edad) que cursaron 4º de Educación Secundaria Obligatoria durante el curso 2021-2022 en un centro educativo de Zaragoza (España). Todos ellos cursaban la asignatura de Cultura Científica (bilingüe) y estaban organizados en parejas o tríos. La selección de la muestra fue accidental debido a que una de las autoras fue la docente responsable de impartir la asignatura mencionada con anterioridad, en la que se llevó a cabo la implementación del ABP durante el curso completo.

Ninguno de los alumnos había participado en secuencias didácticas basadas en problemas anteriormente ya que la mayor parte de la docencia del centro objeto de estudio es la clase magistral interactiva. En esta metodología, aunque se basa en la exposición de los contenidos por parte del docente, éste interactúa con el alumnado constantemente haciéndoles preguntas y proponiendo ejercicios que deben resolver (Berbén et al., 2007; Sánchez, 2011).

2.2. Instrumentos

Como instrumento de análisis se empleó la rúbrica desarrollada por Reynders et al. (2020), la cual fue adaptada al caso de estudio utilizando las pautas propuestas por Ferrés (2015) y se modificó según las necesidades específicas de este estudio (Tabla 2). Esta rúbrica se utilizó para evaluar el pensamiento crítico reflejado en los portafolios que los estudiantes completaron durante la resolución de los distintos problemas planteados. Para cada problema, se realizaron ajustes en las definiciones de los valores de las categorías, considerando sus características particulares y requerimientos específicos.

Tabla 2.

Categorías de análisis utilizadas para analizar la secuencia planteada.

Categorías	Valor	Explicación
Evaluación	1	No se indica por qué se cree que las actividades que se realizan en el proyecto son idóneas para extraer información fiable y pertinente o lo hacen de manera incorrecta.
	3	Aunque se determina la pertinencia y fiabilidad de la información utilizada para reforzar las conclusiones y los argumentos, falta información importante

	5	Se determina ampliamente la pertinencia y la fiabilidad de la información que se utiliza para apoyar una conclusión o un argumento.
Análisis	1	Análisis deficiente, conclusiones no fundamentadas en datos o muy similares a los resultados sin interpretación ni análisis de datos.
	3	Análisis incompleto, poco fundamentado en los datos o con errores.
	5	Análisis de los datos bien fundamentado y conclusiones basadas en pruebas.
Síntesis	1	No existe hilo conductor para explicar el proceso seguido.
	3	Solo se utiliza un párrafo para incluir toda la información o párrafos con poca conexión.
	5	Se explica el proceso seguido utilizando un hilo conductor para incluir toda la información.
Formar argumentos (estructura)	1	Recogida y utilización de datos e información incompleta faltando información o datos de más de dos actividades.
	3	Recogida y utilización de datos e información incompleta faltando información o datos de una o dos actividades
	5	Recogida y utilización de datos e información metódica, adecuada y suficiente, aportando datos o información de todas las actividades
Formar argumentos (validez)	1	La afirmación, las evidencias y las explicaciones no son coherentes y contienen errores.
	3	La afirmación, las evidencias y las explicaciones no son coherentes.
	5	La afirmación, las evidencias y las explicaciones son coherentes.

Dado que los cuatro problemas presentaban una estructura única, se adoptó un enfoque diferenciado para realizar el análisis correspondiente. En el primer portafolio, se examinaron las seis actividades propuestas a los estudiantes, abarcando las cinco categorías de pensamiento crítico. En el segundo portafolio, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de todas las categorías, considerando tres partes diferenciadas, en las que se incluyen la exposición de experimentos realizados por el docente, el diseño y la carrera final. A continuación, en los dos portafolios anteriores, se obtuvo la puntuación global mediante el cálculo de la media aritmética de las categorías en cada actividad. Sin embargo, en los dos últimos portafolios, debido al aumento en la autonomía de los estudiantes, las actividades no presentaban una diferenciación tan marcada, lo que llevó a realizar un análisis global de las diferentes categorías en el desarrollo del problema en cuestión. Por último, para tener el dato del pensamiento crítico global, se hizo la media aritmética de todas las categorías.

El análisis fue llevado a cabo de manera independiente por dos investigadores. Posteriormente, se compararon y discutieron los resultados obtenidos, evaluando su concordancia mediante el coeficiente Kappa de Cohen, el cual arrojó un valor de 0.818, lo que indica niveles muy altos de concordancia. Finalmente, se llegó a acuerdos en los casos en los que no se había alcanzado inicialmente una coincidencia en las valoraciones.

2.3. Diseño y desarrollo de la secuencia didáctica

Para poder realizar la investigación, una vez autorizada por el centro educativo, se informó tanto a las familias como a los participantes y se les envió un consentimiento informado garantizando la confidencialidad de los datos recogidos. A lo largo de todo el proyecto se contó con la colaboración de la dirección y del profesorado del centro educativo. Además, el Comité de ética de Aragón (CEICA) aprobó su realización con el documento de número y código C.P. - C.I. PI21/351 en su reunión del día 22 de septiembre de 2021, Acta No 17/2021.

Para llevar a cabo la secuencia didáctica, en primer lugar, se realizó una introducción en la que se presentó la asignatura al alumnado. A partir de ahí, se desarrollaron cuatro problemas a lo largo de todo el curso basados en los contenidos propuestos el currículo educativo vigente en el momento (Orden ECD/489/2016). Éstos, se organizaron según complejidad y tipo de indagación, aumentando la autonomía del alumno a lo largo del año (Tabla 3).

Tabla 3.

Problemas planteados y tipo de indagación.

ABP	Problema	Tipo de indagación
1	¿Qué material utilizarías para hacer una botella de una bebida carbonada?	Estructurada
2	¿Cómo podríamos realizar el mejor paracaídas de la clase?	Guiada
3	¿Cómo podemos mejorar el colegio para que sea sostenible medioambientalmente?	Guiada
4	Salud	Abierta

3. Resultados

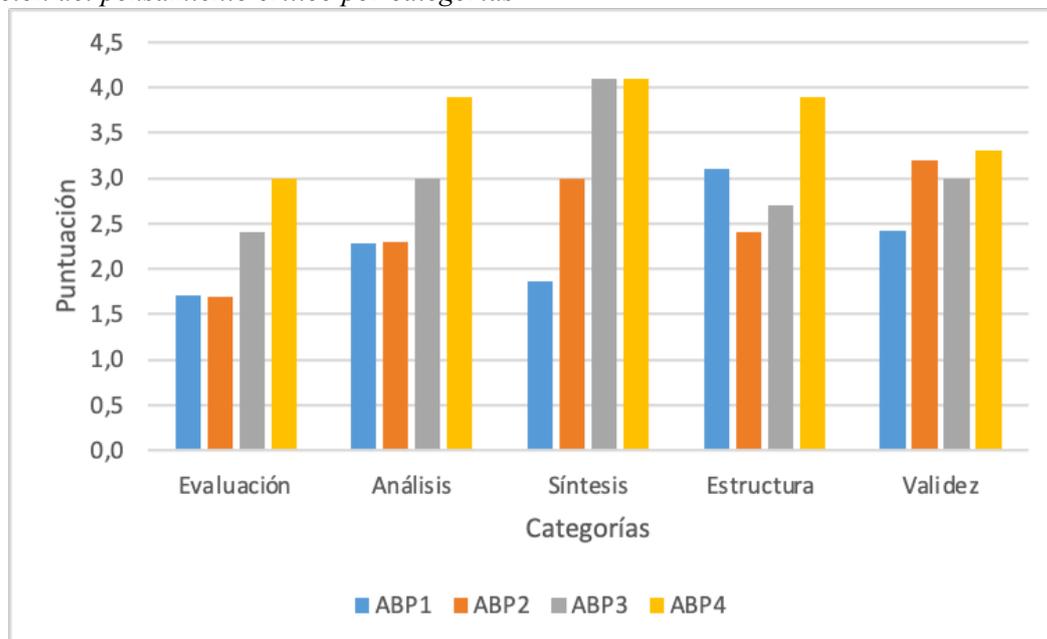
Para presentar los resultados obtenidos en el estudio, se sigue un enfoque secuencial. En primer lugar, se realiza un análisis general de los resultados obtenidos, con el fin de obtener una visión global del conjunto de datos. A continuación, se procede a analizar de manera individual las diversas categorías de pensamiento crítico, permitiendo un análisis más detallado y específico de cada una de ellas.

3.1. Resultados generales

En primer lugar, se llevó a cabo una comparación de las puntuaciones de cada una de las categorías a lo largo del curso (Figura 1). Como se puede observar, si bien todas las categorías muestran una evolución positiva desde el primer problema hasta el último, la evaluación obtiene la puntuación más baja, mientras que la síntesis es la que experimenta la puntuación más alta y una mejoría más importante.

Figura 1.

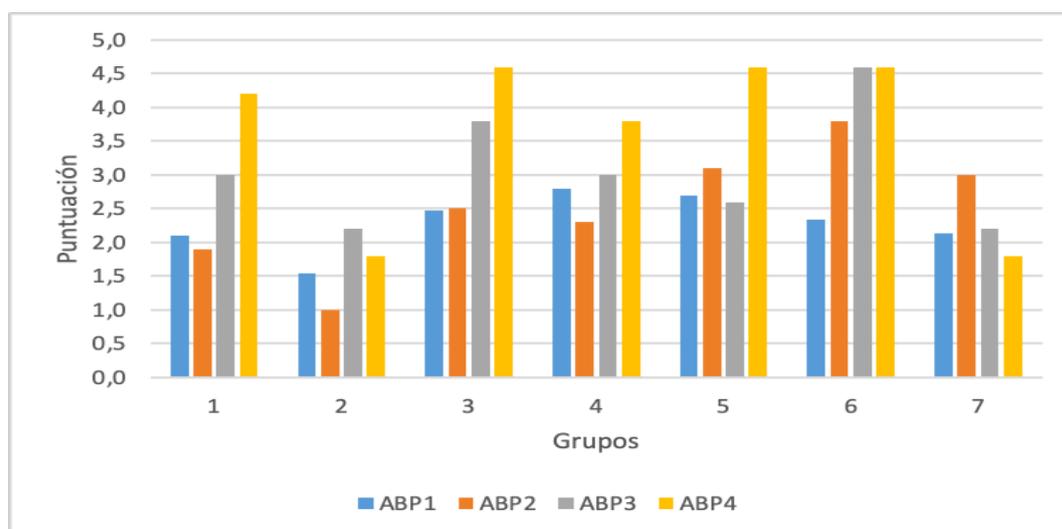
Evolución del pensamiento crítico por categorías



Al analizar la progresión del pensamiento crítico de los diferentes grupos que participaron en el estudio (Figura 2), se pueden observar diferencias considerables entre ellos. Por un lado, se observa que hay grupos que mejoran en torno a 2 puntos a lo largo del curso (1, 3, 5 y 6), mientras que en otros (grupos 2, 4 y 7), la mejoría es inferior a 1 punto, llegando a empeorar en el caso del número 7.

Figura 2.

Evolución del pensamiento crítico para cada grupo

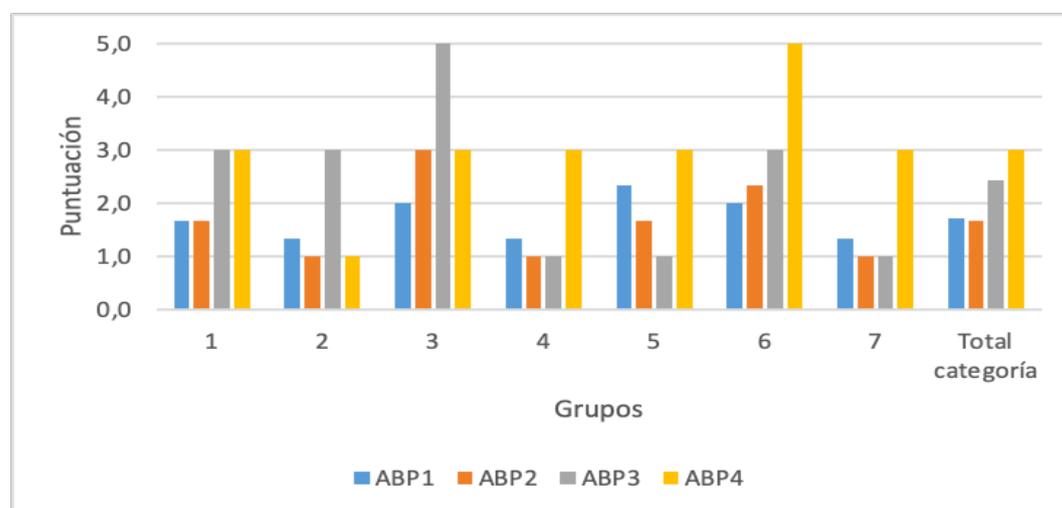


3.2. Categoría de evaluación

Al analizar individualmente cada una de las categorías, se observa que la evaluación no muestra la progresión deseada. Aunque se evidencia una mejora en cinco de los siete grupos a lo largo de la implementación de la secuencia, la mayoría de ellos no logra alcanzar puntuaciones elevadas. Además, en cuatro de estos grupos se observa un retroceso en los primeros problemas, tal como se muestra en la Figura 3.

Figura 3.

Progresión de la evaluación por grupos.



°A pesar de haberse explicado la importancia de justificar la pertinencia y la fiabilidad de la información utilizada, y de que los alumnos son conscientes de que forma parte del trabajo evaluado, en muchos de los casos, indicaron el procedimiento seguido sin comentar el motivo o sin incluir la fuente de la cual obtuvieron la información utilizada. Un ejemplo de esto se encuentra en el primer portafolio, donde el grupo 2 obtuvo una puntuación de 1 en una de las actividades, ya que realizó una lluvia de ideas sin indicar la finalidad principal de esta actividad, que era comparar las posibles ventajas y desventajas de los materiales: aluminio, plástico y vidrio. Además, cuando se les preguntó sobre la fiabilidad de la prueba, simplemente afirmaron que era un “buen método para elegir el mejor

material” sin tener en cuenta su papel como asesoría medioambiental y la posibilidad de que ciertas ventajas fueran más importantes que otras.

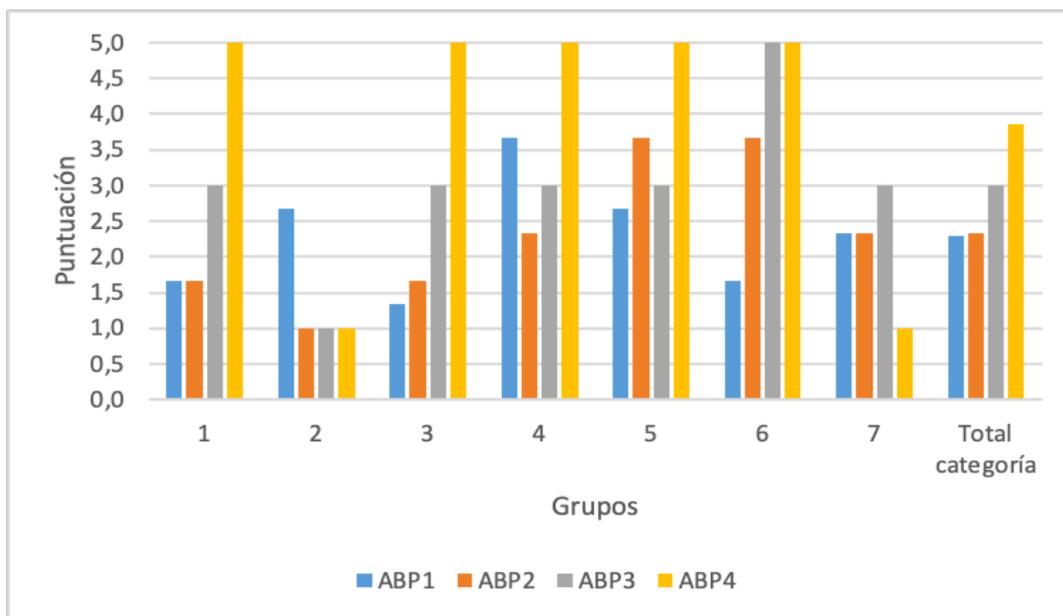
En el mismo portafolio, el grupo 1 obtuvo una puntuación de 3 en una actividad en la que se les pidió realizar una encuesta cuyos participantes fueran ellos, sus padres y sus abuelos. Aunque mencionaron que la encuesta les proporcionaba información sobre diferentes generaciones y, de esta manera podían descubrir cómo ha podido cambiar la utilización de los materiales a lo largo del tiempo, dejando clara la pertinencia de la actividad, no abordaron la importancia del muestreo (tamaño y tipos de personas que participan) para garantizar la fiabilidad de la encuesta. Sin embargo, en esta misma actividad, el grupo 5 logró la puntuación máxima, ya que expresamente mencionaron que realizaron la encuesta para "ver la cantidad de material que se ha utilizado en un momento específico”, y reconocieron que sería "fiable para el estudio en clase pero no se podrían transferir los datos a otro sitio, ya que hemos preguntado a personas de nuestro ambiente”.

3.3. Categoría de análisis

En la Figura 4, se evidencia una mejora general en el análisis de los datos desde el primer problema hasta el último, siendo especialmente destacado el incremento en el último portafolio. No obstante, es importante destacar que la tendencia es opuesta en los grupos 2 y 7 ya que, en lugar de experimentar mejoras, muestran un deterioro al analizar sus resultados.

Figura 4.

Progresión del análisis por grupos.



Al examinar esta categoría, se observa que los alumnos a veces no analizan adecuadamente los datos obtenidos, lo que lleva a cometer errores al comparar datos poco relacionados o al proporcionar información irrelevante para el objeto de estudio. En el segundo portafolio, se pueden identificar ejemplos claros de esto. El grupo 3 obtuvo una puntuación de 1 en el diseño del paracaídas que realizaron debido a errores en la interpretación de los datos. Afirmaron incorrectamente que “la causa de la mayor velocidad de caída de algunos paracaídas se debe a su gran masa”. Por otro lado, el grupo 4 obtuvo un puntaje de 3 en la parte final del problema, ya que extrajo conclusiones sobre las condiciones en las que se realizaron los lanzamientos sin analizar los paracaídas de sus compañeros. Sin embargo, en este mismo problema, también se pueden encontrar ejemplos en los que se alcanzó la calificación máxima. De esta manera, el grupo 6 en el análisis de los experimentos realizados por el profesor, fundamentaron su análisis en datos específicos como la masa, la superficie y los materiales de los objetos lanzados. Esto demuestra un buen entendimiento de cómo utilizar los datos recolectados

para realizar un análisis adecuado.

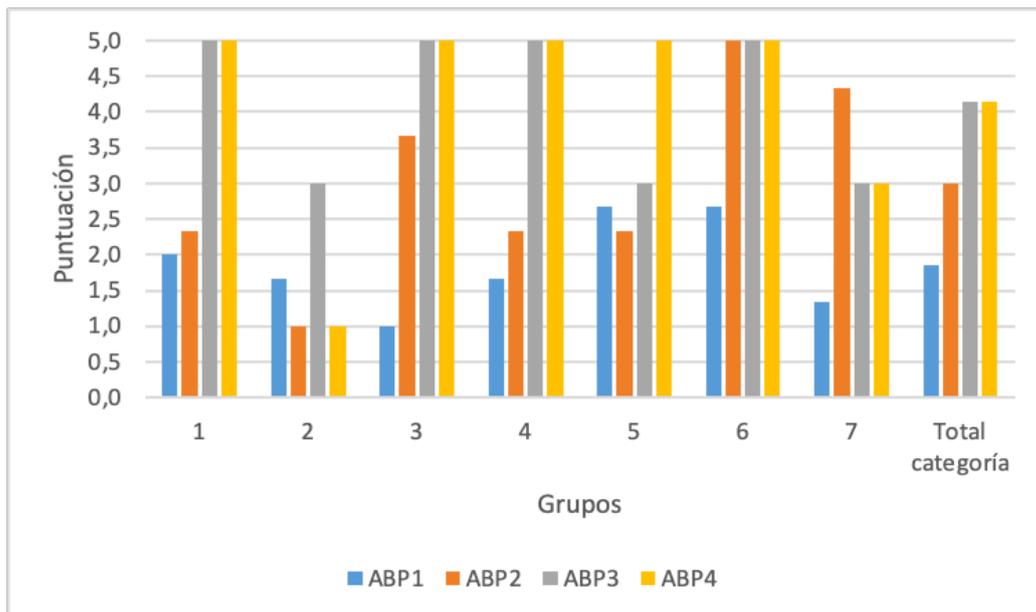
Un ejemplo de información irrelevante se puede observar en el tercer portafolio del grupo 7. Al analizar el gasto de papel en el colegio, se basaron en el número de rollos encontrados en los baños o el número de paquetes de folios encontrados en clase, sin considerar los datos reales de consumo. Además, aunque fundamentaron su análisis en los datos proporcionados, cometieron el error de incluir un dato nuevo en la conclusión final que no se encuentra en los resultados previamente presentados, lo cual les llevó a obtener una puntuación media.

3.4. Categoría de síntesis

Los datos revelan que la categoría de síntesis es la que muestra una mayor evolución a lo largo del curso (Figura 5). Es importante destacar que dos de los grupos (2 y 7) decidieron utilizar diapositivas en algunos de sus portafolios, lo cual resultó en una desconexión entre la información presentada y obtuvieron puntuaciones bajas, incluso en los problemas más avanzados. Sin embargo, se observa una evolución notable en otros grupos. Por ejemplo, el grupo 3, en el primer problema se limitaba a responder las preguntas planteadas e incluso se olvidó de aportar información de todas las actividades realizadas. No obstante, en el último problema presentaron un portafolio con un hilo conductor que explicaba claramente el proceso seguido desde el planteamiento de la pregunta, la búsqueda de información relevante, la realización de una encuesta para obtener los datos necesarios, los análisis y las conclusiones a las que llegaron.

Figura 5.

Progresión de la síntesis por grupos.

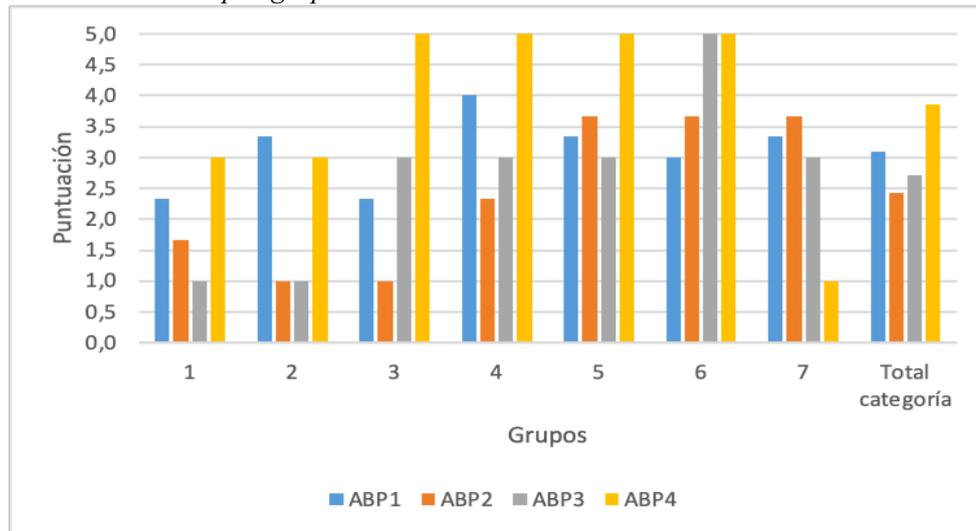


3.5. Categoría de estructura

En el caso de la estructura, al igual que lo ocurrido con la evaluación, aparece un descenso notable del primer portafolio al segundo en cuatro de los grupos (1, 2, 3 y 4) (Figura 6), llegando en algunos casos, a la omisión de los datos que deberían ser analizados posteriormente. No obstante, también existen ejemplos de una recopilación y utilización de los datos adecuada en los últimos portafolios. Un caso destacable es el grupo 6. Estos alumnos, ya en el tercer problema, se preocuparon de recoger la información de manera metódica, pasando por las instalaciones del colegio en diferentes momentos para comparar las diferencias que se podrían dar y proporcionando datos relevantes de cada visita. Además, lograron extraer conclusiones a partir de los datos recopilados y analizados.

Figura 6.

Progresión de la estructura por grupos.

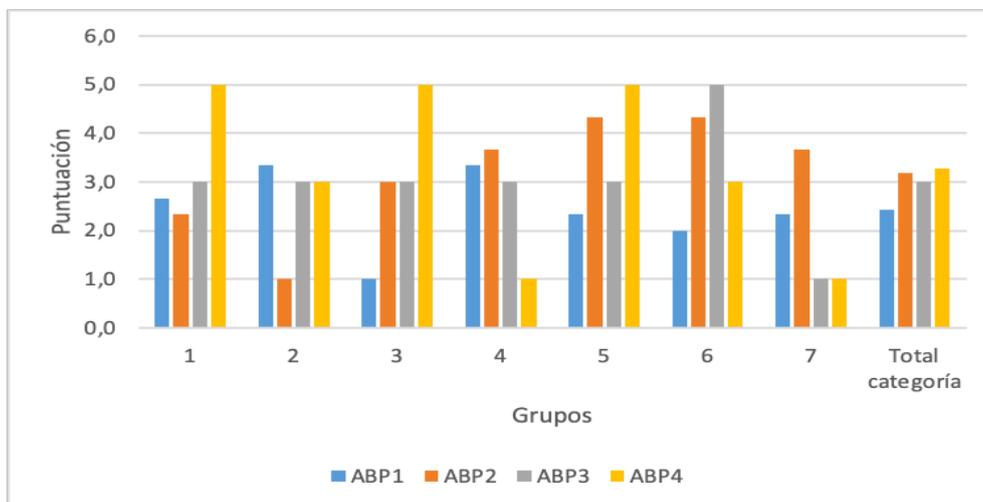


3.6. Categoría de validez

La validez, junto con la estructura, son las dos categorías que muestran la menor evolución global desde el primer hasta el último portafolio, con una mejora de solo 0,8 puntos para la estructura (Figura 6) y 0,9 puntos para la validez (Figura 7). Esto se debe a que, aunque tres de los grupos (1, 3 y 5) lograron llegar a conclusiones coherentes en su último portafolio, mejorando considerablemente su capacidad para formar argumentos a lo largo del curso, el resto no muestra una mejora significativa (grupo 2) o incluso empeora en los últimos portafolios (grupos 4, 6 y 7). Si se analizan las conclusiones del último portafolio se puede observar que el Grupo 7 no consigue ser coherente con los datos y las afirmaciones aportadas en el estudio. Aunque realizaron una encuesta sobre los efectos de las hormonas en personas transexuales, en sus conclusiones hablaron sobre sus problemas de sociabilización, lo que no está relacionado con el tema investigado. En el grupo 2, todavía se perciben opiniones personales en sus conclusiones, afirmando que hoy en día “se consumen drogas más a menudo” o que “estas drogas pueden causar daños” sin poder respaldar estas afirmaciones con los datos recopilados. Sin embargo, el grupo 5 muestra coherencia con los datos presentados al concluir que “los adolescentes no están realmente informados sobre los desórdenes alimenticios” fundamentando esta afirmación con la encuesta realizada a personas de su edad.

Figura 7.

Progresión de la validez por grupos.



4. Discusión

Como se puede observar en los resultados, las diferentes categorías del pensamiento crítico mejoran considerablemente a lo largo de una secuencia didáctica en un entorno STEAM. Estos hallazgos coinciden con un estudio previo realizado por Barak et al. (2007) en el que, al estudiar 177 estudiantes de un instituto del norte de Israel, demostraron que el grupo que estuvo expuesto a un aprendizaje centrado en habilidades de pensamiento de orden superior (análisis, evaluación y síntesis) mostró una mejora significativa en las diferentes habilidades de pensamiento crítico. Asimismo, un estudio llevado a cabo con 78 estudiantes de entre 11 y 12 años en Indonesia también demostró que el trabajo con ABP mejora las habilidades de pensamiento crítico además de las habilidades de resolución de problemas matemáticos (Ahdianto et al., 2020).

Sin embargo, es importante señalar que no todos los estudios obtienen resultados positivos en relación al ABP y el pensamiento crítico. Por ejemplo, Choi et al. (2014) realizaron un estudio con 90 estudiantes de enfermería en Korea sin encontrar diferencias significativas entre el grupo que siguió un enfoque basado en ABP y el grupo que siguió una metodología tradicional. Este hecho, unido a la diferente evolución de los grupos que participaron en la presente investigación puede explicarse debido a que la mejora del pensamiento crítico de los estudiantes a través del ABP no está exenta de la influencia de otras variables como son la salud, el talento, la escuela, la familia, factores ambientales o el interés (Bonafide et al., 2021).

Al profundizar en el estudio y analizar las diferentes categorías del pensamiento crítico por separado, se observa un deterioro en la evaluación de la información por parte del alumnado entre el primer problema y el segundo. Esto puede explicarse por el aumento de autonomía del alumnado a lo largo de la implementación de la secuencia didáctica. En el primer portafolio, al seguir la estructura de un problema estructurado, contenía preguntas directamente relacionadas con la fiabilidad de la información. De esta manera, debían responder a cuestiones como: “¿Crees que este análisis es una buena forma de decidir qué material usar?” o “¿Crees que una encuesta es un método fiable para analizar cómo ha cambiado el uso de materiales a lo largo del tiempo?”. Sin embargo, en el resto de los problemas tienen como punto de partida la rúbrica de corrección de los portafolios en los que aparece la evaluación de la información como uno de los ítems a tener en cuenta para la calificación, pero no se les pregunta por ella directamente.

Estos resultados están en línea con los hallazgos de Suárez y Castro (2022), quienes también destacan las dificultades que el ABP puede plantear en términos de autonomía y colaboración. Asimismo, se observa una tendencia importante del alumnado a aceptar la información nueva sin cuestionarse su origen y fiabilidad. Canese (2020) observó la misma barrera en 310 alumnos de la universidad de Paraguay. Estos alumnos, aunque contaban con herramientas para el cuestionamiento crítico, rechazaban el cuestionamiento a creencias previas.

Por otro lado, a través de los portafolios, se desprende que si bien los estudiantes intentan realizar un estudio objetivo, aún se ven influenciados por sus opiniones personales. Sin embargo, gradualmente, se esfuerzan por fundamentar mejor sus análisis mediante la realización de estudios experimentales y complementando la información obtenida con fuentes externas, ya sea bibliografía o consultas a expertos. Estos resultados son consistentes con los presentados por Chi et al. (2022) en los que al realizar un estudio sobre el pensamiento crítico de 86 estudiantes de enfermería de China encontraron una mejoría significativa de las habilidades analíticas del estudiantado después de una intervención combinando el modelo Flipped Classroom con ABP.

En cuanto a la síntesis, se destaca como una de las categorías que muestra una mayor evolución. Los estudiantes demuestran habilidad para integrar la información y presentarla de manera estructurada, especialmente en los últimos portafolios, cuando tienen la oportunidad de realizar sus propias investigaciones. En ellas tienen muy claros los pasos a seguir y los explican con seguridad. Además, se observa una mejor utilización de los datos obtenidos en los experimentos. Estos resultados respaldan la idea de que un trabajo organizado garantiza la inclusión de todos los datos relevantes y facilita un análisis coherente mejorando las categorías de estructura y validez. Estos hallazgos son consistentes con investigaciones anteriores que indican que el ABP fortalece tanto la autonomía del alumnado como las habilidades de análisis, interpretación y evaluación (Lara et al., 2017).

5. Conclusiones

El desarrollo del pensamiento crítico en la sociedad actual es de vital importancia, y el ABP ha demostrado ser una herramienta efectiva para mejorar las diversas habilidades que abarca esta estrategia de aprendizaje, como son la evaluación, el análisis, la síntesis, la estructura y la validez.

Aunque, en el presente estudio, los resultados evidencian una mejora generalizada en las habilidades del pensamiento crítico de casi todos los grupos que trabajaron con ABP a lo largo de un curso en un entorno STEAM, también se destacan áreas de mejora. En general, los resultados señalan la necesidad de reforzar la secuencia didáctica para que los alumnos comprendan la importancia de justificar la pertinencia y la fiabilidad de la información utilizada en sus trabajos. Esto implica proporcionar una guía más clara y un mayor énfasis en enseñarles habilidades específicas para evaluar y respaldar la validez de la información. Además, se propone implementar el ABP de manera transversal en diferentes contextos de aprendizaje y durante un periodo de tiempo más prolongado, con el fin de reforzar los resultados obtenidos.

Referencias

- Abril-Gallego, A. M., Romero-Ariza, M., Quesada-Armenteros, A. y García, F. J. (2014). Creencias del profesorado en ejercicio y en formación sobre el aprendizaje por investigación. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(1), 22–33. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2014.v11.i1.04
- Ahdianto, E.; Marsigit; Hasyanto y Nurfauzi, Y. (2020). Improving fifth-grade students' mathematical Problem-Solving and Critical Thinking Skills using Problem-Based Learning. *Universal Journal of Educational Research*, 8(5), 2012-2021. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080539>
- Barak, M., Ben-Chaim, D. y Uri, Z. (2007). Purposely teaching for the promotion of higher-order thinking skills: a case of critical thinking. *Research in Science Education*, 37, 353-369. <https://doi.org/10.1007/s11165-006-9029-2>
- Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20(6), 481–486. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.1986.tb01386.x>
- Berbén, A. B. G., Pichardo, M. C. y De la Fuente, J. (2007). Relationships between teaching preferences and undergraduates' learning approaches. *Journal for the Study of Education and Development*, 30(4), 537-550. <https://doi.org/10.1174/021037007782334319>
- Biel-Maeso, M., Saura, V. y González, A. M. (2022). STEM a análisis: evolución de las matriculaciones en titulaciones universitarias y Formación Profesional. *Revista De Estilos De Aprendizaje*, 15(Especial), 135–148. <https://doi.org/10.55777/rea.v15iEspecial.4600>
- Bonafide, D. Y., Yuberti, Saregar, A. y Fasa, M. I. (2021). Problem-based learning model in students' critical-thinking skills: A meta-analysis study. *Journal of Physics: Conference Series*, 1796 012075. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012075>
- Brocos, P. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2020). El impacto ambiental de la alimentación: argumentos de alumnado de Magisterio y Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 38(1), 127-145. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2802>
- Caballero, P. Á. C. y Díaz, P. (2018). Inquiry-Based Learning: an innovative proposal for early childhood education. *Revista De Estilos De Aprendizaje*, 11(22). <https://doi.org/10.55777/rea.v11i22.1080>
- Canese, M. I. (2020). Percepción del desarrollo de las habilidades del pensamiento crítico en la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay. *Perfiles Educativos*, 42(169), 1-15. <https://doi.org/10.22201/iissue.24486167e.2020.169.59295>
- Chi, M., Wang, N., Wu, Q., Cheng, M., Zhu, C., Wang, X. y Hou, Y. (2022). Implementation of the flipped classroom combined with problem-based learning in a medical nursing course: a quasi-experimental design. *Healthcare*, 10, 2572. <https://doi.org/10.3390/healthcare10122572>
- Choi, E., Lindquist, R. y Song, Y. (2014). Effects of problem-based learning vs. traditional lecture on Korean nursing students' critical thinking, problem-solving, and self-directed learning. *Nurse Education Today*, 34, 52–56. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2013.02.012>
- Couso, D. (2017). Per a què estem a STEM? Defi nint l'alfabetització STEM per a tothom i amb valors. *Ciències. Revista Del Professorat de Ciències d'Infantil, Primària i Secundària*, 34, 22-28.

- Couso, D. (2014). De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. En M. A. Héras, A. Lorca, B. Vázquez, A. Wamba, R. Jiménez. *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: Un reto emocionante* (pp. 1-28). Servicio de Publicaciones Universidad de Huelva
- CRUE (2021). Manifiesto de CRUE Universidades Españolas por el Día Internacional de la Cultura Científica.
- Danczak, S., Thompson, C. y Overton, T. (2017). ‘What does the term Critical Thinking mean to you?’ A qualitative analysis of chemistry undergraduate, teaching staff and employers' views of critical thinking. *Chemistry Education Research and Practice*, 18, 420–434. <https://doi.org/10.1039/C6RP00249H>
- Ferrés, C., Marbà, A. y Sanmartí, N. (2015) Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 22-37. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i1.03
- García-Contreras, G.A. y Ladino-Ospina, Y. (2008). Desarrollo de competencias científicas a través de una estrategia de enseñanza y aprendizaje por investigación. *Studiositas*, 3(3), 7–16.
- Lara V., Avila, J. y Olivares, S. (2017). Desarrollo del pensamiento crítico mediante la aplicación del Aprendizaje Basado en Problemas. *Psicología Escolar e Educativa*, 21(1), 65-77. <http://dx.doi.org/10.1590/2175-3539/2015/02111072>
- López-Banet, L., Martínez-Carmona, M., Soto, C.M. y Reis, P. (2023). Investigaciones secuenciadas por grado de autonomía para el desarrollo de prácticas científicas en 2º y 3º de ESO. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(1), 110300. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i1.1501
- Maggioli, G. D. (2023). Andamiaje: a casi medio siglo de su creación. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 14(1). <https://doi.org/10.18861/cied.2023.14.1.3251>
- Magureri, G., Uskola, A. y Burgoa, B. (2017). Modelización, argumentación y transferencia de conocimiento sobre el sistema inmunológico a partir de una controversia sobre vacunación en futuros docentes. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(2), 29-50. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2237>
- Manuaba, I.B.A.P., No, Y. y Wu, C-C (2022). The effectiveness of problem-based learning in improving critical thinking, problem-solving and self-directed learning in first-year medical students: A meta-analysis. *PLoS ONE*, 17(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277339>
- Martínez-Chico, M., López-Gay Lucio-Villegas, R., y Rut Jiménez Liso, M. (2015). Efecto de un programa formativo para enseñar ciencias por indagación basada en modelos, en las concepciones didácticas de los futuros maestros. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.*, 12(1), 149–166. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i1.10
- National Research Council (NRC) (2012). *A framework for K12 Science Education: practices, cross cutting concepts and core ideas*. Washington DC: NationalAcademyPress.
- Olivares, S. y López, M. (2017). Validación de un instrumento para evaluar la autopercepción del pensamiento crítico en estudiantes de Medicina. *REDIE. Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 19(2), 67-77. <https://doi.org/10.24320/redie.2017.19.2.848>
- ORDEN ECD/489/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón. Boletín Oficial de Aragón, 105, de 2 de junio de 2016. <https://www.boa.aragon.es/cgi-bin/EBOA/BRSCGI?CMD=VEROBJ&MLKOB=910768820909>
- Pozo, J. I. y Gómez-Crespo, M. A. (2010). Por qué los alumnos no comprenden la ciencia que aprenden: qué podemos hacer nosotros para evitarlo. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 66, 73-79. <https://repositorio.uam.es/handle/10486/668531>
- Prieto, A., Díaz, D. y Santiago, R. (2014). Metodologías inductivas: El desafío de enseñar mediante el cuestionario y los retos. Grupo Oceano, 1–29.
- Rehmat, A. P. y Hartley, K. (2020). Building engineering awareness: problem-based learning approach for STEM integration. *The Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 14(1). <https://doi.org/10.14434/ijpbl.v14i1.28636>

- Reynders, G., Lantz, J., Ruder, S.M.; Standford, C. L. y Cole, R. (2020). Rubrics to assess critical thinking and information processing in undergraduate STEM courses. *International Journal of STEM Education*, 7, 9. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00208-5>
- Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias?. *Revista Eureka Sobre Ensenanza y Divulgacion de las Ciencias*, 14(2), 286–299. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.01
- Sánchez, M. R. (2011). Metodologías docentes en el EEES: de la clase magistral al portafolio. *Tendencias Pedagógicas*, 17, 83-103.
- Suárez, X. y Castro, N (2022). Contribución del aprendizaje basado en problemas en el pensamiento crítico. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 97(36), 11-28. <https://doi.org/10.47553/rifop.v97i36.3.96182>
- Torres, N. Y. y Solber, J. (2016). Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 34(2), 43-65.
- Uyar, R. O., Genc, M. M. Y., y Yasar, M. (2018). The relationship between resilience and constant hope in students studying sports science. *European Journal of Educational Research*, 7(3), 601-613. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.7.3.601>
- Vorholzer, A., y von Aufschnaiter, C. (2019). Guidance in inquiry-based instruction—an attempt to disentangle a manifold construct. *International Journal of Science Education*, 41(11), 1562–1577. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1616124>
- Wicaksana, Y. D., Widoretno, S., y Dwiastuti, S. (2020). The use of critical thinking aspects on module to enhance students’ academic achievement. *International Journal of Instruction*, 13(2), 303-314. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13221a>
- Windschitl, M. (2002). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science & Education*, 87(1), 112-143. <https://doi.org/10.1002/sce.10044>

Financiación

Este trabajo está financiado por el proyecto PID2021-1236150A-I0 (MIMECO) y el grupo de referencia BEAGLE. Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales (S27_23R, Gobierno de Aragón y Fondo Social Europeo) perteneciente Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA/UNIZAR).

Agradecimientos

Los autores son miembros del grupo Beagle - Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales (S27_23R), financiado por el Gobierno de Aragón.

Conflicto de intereses

No existe ningún conflicto de intereses entre los autores y los investigadores.

Contribución de autores

Revisión de la literatura, A.S.; Metodología: A.S., E.M.; Análisis de datos: A.S., E.M.; Discusión y conclusiones: A.S.



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons