redie
Revista Electrónica de Investigación Educativa
Vol. 28
2026 / e14
ISSN: 1607-4041 | redie.uabc.mx

Relación entre pensamiento crítico y aprendizaje basado en problemas: metanálisis

Relationship Between Critical Thinking and Problem-Based Learning: A Meta-Analysis

Amaya Satrústegui Moreno | Universidad de Zaragoza, España
Alberto Quílez Robres | Universidad de Zaragoza, España
Ester Mateo González | Universidad de Zaragoza, España
Alejandra Cortés-Pascual | Universidad de Zaragoza, España

Cómo citar: Satrústegui, A., Quílez, A., Mateo, E. y Cortés-Pascual, A. (2026). Relación entre pensamiento crítico y aprendizaje basado en problemas: metanálisis. *Revista Electrónica de Investigación Educativa, 28*, e14, 1-20. https://doi.org/10.24320/redie.2026.28.e14.6902

Resumen

En el presente metanálisis se examina la relación entre el Aprendizaje basado en problemas y el desarrollo del Pensamiento crítico en estudiantado de áreas STEM o Ciencias de la Salud y Humanidades. Para ello, se analizaron estudios publicados en la última década, de acceso abierto y escritos en inglés o español, que presentan estadísticas claras sobre la relación entre las variables objeto de estudio. La búsqueda se realizó en las bases de datos Scopus, Science Direct y Web of Science; tras aplicar los filtros de selección se obtuvieron 27 estudios en los que participó un total de 2392 estudiantes. El análisis estadístico incluyó coeficientes de correlación, tamaños del efecto y metarregresiones. Se exploraron variables moderadoras, como sexo, tipo de aprendizaje basado en problemas, tipo de pensamiento crítico y área de aprendizaje, y se observó que las mujeres alcanzan un desarrollo significativamente mayor del pensamiento crítico. Los resultados evidencian la efectividad del aprendizaje basado en problemas en el desarrollo del pensamiento crítico considerando variables moderadoras y proveen información para futuras investigaciones y prácticas educativas.

Palabras clave: pensamiento crítico, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje activo, sexo

Abstract

This meta-analysis examines the relationship between problem-based learning and the development of critical thinking, in students in STEM or health sciences and those in the humanities, by reviewing open-access research published in English or Spanish in the last ten years with clear statistics on the relationship between the variables studied. A search was conducted in the Scopus, ScienceDirect, and Web of Science databases, yielding 27 studies with a total of 2,392 participating students after the selection filters were applied. The statistical analysis included correlation coefficients, effect sizes, and meta-regressions. Moderating variables were explored, such as sex, type of problem-based learning, type of

(Recibido: 28 de agosto de 2024; Aceptado para publicación: 26 de noviembre de 2024)

critical thinking, and academic discipline, and female students exhibited a significantly higher level of critical thinking development. The results highlight the effectiveness of problem-based learning in developing critical thinking, when accounting for moderating variables, and offer insights for future research and educational practice.

Keywords: critical thinking, problem-based learning, activity learning methods, sex

I. Introducción

Al estudiantado actual se le presentarán, además de oportunidades, desafíos relacionados con el medio ambiente, la economía y la sociedad en la que vivirá. El informe de la Comisión Internacional sobre los Futuros de la Educación (Unesco, 2021) destaca el aprendizaje basado en la resolución de problemas (ABP) como una metodología adecuada para promover un futuro más justo, equitativo y sostenible. En este contexto, el pensamiento crítico (PC) es esencial como habilidad cognitiva, ya que permite al alumnado enfrentar desafíos complejos mediante un análisis riguroso y fundamentado de la información. Además de mejorar la toma de decisiones e identificar sesgos, el PC fomenta la capacidad de cuestionar, evaluar y sintetizar argumentos, cualidades clave para desenvolverse en entornos cambiantes y desarrollar una mentalidad autónoma y reflexiva (Bonafide et al., 2021; Manuaba et al., 2022).

Bajo esta premisa, el desarrollo del PC en el contexto del ABP es crucial para preparar al estudiantado y equiparlo con las habilidades necesarias para enfrentar los desafíos del futuro. Si bien la mayoría de los artículos respaldan la influencia positiva del ABP en la mejora del PC, algunas investigaciones sugieren resultados contradictorios (Chi et al., 2022; Ulger, 2018), por ello este estudio tiene como objetivo hacer una revisión exhaustiva de la literatura y un metanálisis para identificar los factores que influyen en la efectividad de las intervenciones en el ABP, y clarificar cómo se relaciona el PC con esa metodología de enseñanza.

1.1 Pensamiento crítico

Proporcionar una definición precisa del PC representa un desafío debido a su gran complejidad; no obstante, Liu y Pásztor (2022) describen dimensiones generales similares relacionándolo con la capacidad de evaluación de las personas y concibiéndolo como un proceso reflexivo y razonado centrado en la toma de decisiones. Además, Facione (1990a) y Paul y Elder (2021) consideran que el PC es dependiente tanto de las habilidades como de la disposición del alumnado. Por un lado, la Asociación Filosófica Americana señaló las seis habilidades básicas componentes del PC: interpretación, análisis, evaluación, deducción o razonamiento, explicación y autorregulación (Facione, 1990b; Zambrano et al., 2022), las cuales pueden ser evaluadas con diversos instrumentos. Por otro lado, la disposición se relaciona con la motivación y la actitud hacia estas habilidades y se percibe como un proceso que las activa o como hábitos o actitudes intelectuales consolidadas; ejemplos de ello pueden ser la apertura mental, la autoconfianza, la curiosidad, la búsqueda de la verdad, la madurez de juicio, la sistematicidad o la analiticidad (Facione, 1990a).

Cabe destacar que evaluar el PC presenta múltiples desafíos, pues implica habilidades complejas y disposiciones difíciles de medir. Existen numerosos instrumentos de evaluación del PC que abordan habilidades analíticas y de razonamiento en diversas dimensiones; sin embargo, los estudios en los que se emplean estos instrumentos han mostrado resultados variados, lo que sugiere una falta de consenso en cuanto a su efectividad y plantea la necesidad de examinar el tamaño del efecto de cada herramienta. La variedad y complejidad de estos instrumentos reflejan los desafíos inherentes en la medición precisa del PC y justifican la necesidad de una revisión crítica en este campo. La dificultad para evaluar estos elementos puede contribuir a la falta de estudios empíricos sobre la disposición o aspectos motivacionales hacia el PC en general (Liu y Pásztor, 2022).

A pesar de estos desafíos, algunos estudios han demostrado la superioridad de algunas estrategias para mejorar el PC en el alumnado. Por ejemplo, se ha señalado que el aprendizaje colaborativo supera al aprendizaje individual, ya que permite a los estudiantes participar en discusiones, clarificar ideas y evaluar las propuestas de otros compañeros

(Gokhale, 1995; Rana, 2020). Asimismo, Facione (2000) ha evidenciado la efectividad de enfoques centrados en la construcción de categorizaciones y la identificación de problemas como importantes estrategias para fomentar el PC en el estudiantado.

1.2 Aprendizaje Basado en Problemas

El ABP es una metodología educativa que se basa en la resolución de un problema planteado por el profesor y, preferiblemente, conectado con la vida real (Saputro et al., 2020). De esta manera, el alumnado debe identificar el problema, plantear preguntas, diseñar experimentos y realizar investigaciones, recoger datos, argumentar sus decisiones y contrastar sus conclusiones (Morales, 2018). En los últimos años se ha intentado comprobar su efectividad en diferentes ámbitos: Saputro et al. (2020) estudiaron la influencia de esta metodología en la autoeficacia del alumnado encontrando evidencias significativas de su mejora en las puntuaciones *postest*, y explicaron estos hallazgos gracias al trabajo en pequeños grupos en donde los estudiantes tienen que involucrarse de manera activa. Además, en su estudio afirman que las clases de ciencias, al estar relacionadas con la vida real del estudiante, son más interesantes y divertidas. Asimismo, investigaciones como la de Ulger (2018) informan del efecto positivo del ABP en el pensamiento creativo debido a diferentes factores como pueden ser, la motivación, el papel del profesor como guía, el entorno de aprendizaje, el grupo de trabajo y la utilización escenarios no rutinarios para la resolución de los problemas (Ulger, 2018).

Teniendo en cuenta la denominación que hacen diferentes autores sobre las metodologías utilizadas en sus estudios, además de investigaciones en las que se habla de ABP puro, existen textos que combinan esta metodología con otras para aprovechar sus ventajas y contrarrestar las limitaciones que ambas pueden tener. Algunos ejemplos son los que combinan el ABP con el aprendizaje basado en la web (*electronic PBL* o e-PBL) (Choi et al., 2022; Shiau et al., 2018); los que realizan trabajo en grupo para recopilar, organizar y analizar datos con una perspectiva espacial (*Spatial Problem-Based Learning* [SPBL]) (Silviariza y Handoyo, 2020), los que indican la importancia de utilizar la simulación (S-PBL) (Lim, 2020; Son, 2020), los que utilizan enfoques específicos para las ciencias, como la Predicción, Observación y Explicación (PBLPOE) (Fritiani et al., 2020), los que han integrado el ABP con la argumentación (PBLA) o los que han empleado estrategias como *Numbered-Head Together* (Akhdinirwanto et al., 2020; Rijal et al., 2021). También se han propuesto metodologías como el *Life Skill integrated Science-PBL,* que busca integrar habilidades para la vida con el ABP (Lestari et al., 2020). Por último, algunos estudios combinan los problemas con el juego (*Game-Based learning*, [GBL]) (Cicchino, 2015). No obstante, aunque existen diferentes enfoques de ABP, todos comparten características esenciales: el uso de problemas abiertos y contextualizados como medio principal para la adquisición de conocimientos, y el rol del profesor como facilitador en el proceso de aprendizaje (Martín-García et al., 2024).

1.3 Pensamiento Crítico y Aprendizaje Basado en Problemas

Si bien está ampliamente documentada la relación del uso del ABP con la mejora del PC (Hmelo-Silver y Barrows, 2006) todavía es limitada la bibliografía que habla de esta relación en determinados contextos, como puede ser el juego o aprendizaje STEM (Cicchino, 2015; Rehmat y Hartley, 2020). El uso de problemas con respuesta abierta, que requieran la utilización de herramientas tecnológicas y matemáticas, impacta significativamente en las habilidades de orden superior del estudiantado. Esta práctica les permite adquirir conocimientos para luego aplicarlos y participar en experiencias multidisciplinares, especialmente en el desarrollo de PC (Rehmat y Hartley, 2020). Además, estudios como los de Awang y Ramly (2008) destacan la importancia de la edad, el sexo, el contexto del alumnado y su rendimiento académico en la correlación entre el PC y el ABP.

El propósito de esta investigación es realizar un metanálisis con el objetivo de estudiar la conexión entre la aplicación del ABP y el desarrollo del PC en el estudiantado. Asimismo, se analizan potenciales factores moderadores, como el sexo, la materia estudiada, la edad, el tipo de ABP implementado o la naturaleza del PC.

II. Método

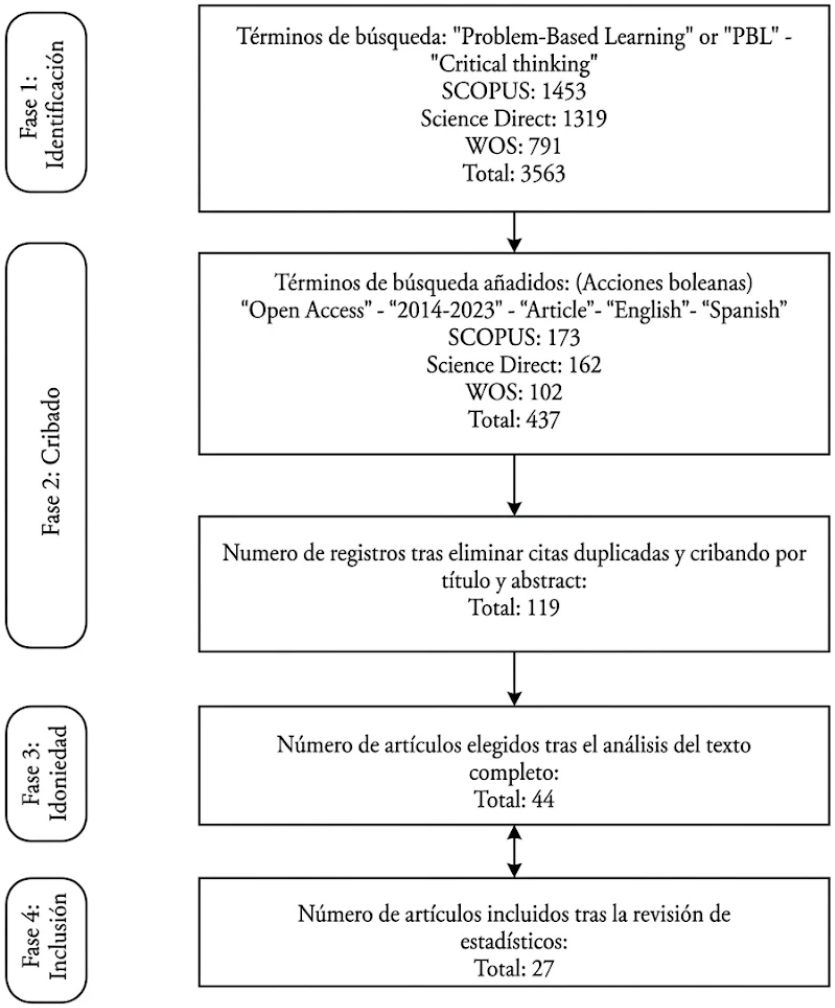
2.1 Criterios de inclusión y exclusión

Se establecieron los siguientes criterios de inclusión: a) presentar estadística clara que relacionase la utilización de ABP y el PC del alumnado, b) estar publicado en los últimos diez años (2014-2023), c) ser de acceso abierto, d) estar escrito en inglés o español, e) tener un grupo control en el que no participe alumnado que trabaje por ABP, f) analizar el PC en su globalidad, g) ser un artículo, h) pertenecer a las áreas de Ciencias Sociales y/o Educación. Los criterios de exclusión del estudio fueron: a) estudios cualitativos, b) estudios sobre otras metodologías, c) estudios que analicen percepciones o resultados esperados por los participantes, d) estudios de metanálisis.

2.2 Estrategias de búsqueda

Dos investigadores realizaron una búsqueda electrónica entre los meses de mayo y julio de 2023. Las bases de datos elegidas fueron Scopus, Science Direct y Web of Science debido a la calidad de sus escritos, variedad de idiomas de publicación, potencial repositorio y diversidad temática. De esta manera se asegura una búsqueda amplia y de calidad, evitando posibles errores de sesgo. La búsqueda se realizó en inglés aplicando los términos *Problem-Based Learning*, *PBL* y *critical thinking*. En la siguiente fase se acotó la búsqueda indicando que los estudios fueran de las áreas de Ciencias Sociales y/o Educación y aplicando los criterios: tipo de publicación *article*, *open access* y año de publicación 2014-2023; estos primeros filtros proporcionaron 437 artículos. Posteriormente se realizó una selección manual utilizando el título y el resumen de los estudios seleccionados y se obtuvo una lista de 119 investigaciones. Por último, se realizó un análisis exhaustivo de los textos y sus estadísticos obteniendo 27 artículos incluidos en el estudio con una muestra final de 2392 participantes, como se muestra en la Figura1.

Figura 1. Diagrama de flujo con las estrategias de búsqueda



2.3 Procedimiento de codificación

El estudio sigue las pautas establecidas en el manual Cochrane de revisiones sistemáticas (Higgins y Green, 2011, apdo. 1.2.2), las cuales definen una serie de objetivos claros, términos de búsqueda específicos y criterios de inclusión para estudios previamente determinados. Cada estudio fue analizado de manera independiente. Algunos artículos hacen mención al ABP en su forma más tradicional y pura, mientras que en otros casos se combina con metodologías más específicas. Todos estos estudios relacionan la aplicación de este enfoque con el desarrollo del PC en diversas áreas del conocimiento, principalmente en las disciplinas de Ciencias Sociales y STEM o Ciencias de la Salud. Se calcularon un total de 58 tamaños de efecto, tomando como base las correlaciones existentes, así como otros tamaños de efecto derivados de comparaciones entre grupos y medias de puntuaciones directas. Además, se determinaron los intervalos de confianza y errores estándar correspondientes. Estos datos se integraron mediante promedios y ponderaciones, y se calculó la relación específica para cada estudio, lo que permitió realizar análisis estadísticos de manera individualizada posteriormente.

2.4 Tamaño del efecto

El análisis estadístico de este estudio se basó en la evaluación de dos variables. Para establecer la relación entre la utilización del enfoque ABP en la enseñanza de las ciencias y el desarrollo del PC, se emplearon coeficientes de correlación e índices de comparación entre grupos como indicadores del tamaño del efecto. Con respecto a los coeficientes de correlación y los índices de comparación *t*, se optó por transformarlos en valores *Z* de Fisher, lo que garantizó que la variabilidad del tamaño del efecto estuviera vinculada al tamaño de la muestra; se considera que un tamaño del efecto es pequeño si los coeficientes de correlación no superan 0.10, moderado si alcanzan 0.30 y grandes si superan el 0.50 (Cohen, 2013).

2.5 Análisis estadístico

Para evaluar la variabilidad en la muestra, se llevaron a cabo diferentes análisis. Se utilizaron la prueba Q de Cochran, que verifica la hipótesis nula de homogeneidad entre los estudios, y el índice I^2, que indica la proporción de la variabilidad. Siguiendo la definición de Higgins et al. (2003) se considera que I^2 es bajo si está por debajo del 25%, moderado si alcanza el 50%, y alto si supera el 75%. Esta variabilidad puede deberse a errores de muestreo, diferencias reales en la varianza y el tamaño del efecto, o la influencia de una tercera variable moderadora. Para abordar esta variabilidad, se realizaron varios metanálisis, excluyendo los estudios con datos atípicos. Se analizaron los resultados según el modelo 1 (efectos fijos) y el modelo 2 (efectos aleatorios). Dada la cantidad de investigaciones en la muestra (27 bases de datos), se determinó que inicialmente el modelo 1 era más adecuado, ya que asume un tamaño del efecto constante y la variabilidad en la muestra se debe a errores de muestreo (Overton, 1998; Schulze, 2007). Sin embargo, también se consideró el modelo de efectos aleatorios, que adopta un enfoque más conservador y atribuye la variabilidad en la muestra a diferencias reales en la varianza y el tamaño del efecto. Después de un análisis inicial que incluyó todos los estudios y la eliminación de valores atípicos, se observó que la variabilidad en la muestra no se vio significativamente afectada, obteniendo valores de I^2 de 47.16 y Q de 49.21. En consecuencia, debido a la presencia de variabilidad y heterogeneidad, se optó por seguir el enfoque basado en el modelo de efectos aleatorios. Se llevó a cabo una metarregresión de efectos aleatorios, utilizando como posibles moderadores el tipo de enfoque ABP, el campo científico, el sexo y la edad, pero no se encontraron diferencias significativas en función de estas variables. No obstante, el modelo original respaldó una fuerte relación entre la aplicación del enfoque ABP y el desarrollo del PC, con un tamaño del efecto de 0.516 y un valor $p < 0.001$. Para clasificar y codificar los datos, así como para realizar estadísticas descriptivas, se utilizó el complemento EZAnalyze en Microsoft Excel 2007. Para el metanálisis y el cálculo de la metarregresión se empleó el software de metanálisis integral *Comprehensive Meta-Analysis* desarrollado por Biostat.

III. Resultados

Los estudios incluidos en este artículo destacan por su amplia diversidad respecto al tamaño de muestra, nivel educativo, disciplina tratada, tipo de ABP, PC o disciplina estudiada (ver Tabla 1). La muestra examinada abarca desde estudios de caso, con un grupo de 27 alumnos, hasta investigaciones más extensas que analizan 12 clases y un total de 342 estudiantes. En términos de edad, se observa un rango significativo, que va desde los 9 hasta los 48 años, abarcando diversas etapas educativas como son primaria, secundaria y educación superior. Este análisis comprende 14 estudios centrados en ABP de manera exclusiva, mientras que otros 13 exploran configuraciones combinadas de ABP. Respecto a la disciplina de estudio, se clasifican en dos categorías principales: aquellos relacionados

con las materias científico-tecnológicas o ciencias de la salud (STEM/CS) (19 estudios) y los estudios vinculados a campos humanísticos (8 estudios). Finalmente, se abordan 6 investigaciones sobre la disposición del estudiantado ante el PC, que contrastan con 21 enfoques centrados en el desarrollo de habilidades de los mismos.

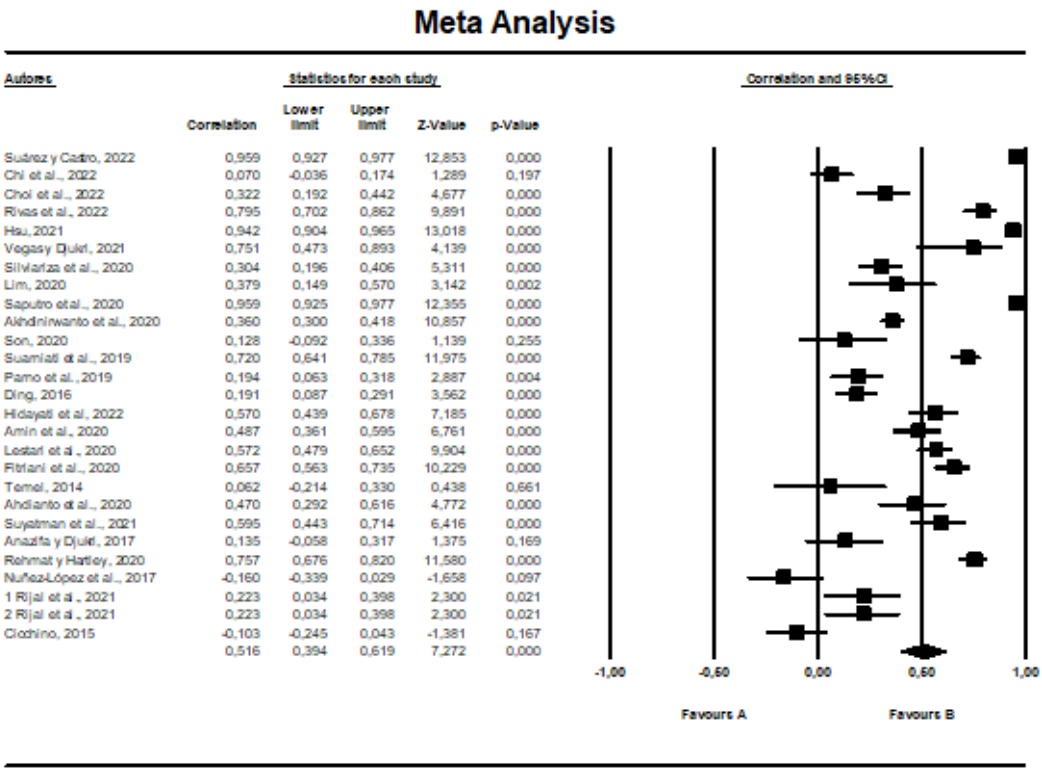
Tabla 1. Datos descriptivos de los estudios

	Referencia	Población	Mujeres	Hombres	Edad	ABP	Disciplina	PC
1	Ahdhianto et al., 2020	78	47	31	11.5	Puro	STEM/CS	Habilidades
2	Amin et al., 2020	50	-	-	20.5	Puro	Humanidades	Habilidades
3	Anazifa y Djukri, 2017	102	-	-	17	Puro	STEM/CS	Habilidades
4	Akhdinirwanto et al., 2020	52	-	-	13.5	Combinado/argumentación	STEM/CS	Habilidades
5	Chi et al., 2022	86	67	19	20.5	Combinado/Flipped Classroom	STEM/CS	Habilidades
6	Choi et al., 2022	54	53	1	48.25	Combinado/web	STEM/CS	Disposición
7	Cicchino, 2015	177	86	91	13.5	Combinado/juego	Humanidades	Habilidades
8	Ding, 2016	342	121	221	20.5	Combinado/web	Humanidades	Disposición
9	Fitriani et al., 2020	132	-	-	15.5	Combinado/Predicción, Observación y Explicación	STEM/CS	Habilidades
10	Hidayati et al., 2022	103	-	-	20.5	Combinado/Digital Mind Maps	STEM/CS	Habilidades
11	Hsu, 2021	58	8	50	23	Combinado/Colaborativo	STEM/CS	Disposición
12	Lestari et al., 2020	194	-	-	12.5	Combinado/Life Skill integrated Science	STEM/CS	Habilidades
13	Lim, 2020	65	50	15	21	Combinado/simulación	STEM/CS	Disposición
14	Nuñez-López et al., 2017	27	7	20	26	Puro	STEM/CS	Habilidades
15	Parno et al., 2019	56	-	-	-	Puro	STEM/CS	Habilidades
16	Rehmat y Hartley, 2020	98	50	48	9.5	Puro	STEM/CS	Habilidades
17	1. Rijal et al., 2021	100	-	-	15.5	Puro	STEM/CS	Habilidades
18	2. Rijal et al., 2021	100	-	-	15.5	Combinado/Numbered Head Together	STEM/CS	Habilidades
19	Rivas et al., 2022	89	73	16	18.93	Puro	Humanidades	Habilidades
20	Saputro et al., 2020	41	24	17	20.5	Puro	Humanidades	Habilidades
21	Silviariza et al., 2020	78	28	50	20.5	Combinado/espacial	Humanidades	Habilidades
22	Son, 2020	78	58	20	22.08	Combinado/simulación	STEM/CS	Disposición
23	Suárez y Castro, 2022	24	15	9	24	Puro	Humanidades	Habilidades
24	Suarniati et al., 2019	66	-	-	-	Puro	Humanidades	Habilidades
25	Suyatman et al., 2021	72	43	29	19.7	Puro	STEM/CS	Habilidades
26	Temel, 2014	49	-	-	20.5	Puro	STEM/CS	Disposición
27	Vegas y Djukri, 2021	21	-	-	15	Puro	STEM/CS	Habilidades

3.1 Tamaño del efecto y significación estadística

En la Figura 2 (Diagrama de Bosque) y en la Tabla 2 se presenta el tamaño del efecto y el intervalo de confianza (95%) de los estudios con respecto al uso del ABP y el desarrollo del PC. Se presenta el análisis individual de cada muestra, así como los resultados ponderados para el modelo de efectos aleatorios. El metanálisis de las variables concluye que los datos obtenidos tienen buena consistencia. El uso del ABP en su relación con el desarrollo del PC en la enseñanza de las ciencias alcanzó valores de r = 0.516, con un intervalo de confianza del 95% que osciló entre 0.394 y 0.619 para una muestra de k = 27 y una población de n = 2392 (54.46% mujeres y 45.54% hombres). Ninguno de los intervalos era cero; por lo tanto, existe un tamaño del efecto alto con una significancia de p < 0.001.

Figura 2. Tamaño del efecto en base *r* de Pearson para la relación entre el uso de ABP y el desarrollo del pensamiento crítico en la enseñanza de las ciencias



3.2 Análisis de heterogeneidad

La variabilidad entre las diferentes muestras de la relación entre el uso del ABP y el PC fue significativa (Q = 49.212, *df* = 26, p < 0.000 y el I^2 de 47.167%) y superior a lo esperado. Sin embargo, los resultados del modelo de efectos aleatorios fueron más conservadores (ya que había menos de 30 muestras) (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis de heterogeneidad y variabilidad

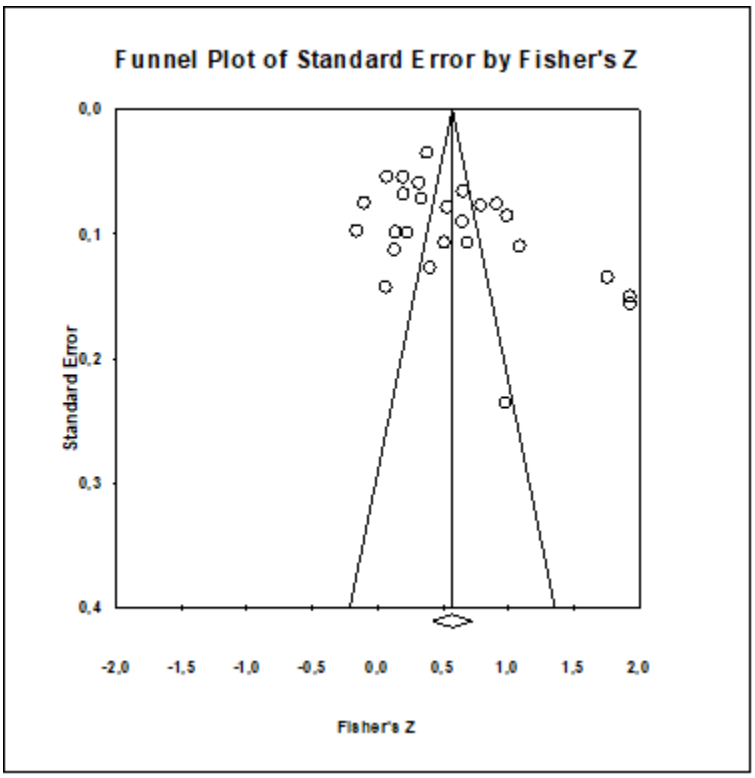
I^2	Q
47.167%	49.212

3.3 Análisis del sesgo de publicación

El gráfico de embudo (Figura 3) facilita la verificación de la existencia o no de sesgo independientemente del tamaño de la muestra. Este gráfico señala que los resultados

obtenidos para los valores Z de los estudios incluidos en este metanálisis muestran valores pequeños que oscilan entre 0 y 1 en su mayoría, ya que tan solo 5 estudios se saldrían de esa distribución. No obstante, en análisis anteriores la toma de estos como valores extremos no mejoró el modelo y por eso se decidió mantenerlos en el análisis. Como indican Palma y Delgado (2006), los valores ajustados entre 0 y 1 indicarían una ausencia de sesgo, ya que la existencia del mismo se considera a partir de los valores significativamente distantes de 0. De la misma forma, cuando se realiza la prueba de Egger, el valor en el punto de interjección del eje de ordenadas es 0.539 (cercano a 0); Egger et al. (1997) señalan que un valor más alto indicaría la existencia de un sesgo. Al mismo tiempo, el valor *p* (0.151) es, por tanto, > 0.1, por lo que se confirmarían los resultados del gráfico de embudo. De estos datos se deduce que el presente estudio no muestra ningún problema relacionado con un posible sesgo de publicación.

Figura 3. *Funnel Plot* para un modelo de efectos aleatorios



3.4 Variables moderadoras

Diversos estudios investigan el sexo como variable moderadora dentro del hecho educativo y su relación con el uso de un tipo de metodologías u otras (Cicchino, 2015; Ding, 2016; Quílez-Robres et al., 2021). Al aplicar un modelo de regresión que tuvo en cuenta la diferencia entre tipos de materias y sexo se obtuvo un modelo explicativo que conjugó significativa y positivamente el aprendizaje de las materias STEM/CS en su relación con el desarrollo del PC y todo ello a través del sexo como variable moderadora. En concreto, el ABP aplicado a la enseñanza de las materias relacionadas con la Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Salud se relaciona de manera positiva y significativa con el desarrollo del PC, llegando a explicar hasta un 19% de la varianza tomando como variable moderadora el sexo femenino y aportando valores de $Q = 338.39$; $I^2 = 96.75\%$; $R^2 = 0.19$; $p < 0.001$ mejorando los resultados de predicción. Al estudiar el tipo de PC, el tipo de ABP o la edad como variables moderadoras, no se encontraron diferencias significativas.

IV. Discusión y conclusiones

El presente estudio tiene como objetivo explorar la relación entre la implementación del ABP y la mejora del PC del alumnado. Los datos recopilados muestran que existe una relación significativa entre ambas variables. Además, se indaga sobre los posibles factores moderadores como el sexo, la materia a estudiar, la edad, y el tipo de ABP y PC utilizados.

Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con estudios previos que apoyan la efectividad del ABP en el PC del alumnado. El ABP, en contraste con las metodologías tradicionales, brinda a los estudiantes la oportunidad de analizar problemas de manera colaborativa facilitando la construcción de conocimientos mientras desarrollan el PC y participan activamente en el aula (Vegas y Djukri, 2021). En esta línea, Liu y Pásztor (2022), en una exhaustiva revisión de 50 estudios publicados entre 2000 y 2021, que incluyeron a 5210 participantes, identificaron factores clave que inciden en la efectividad del ABP. Su análisis concluye que la utilización del ABP contribuye al desarrollo del PC, independientemente de factores como el tamaño de la muestra, la disciplina o la duración de la intervención. Por otro lado, la nacionalidad, el tamaño del grupo, la forma de elegir la muestra y la madurez de los participantes son variables que se deben tener en cuenta; sin embargo, es relevante destacar que la literatura también presenta investigaciones que no encuentran mejoras significativas en el PC o en el aprendizaje al emplear ABP en comparación con enfoques educativos más tradicionales. En este sentido, Manuaba et al. (2022), al analizar siete escritos relacionados con el uso del ABP en estudiantes de primer año de medicina, sólo encontraron uno de ellos en el que se hablaba de una relación positiva entre ambas variables mientras que los otros seis encontraron resultados no significativos. Asimismo, Núñez-López et al. (2017), en su estudio con 27 personas de primer curso de la licenciatura en Nutrición, tampoco hallaron diferencias significativas en las competencias genéricas del PC tras la puesta en práctica del ABP; los autores indicaron que uno de los factores determinantes pudo haber sido que la actitud de dos de los grupos participantes no fue la adecuada, mostrando dificultades para adaptarse a la nueva metodología.

Estos resultados subrayan la complejidad de la implementación efectiva de nuevas metodologías y apuntan hacia la influencia de diversos factores en la efectividad del ABP. La variedad de contextos educativos, las diferencias en las actitudes de los participantes y otros aspectos relevantes muestran la necesidad de más investigaciones para comprender completamente los matices que afectan la implementación y los resultados del ABP. Choi et al. (2013) sugieren que, aunque el ABP mejora la disposición hacia el PC de 56 alumnos de un curso de control de infecciones en residencias de ancianos, aspectos como el escepticismo y la imparcialidad no experimentan mejoras significativas. La ausencia de diferencias entre el grupo control y el experimental puede ser debido al poco tiempo de instrucción a través de ABP. Esto resalta la necesidad de considerar cuidadosamente su implementación, ya que esta metodología puede presentar algunos desafíos. Por ejemplo, es menos adecuada para transmitir gran cantidad de información o conocimientos básicos, los alumnos necesitan adaptarse y entender el modelo de aprendizaje, se necesita tiempo experimental para su aplicación (Rusmansyah, 2019) y, en algunos casos, involucra la participación de varios docentes. Además, la implementación de una nueva metodología también está influenciada por la existencia de instalaciones adecuadas y la habilidad tanto del alumnado como del profesor a la hora de su utilización. Todo esto es fundamental a la hora de maximizar los resultados obtenidos (Vegas y Djukri, 2021).

El papel del sexo como posible moderador en el contexto educativo también destaca en la literatura (Quílez-Robres et al., 2021). De esta manera, en el estudio de Cicchino (2015), después de trabajar utilizando el ABP unido al juego en alumnado de 2.º de Educación Secundaria Obligatoria, se hallaron diferencias significativas que abalaban mejores resultados para las mujeres. Sin embargo, se pueden localizar trabajos que encuentran una

mejora superior en los hombres que en las mujeres. Así, Ding (2016), al analizar las diferencias de sexo, descubrió que los hombres son menos optimistas que las mujeres sobre sus habilidades de PC antes de realizar una intervención basada en ABP, particularmente en las relacionadas con la negociación colectiva, ya que eran peores escuchando, menos dispuestos a ceder ante las diferencias y más propensos a imponer sus opiniones. Después de trabajar con ABP durante 9 semanas, las diferencias de género fueron desapareciendo. Estos resultados se relacionan con los obtenidos en el presente escrito, ya que se demuestra que el sexo puede desempeñar un rol importante en el aprendizaje, especialmente cuando se implementa el ABP en áreas STEM/CS. Al analizar el sexo como variable moderadora, se observa que las mujeres alcanzan mejores resultados en el desarrollo del PC, lo que explica hasta un 19% de la varianza en esta relación. Esta tendencia podría deberse a un mayor compromiso de las mujeres en entornos de aprendizaje colaborativo y en temas aplicados, como el medio ambiente y la resolución de necesidades sociales, donde suelen mostrar un interés vocacional alineado con el ABP (Navarro y Casero 2012).

En cuanto a la etapa en la que se implementa el ABP, aunque se ha demostrado que esta metodología es efectiva en diferentes áreas y contextos (Araz y Sungur, 2007), tanto en alumnado joven (Ahdhianto et al., 2020; Furner y Kumar, 2007; Kettler, 2014) como en alumnado de instituto (Akhdinirwanto et al., 2020) e incluso de universidad (Son, 2020), llama la atención que en la revisión de las investigaciones incluidas en este metanálisis no haya ningún escrito relacionado con la etapa de educación Infantil. Esto puede atribuirse, principalmente a dos motivos: en primer lugar, todavía es limitado el estudio en etapas elementales (Rehmat y Hartley, 2020); en segundo lugar, realizar investigaciones cuantitativas en edades tempranas es muy complicado y esto hace que los estudios existentes, en la etapa de infantil, no cumplan con los criterios de inclusión requeridos en este texto. Además, al aumentar la experiencia vital, el alumnado de mayor edad tiene más práctica resolviendo problemas de manera meditada (Liu y Pásztor, 2022). Sin embargo, en el presente estudio, al analizar los datos, no se ha encontrado una relación entre la edad y la efectividad de esta metodología para el desarrollo del PC.

Para superar los desafíos potenciales en la implementación del ABP, varios estudios analizados proponen la combinación de esta metodología con otras. En relación con la dificultad de encontrar instalaciones adecuadas, Ding (2016) plantea la utilización de las herramientas informáticas para poder trabajar desde cualquier punto del planeta y, de esta manera, facilitar la formación de los grupos de trabajo en espacios y horarios diversos. En este estudio se analizan 342 estudiantes de inglés como lengua extranjera que utilizan *WeChat* como plataforma de comunicación, concluyendo que de esta manera se mejoran todas las subescalas de la disposición ante el PC, como pueden ser la curiosidad, la madurez cognitiva, la búsqueda de la verdad, la autoconfianza, la analiticidad y la apertura de mente.

En relación con la necesidad del trabajo experimental, Lim (2020) propone la utilización de simulaciones para poder desarrollar el aprendizaje en entornos que sería complicado encontrar de otra manera. Por ello, realizó el análisis de la disposición de 65 estudiantes de Enfermería que utilizaron simulaciones para encontrar situaciones similares a las que podrían experimentar en un hospital. Los resultados muestran un aumento significativo de esta variable (t = -3.252, p = 0.002) debido al proceso que tiene que hacer el alumnado de analizar y discutir la situación para resolver el problema. En un escrito similar, Son (2020) también estudia la disposición de 78 alumnos de 3.º de Enfermería que utilizan la simulación como método para evitar los problemas que el COVID-19 tuvo restringiendo las prácticas de estos estudios. En sus resultados no se encuentran diferencias entre el pretest y el postest en el grupo control (t = 0.26, p = 0.798), pero sí se encuentra una mejora significativa entre estas dos pruebas en el grupo experimental (t = -2.78, p = 0.008).

En relación con las diferentes dimensiones del PC examinadas en los escritos revisados, no se han identificado diferencias significativas entre las habilidades y la disposición. El PC, al ser una habilidad compleja y multidimensional, resulta difícil de medir de manera consistente, especialmente cuando se trata de dimensiones abstractas, como la disposición o la motivación para pensar críticamente. Estas dimensiones son más subjetivas y dependen de factores psicológicos y contextuales que no siempre se reflejan en herramientas de medición convencionales (Bailin, 2002). Dentro de las habilidades de PC se pueden encontrar diversos textos que las examinan por separado; en este sentido, el estudio de Rivas et al. (2022) analiza el razonamiento deductivo, inductivo y práctico del alumnado, así como la toma de decisiones y la resolución de problemas en 89 estudiantes de la licenciatura de Psicología. Los resultados manifiestan diferencias significativas en todas las dimensiones después de utilizar el ABP. Asimismo, Parno et al. (2019), al comparar dos grupos de 28 estudiantes de temas relacionados con instrumentos ópticos, también hallaron un incremento mayor en el alumnado que trabajó a través del ABP en cada uno de los indicadores de las habilidades de PC. Sin embargo, también se pueden encontrar escritos en los que no todas las habilidades mejoran por igual. Así, en el estudio realizado por Suárez y Castro (2022) con 24 estudiantes de la carrera de Psicología, se observó que solo se produce un incremento en los ítems relacionados con la interpretación y el análisis de la información, así como en la emisión de juicios.

Por último, en el análisis realizado por Suarniati et al. (2019) se observa que, aunque la mayor parte de las habilidades mejoran en el grupo experimental, el grupo obtuvo resultados significativamente mejores a la hora de llegar a conclusiones basadas en hechos específicos. Una posible explicación es que para llegar a conclusiones argumentadas se necesitan muchos contenidos que en una clase magistral se pueden transmitir de manera deliberada. Es importante destacar que la cantidad de artículos relacionados con la disposición hacia el PC es comparativamente menor. Esto puede ser debido a que todavía son escasos los estudios sobre aspectos motivacionales o disposición hacia el PC (Liu y Pásztor, 2022), lo que refleja la necesidad de una mayor investigación en este campo.

Para poder elevar la calidad educativa, es importante comprender cómo las metodologías utilizadas pueden incidir en diversas variables y sus interrelaciones (Kurt y Sezek, 2022). El PC es una estrategia que ayudará a los ciudadanos del futuro a tomar sus propias decisiones de manera argumentada. Sin embargo, estudios recientes revelan que tanto las habilidades como la disposición hacia el PC en el estudiantado suelen ubicarse en niveles generalmente intermedios o bajos (Irwanto et al., 2019; Temel, 2014). Ante este panorama, se destaca la vital importancia de implementar enfoques pedagógicos que ayude a mejorar estos niveles y, de esta manera preparar al estudiantado para su futuro.

En resumen, este estudio proporciona conclusiones fundamentadas que pueden ser útiles para entender cómo la utilización del ABP influye en el desarrollo del PC del alumnado. Aunque hay estudios contradictorios, este estudio apoya a la mayoría de las investigaciones que avalan la relación positiva entre ambas variables. Al explorar las variables moderadoras, se descubre que el sexo desempeña un papel significativo en la relación entre ABP y PC. Las diferencias de género son notables, y este estudio sugiere que las mujeres pueden experimentar beneficios más sustanciales en términos de PC al aplicar ABP en el estudio de materias STEM/CS.

La discusión en torno a los desafíos en la implementación del ABP, como la adaptación del estudiantado a este enfoque y la necesidad de instalaciones adecuadas, aporta perspectivas prácticas. La propuesta de combinar el ABP con otras metodologías y el uso de herramientas informáticas y simulaciones demuestra una consideración reflexiva de los obstáculos potenciales y sugiere enfoques para maximizar los resultados.

La ausencia de la etapa de Educación Infantil en los estudios revisados señala la necesidad de reflexionar sobre enfoques pedagógicos y metodológicos específicos para diferentes grupos de edad. ¿Existen métodos alternativos que sean más adecuados para el estudiantado más joven y que puedan fomentar el desarrollo del PC de manera efectiva? ¿O el motivo fundamental de la ausencia de estudios es la dificultad de realizar investigaciones cuantitativas en esta etapa? Estos son preguntas que merecen una exploración más profunda.

Es fundamental considerar las limitaciones inherentes a los estudios revisados. Entre ellas se incluyen posibles deficiencias metodológicas, sesgos de sección y otras restricciones que podrían influir en la validez de los resultados. Reconocer estas limitaciones fortalece nuestras conclusiones y sugiere áreas para futuras investigaciones.

Contribución de autoría

Amaya Satrústegui Moreno: conceptualización (40%), curación de datos (80%), análisis formal (75%), investigación (80%), metodología (30%), validación (40%), visualización (85%), redacción de borrador original (85%), revisión y edición (30%).
Alberto Quílez Robres: conceptualización (40%), curación de datos (20%), análisis formal (25%), investigación (20%), metodología (70%), supervisión (60%), validación (60%), visualización (15%), redacción de borrador original (15%), revisión y edición (30%).
Ester Mateo González: conceptualización (10%), supervisión (20%), revisión y edición (20%).
Alejandra Cortés-Pascual: conceptualización (10%), supervisión (20%), revisión y edición (20%).

Declaración de no conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Fuente de financiamiento

No existe fuente de financiamiento para este artículo.

Referencias

Las referencias marcadas con asterisco indican estudios incluidos en el metanálisis.

*Ahdhianto, E., Marsigit, Haryanto y Nurfauzi, Y. (2020). Improving fith-grade students' Mathematical problem-solving and critical thinking skills using Problem-Based Learning. *Universal Journal of Educational Research, 8*(5), 2012-2021. http://dx.doi.org/10.13189/ujer.2020.080539

*Amin, S., Utaya, S., Bachri, S., Sumarmi, S. y Susilo, S. (2020). Effect of problem based learning on critical thinking skills and environmental attitude. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists, 8*(2), 743-755. http://doi.org/10.17478/jegys.650344

*Anazifa, R. D. y Djukri, D. (2017). Project-based learning and problem-based learning: Are they effective to improve student's thinking skills? *Journal Pendidikan IPA Indonesia, 6*(2), 346-355. https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jpii/article/view/11100

*Akhdinirwanto, R.W., Agustini, R. y Jatmiko, B. (2020). Problem-Based Learning with argumentation as a hypothetical model to increase the critical thinking skills for junior High School students. *Journal Pendidikan IPA Indonesia, 9*(3), 340-350. https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jpii/article/view/19282

Araz, G. y Sungur, S. (2007). The interplay between cognitive and motivational variables in a problem-based learning environment. *Learning and Individual Differences, 17*(4), 291-297. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2007.04.003

Awang, H. y Ramly, I. (2008). Creative thinking skill approach through Problem-Based Learning: Pedagogy and practice in the engineering classroom. *International Journal of Educational and Pedagogical Sciences, 2*(4), 635-640. https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=c54c936436e2ee1f38b241181ed996f2a67e86f9

Bailin, S. (2002). Critical thinking and science education. *Science & Education, 11*, 361-375. https://doi.org/10.1023/A:1016042608621

Bonafide, D.Y., Saregar, Y. A. y Fasa, M. I. (2021). Problem-based learning model on students' critical-thinking skills: A meta-analysis study. *Journal of Physics: Conference Series, 1796*(1), 1-7. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012075

*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*(12) 2572. https://doi.org/10.3390/healthcare10122572

*Choi, Y. R., Lee, Y. N., Kim, D., Park, W. H., Kwon, D. Y., y Chang, S. O. (2022). An e-problem-based learning program for infection control in nursing homes: A quasi-experimental study. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19*(20), 13371. https://doi.org/10.3390/ijerph192013371

Choi E., Lindquist, R. y Song Y. (2013). Effects of problem-based learning vs. traditional lecture on Korean nursing students' critical thinking, problem-solving, and self-directed learning. *Nurse Education Today, 34*(1), 52-56. https://doi.org/10.1016/j.nedt.2013.02.012

*Cicchino, M. I. (2015). Using Game-Based Learning to foster critical thinking in student discourse. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 9*(2), 4. https://doi.org/10.7771/1541-5015.1481

Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Academic Press.

*Ding, X. W. (2016). The effect of wechat-assisted problem-based learning on the critical thinking disposition of EFL learners. *International Journal of Emerging Technologies in Learning, 11*(12), 23-29. https://doi.org/10.3991/ijet.v11i12.5927

Egger, M., Smith, G. D., Schneider, M. y Minder, C. (1997). Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *BMJ, 315,* 7109, 629-634. https://doi.org/10.1136/bmj.315.7109.629

Facione, P. A. (1990a). *Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction* (*The Delphi Report). Research findings and recommendations.* American Philosophical Association. https://philarchive.org/archive/faccta

Facione, P. A. (1990b). *The California critical thinking skills test--college level (Technical Report #1). Experimental validation and content validity.* California Academic Press. https://eric.ed.gov/?id=ED327549

Facione, P. A. (2000). The disposition toward critical thinking: Its character, measurement, and relationship to critical thinking skills. *Informal Logic, 20*(1), 61-84. https://doi.org/10.22329/il.v20i1.2254

*Fitriani, A., Zubaidah, S., Susilo, H. y Al Muhdhar, M. H. I. (2020). PBLPOE: A learning model to enhance students' critical thinking skills and scientific attitudes. *International Journal of Instruction, 13*(2), 89-106. https://doi.org/10.29333/iji.2020.1327a

Furner, J. M. y Kumar, D. D. (2007). The mathematics and science integration argument: A stand for teacher education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 3*(3), 185-189. https://doi.org/10.12973/ejmste/75397

Gokhale, A. A. (1995) Collaborative learning enhances critical thinking. *Journal of Technology Education, 7*(1), 22-30. https://vtechworks.lib.vt.edu/server/api/core/bitstreams/daf828c3-b6c0-4106-9553-baa243bf60bd/content

*Hidayati, N., Zubaidah, S. y Amnah, S. (2022). The PBL vs. digital mind maps integrated PBL: Choosing between the two with a view to enhance learners' critical thinking. *Participatory Educational Research, 9*(3), 330-343. http://dx.doi.org/10.17275/per.22.69.9.3

Higgins, J. y Green, S. (2011). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions (Version 5.1.0).* The Cochrane Collaboration.

Higgins, J. P. T., Thompson, S. G., Deeks, J. J. y Altman, D. G. (2003). Measuring inconsistency in meta-analyses. *BJM, 327*, 557-560. https://doi.org/10.1136/bmj.327.7414.557

Hmelo-Silver, C. E. y Barrows, H. S. (2006). Goals and strategies of a problem-based learning facilitator. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 1*(1), 21-39. http://doi.org/10.7771/1541-5015.1004

*Hsu, Y. C. (2021). An action research in critical thinking concept designed curriculum based on collaborative learning for Engineering ethics course. *Sustainability, 13*(5), 2621. https://doi.org/10.3390/su13052621

Irwanto, Rohaeti, E. y Prodjosantoso, A. K. (2019). Analyzing the relationships between pre-service chemistry teachers' science process skills and critical thinking skills. *Journal of Turkish Science Education, 16*(3), 299-313. https://www.tused.org/index.php/tused/article/view/73

Kettler, T. (2014). Critical thinking skills among elementary school students: Comparing identified gifted and general education student performance. *Gifted Child Quarterly, 58*(2), 127-136. https://doi.org/10.1177/0016986214522508

Kurt, U. y Sezek, F. (2022). The effect of using different teaching methods on high-level skills in science lessons. *Science Education International, 33*(2), 146-155. https://doi.org/10.33828/sei.v33.i2.2

*Lestari, N., Barsi, K. I., Yusut, M., Suciatti, S. y Masycuri, M. (2020). Life skill integrated science-PBL module to improve critical thinking skills of secondary school students. *Universal Journal of Educational Research, 8*(7), 3085-3096. https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080737

*Lim, M. H. (2020). Effectiveness of simulation liked problem based learning nursing college students in South Korea. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies, 9*(2), 15-22. https://doi.org/10.36941/ajis-2020-0018

Liu, Y. y Pásztor, A. (2022). Effects of problem-based learning instructional intervention on critical thinking in higher education: A meta-analysis. *Thinking Skills and Creativity, 45*. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101069

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, 19*(5), e0303724. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277339

Martín-García, J., Dies, M. E. y Afonso, A. S. (2024). Understanding science teachers' integration of active methodologies in club settings: An exploratory study. *Education Sciences, 14*(1), 106. https://doi.org/10.3390/educsci14010106

Morales, P. (2018). Aprendizaje basado en problemas (ABP) y habilidades de pensamiento crítico ¿una relación vinculante? *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 21*(2), 91-108. https://doi.org/10.6018/reifop.21.2.323371

Navarro, C. y Casero, A. (2012). Análisis de las diferencias de género en la elección de estudios universitarios. *Estudios sobre Educación, 22*, 115-132. https://doi.org/10.15581/004.22.2075

*Nuñez-López, S., Avila-Palet, J. E. y Olivares-Olivares, S. L. (2017). El desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes universitarios por medio del Aprendizaje Basado en Problemas. *Revista Iberoamericana de Educación Superior, 8*(23), 84-103. https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2017.23.249

Overton, R. C. (1998). A comparison of fixed-effects and mixed (random-effects) models for meta-analysis tests of moderator variable effects. *Psychologycal Methods, 3*(3), 354-379. https://doi.org/10.1037/1082-989X.3.3.354

Palma, S. y Delgado, M. (2006). Consideraciones prácticas acerca de la detección del sesgo de publicación. *Gaceta Sanitaria, 20*(2), 10-16. https://doi.org/10.1157/13101085

*Parno, P., Asim, A., Suwasono, P. y Ali, M. (2019). The influence of Problem Based Learning on critical thinking ability for students in optical instrument topic. *Journal Pendidikan Fisika Indonesia, 15*(1), 39-45. https://doi.org/10.15294/jpfi.v15i1.19309

Paul, R. y Elder, L. (2021). *Critical thinking: Tools for taking charge of your learning and your life* (4a. ed.). Rowman & Littlefield.

Quílez-Robres, A., Moyano, N. y Cortés-Pascual, A. (2021). Motivational, emotional, and social factors explain academic achievement in children aged 6-12 years: A meta-analysis. *Education Sciences, 11*(9), 513. https://doi.org/10.3390/educsci11090513

Rana, S. S. (2020). *Progression of collaborative learning and its importance for critical thinking.* Maharaja Surajmal Institute.

*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), 1-14. https://doi.org/10.14434/ijpbl.v14i1.28636

*Rijal, M., Mastuti, A. G., Safriti, D., Bachtiar, S. y Samputri, S. (2021). Differences in learners' critical thinking by ability level in conventional, NHT, PBL and integrated NHT-PBL classrooms. *International Journal of Evaluation and Research in Education, 10*(4), 1133-1139. https://doi.org/10.11591/ijere.v10i4.21408

*Rivas, S. F., Saiz, C. y Ossa, C. (2022). Metacognitive strategies and development of critical thinking in higher education. *Frontiers in Psychology, 13*, 913219. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.913219

Rusmansyah, R., Yuanita, L., Ibrahim, M., Isnawati, I. y Prahani, B. K. (2019). Innovative chemistry learning model: Improving the critical thinking skill and self-efficacy of pre-service chemistry teachers. *Journal of Technology and Science Education, 9*(1), 59-76. https://doi.org/10.3926/jotse.555

*Saputro, A. D., Atun, S., Wilujeng, I., Ariyanto, A. y Arifin, S. (2020). Enhancing pre-service elementary teachers' self-efficacy and critical thinking using problem-based learning. *European Journal of Educational Research, 9*(2), 765-773. https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.2.765

Schulze, R. (2007). Current methods for meta-analysis. *Zeitschrift für Psychologie, 215*(2), 90-103. https://doi.org/10.1027/0044-3409.215.2.90

Shiau, S., Kahn, L. G., Platt, J., Li, C., Guzman, J. T., Kornhauser, Z. G., Keyes, K. M. y Martins, S. S. (2018). Evaluation of a flipped classroom approach to learning introductory epidemiology. *BMC Medical Education, 18*(63). https://doi.org/10.1186/s12909-018-1150-1

Silviariza, W. Y. y Handoyo, B. (2020). Spatial-Problem Based Learning (SPBL) development (preliminary studies for geography learning). *Jurnal Pendidikan Geografi, 25*(1), 69-79. http://dx.doi.org/10.17977/um017v25i12020p069

*Silviariza, W. Y., Sumarmi, S. y Handoyo, B. (2020). Using Spatial Problem Based Learning (SPBL) model in geography education for developing critical thinking skills. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists, 8*(3), 1045-1960. http://doi.org/10.17478/jegys.737219

*Son, H. K. (2020). Effects of S-PBL in maternity nursing clinical practicum on learning attitude, metacognition, and critical thinking in nursing students: A quasi-experimental design. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(21), 7866. https://doi.org/10.3390/ijerph17217866

*Suárez, X. y Castro, N. (2022). Contribución del aprendizaje basado en problemas en el pensamiento crítico. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 97*(36.3), 11-28. https://doi.org/10.47553/rifop.v97i36.3.96182

*Suarniati, N. W., Ardhana, I. W., Hidayah, N. y Handarini, D. M. (2019). The difference between the effects of Problem-Based Learning strategy and conventional strategy on vocational school students' critical thinking skills in civic education. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research, 18*(8), 155-167. https://doi.org/10.26803/ijlter.18.8.10

*Suyatman, S., Saputro, S., Sunarno, W. y Sukarmin, S. (2021) Profile of student analitical thiking skills in the natural sciences by implementing Problem-Based Learning model. *Journal of Educational, Cultural and Psychological Studies,* (23), 89-111. https://dx.doi.org/10.7358/ecps-2021-023-suya

*Temel, S. (2014). The effects of problem-based learning on pre-service teachers' critical thinking dispositions and perceptions of problem-solving ability. *South African Journal of Education, 34*(1), 1-20. https://journals.co.za/doi/abs/10.10520/EJC148686

Ulger, K. (2018). The effect of Problem-Based Learning on the creative thinking and critical thinking disposition of students in visual arts education. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 12*(1), 10. https://doi.org/10.7771/1541-5015.1649

Unesco. (2021). *Reimagining our futures together: A new social contract for education*. International Commission on the Futures of Education. https://unesdoc.unesco.org/notice?id=p::usmarcdef_0000379707

*Vegas, S. O. y Djukri, D. (2021). The effect of Problem-Based Learning on the critical thinking skill of the students. *Journal Ilmiah Peuradeun, 9*(1), 221-240. https://doi.org/10.26811/peuradeun.v9i1.411

Zambrano, M. M., Escalante, T. M., Córdova, C. V. y Mackay Veliz, R. A. (2022). Pensamiento crítico aplicado a la investigación. *Revista Repique, 4*(2). http://revistasdigitales.utelvt.edu.ec/revista/index.php/repique/article/view/153