

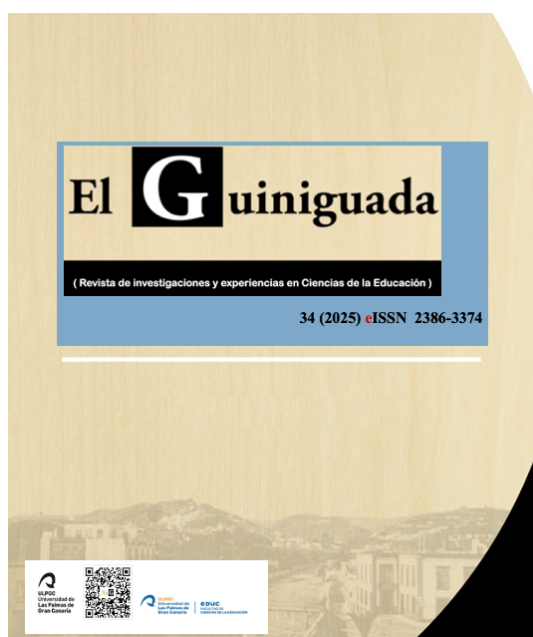
El Guiniguada

(Revista de investigaciones y experiencias en Ciencias de la Educación)

eISSN: 2386-3374

10.20420/ElGuiniguada.2013.333 (doi general de la revista)

Journal information, indexing and abstracting details, archives, and instructions for submissions:
<http://ojsspdg.ulpgc.es/ojs/index.php/ElGuiniguada/index>



Aprendizaje Basado en Problemas y STEM, en Secundaria y Bachillerato: Revisión Sistemática

Problem-Based-Learning and STEM, in Secondary and Baccalaureate:

A Systematic Review

Rebeca Ramos Plaza

Ana Isabel Cid Cid

Arcadio Sotro Díaz

Universidad Rey Juan Carlos, España

DOI (en Sumario/Título, en WEB de la Revista)

Recibido el 12/12/2024

Aceptado el 15/03/2025



**Aprendizaje Basado en Problemas y STEM, en Secundaria y Bachillerato:
Revisión Sistemática**

Problem-Based-Learning and STEM, in Secondary and Baccalaureate:
A Systematic Review

Rebeca Ramos Plaza

rebeca.ramos.plaza@urjc.es

Ana Isabel Cid Cid

ana.cid@urjc.es

Arcadio Sotto Díaz

arcadio.sotto@urjc.es

Universidad Rey Juan Carlos, España

RESUMEN

El diseño de actividades docentes fundadas en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) dentro del marco STEM implica ciertas complejidades que acercan el proceso de enseñanza-aprendizaje al mundo real. Este trabajo realiza una revisión sistemática, (según la declaración PRISMA), con el fin de caracterizar la producción científica en relación con la integración ABP-STEM implementada en las escuelas para alumnos de entre 12 y 18 años en el siglo XXI, educación secundaria y bachillerato en España. Se analizan diversos aspectos de los documentos seleccionados tales como las metodologías educativas con las que se combinan, las características de las propuestas ABP, las mejoras educativas y limitaciones, etc. Los resultados muestran mejoras en el rendimiento y en las habilidades interpersonales del alumnado, aumento de su interés en carreras STEM, así como su satisfacción a la hora de trabajar con estas metodologías en el contexto del aula.

PALABRAS CLAVE

APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS, STEM, REVISIÓN SISTEMÁTICA, EDUCACIÓN SECUNDARIA, BACHILLERATO

ABSTRACT

The design of teaching activities based on Problem-Based Learning (PBL) within the STEM framework involves certain complexities that bring the teaching-learning process closer to the real world. This paper carries out a systematic review, (according to the PRISMA statement), in order to characterise the scientific production in relation to PBL-STEM integration implemented in schools for students between 12 and 18 years old in the 21st century, secondary education and baccalaureate in Spain. Various aspects of the selected papers are analysed, such as the educational methodologies with which they are combined, the characteristics of the ABP proposals, the educational improvements and limitations, etc. The results show improvements in students' performance and interpersonal skills, an increase in their interest in STEM careers, as well as their satisfaction when working with these methodologies in the classroom context.

KEYWORDS

PROBLEM-BASED LEARNING, STEM, SYSTEMATIC REVIEW, SECONDARY EDUCATION, HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

INTRODUCCIÓN

Poco a poco el marco educativo STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics en inglés) ha ido ganando peso en el mundo pedagógico, constituyendo la educación para el futuro. Sobre todo, atendiendo a la demanda laboral (World Economic Forum, 2018) debida, principalmente a cambios drásticos en el cursar de las sociedades actuales como los avances científicos y tecnológicos y a la globalización (Blázquez et al., 2018).

Diversas investigaciones plantean las metodologías activas en pro de la educación (Hernández-Ortega et al., 2021) y, concretamente, de la educación STEM. Por otro lado, según Bartholomew y Strimel (2018), el ABP se ha convertido en un enfoque de gran aceptación por parte de la comunidad educativa en general por su afán de mejora de la capacidad de innovación, al proporcionar la base científico-tecnológica de la fuerza laboral del siglo 21, capacitada en el ámbito STEM. De entre las características fundamentales del ABP (Barrows, 1996) destacan: el aprendizaje se produce en grupos pequeños de estudiantes; los profesores son facilitadores o guías; los problemas establecen el foco de organización y estímulo para el aprendizaje y la nueva información se adquiere a través del aprendizaje autodirigido.

Con ello en mente, esta revisión pretende dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación (PI) sobre ABP y Educación STEM:

PI-1. ¿Cuáles son los indicadores bibliométricos más relevantes que caracterizan la producción científica asociada?

PI-2. ¿Qué disciplinas STEM se enseñan a través del ABP y junto a qué metodologías?

PI-3. ¿A qué edades se está utilizando el ABP para la educación STEM?

PI-4. ¿Qué objetivos de investigación se plantean y cuáles son las metodologías de investigación utilizadas para abordarlos?

PI-5. ¿Qué ventajas y mejoras ofrecen las distintas propuestas ABP?

PI-6. ¿Existen desventajas y limitaciones de las propuestas ABP? ¿Cuáles son las más relevantes y cómo se explican?

PI-7. ¿En qué consisten estas propuestas ABP?

METODOLOGÍA

Este estudio sigue como método la revisión sistemática de la literatura. Se han considerado las directrices establecidas por la Declaración Prisma (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) (Ciapponi, 2021) de acuerdo con su diagrama de flujo y la lista de verificación correspondiente.

Criterios de inclusión y de exclusión

Para la identificación y el cribado:

- Se consideran artículos de revista académica científica publicados. No se incluyen tesis, conferencias, informes, etc.
- No se consideran revisiones sistemáticas ni metaanálisis.

- Se tienen en cuenta documentos elaborados entre el 2000 y el 2022, ambos inclusive (cuando se realizó la búsqueda).
- Solo se incluyen documentos en lengua inglesa y española.
- Solo se incluyen experiencias realizadas en las que la población directa o indirecta sea el alumnado en cualquier nivel educativo de las etapas de entre 12 y 18 años (educación secundaria o bachillerato en España). Se incluyen aquellos trabajos que, aun considerando en su población estudiantes de otras etapas educativas, también lo hagan con estudiantes de Educación Secundaria/bachillerato, siempre que la implementación y el análisis de resultados esté diferenciado por etapas, si responden a los mismos objetivos.
- Se incluyen aquellos documentos cuyas propuestas educativas han sido analizadas y discutidos los resultados o que, como mínimo, se han implementado en la población, dado lugar a una simple recogida y testeo de observaciones al respecto.
- Se incluyen documentos que se desarrollan en las aulas escolares dentro de la educación formal. Se excluyen todos aquellos trabajos que se implementen en otros contextos/espacios educativos.
- Se incluyen documentos que incorporan estudios empíricos y/o programas de intervención que utilicen manifiestamente la metodología de ABP en los niveles especificados independientemente de que lo utilicen junto a otra metodología. Se excluyen aquellos documentos que incorporan explícitamente el Aprendizaje Basado en Proyectos.
- Se ha de dar respuesta al menos a uno de los objetivos/preguntas de investigación.

Estrategia de búsqueda

El proceso de búsqueda ha tenido lugar el día 4 de julio de 2022 y durante los meses de junio, agosto, septiembre, octubre y diciembre de 2022 se ha realizado el filtrado y la revisión de la literatura. Entre las bases de datos consideradas se encuentran:

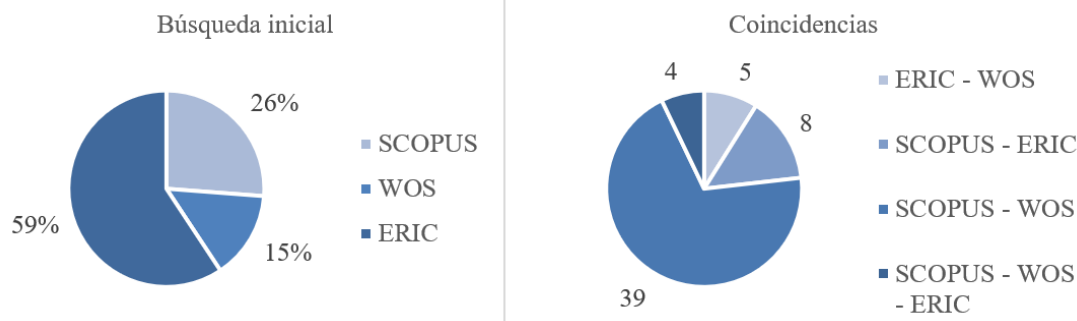
- Educational Resource Information Center (ERIC), del Departamento de Educación de Estados Unidos de América.
- Scopus de Elsevier.
- Web of Science (WOS) de Claritive Analytics.

La ecuación de búsqueda se ha construido con términos clave correspondientes a los tesauros de la UNESCO y de ERIC en relación con las preguntas de investigación. En concreto dicha ecuación tiene la forma: “(stem OR steam) AND ("Problem-Based Learning" OR pbl OR "problem solving") AND ("secondary education" OR "secondary school" OR "lower secondary education" OR "higher education institutions") AND (biology OR technology OR science OR mathematics OR engineering OR "technological sciences" OR "natural science" OR "biological science" OR physics OR chemistry)” dentro de la categoría de título, abstract y palabras clave de los buscadores, siempre que fuera posible.

Figura 1

(a) Porcentaje de artículos por base de datos

(b) Número de duplicados y triplicados por base de datos



Nota. Elaboración propia

Recogida de datos

La búsqueda inicial proporcionó 435 documentos. En la primera etapa se eliminaron 48 documentos duplicados y, de acuerdo con los criterios de inclusión/exclusión tales como el año de publicación, la lengua escrita y el tipo de documento, resultaron 241 documentos para el cribado (Figura 2). Cabe destacar que este primer descarte se ha realizado gracias al gestor bibliográfico Zotero.

Después, se eliminan 11 documentos al leer sus títulos por ser revisiones sistemáticas. 230 documentos son filtrados en dos fases en función de los criterios de inclusión y de exclusión, la primera atendiendo a la lectura del título, resumen y palabras clave, y la segunda atendiendo a la lectura completa del documento. Todo el proceso de descarte y selección se puede ver en la Figura 2.

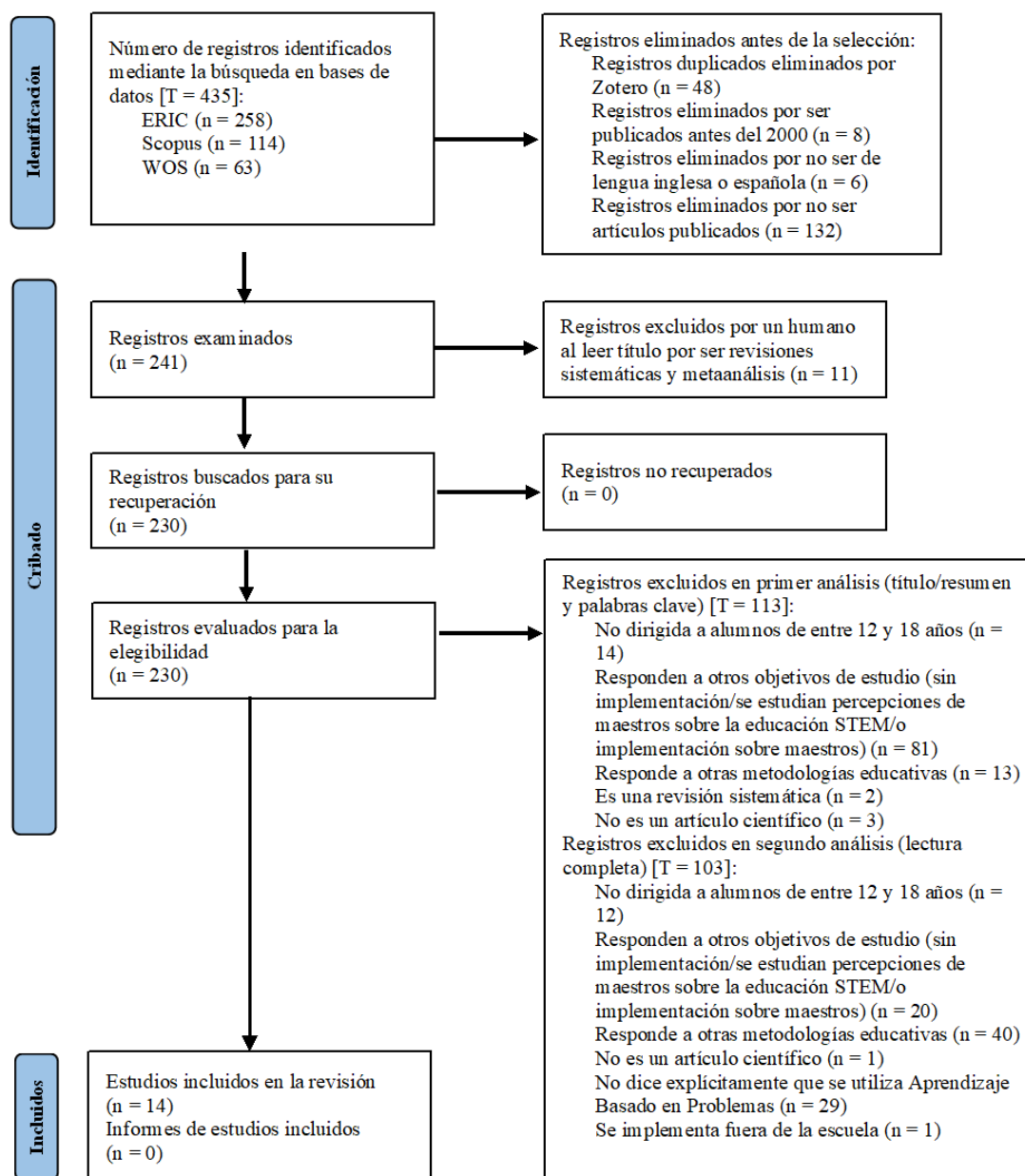
Todos los documentos requeridos fueron recuperados a través de la búsqueda interna en la universidad o mediante préstamo interbibliotecario.

Análisis de datos

Para hacer más efectiva la selección y, sobre todo y posteriormente, la clasificación y el análisis de resultados, se escogieron un conjunto de unidades de análisis (Tabla 1) en relación con todas las preguntas de investigación del trabajo.

Figura 2

Diagrama de flujo, según la declaración PRISMA



Nota. Elaboración propia

Tabla 1

Unidades de análisis consideradas en el estudio

Unidades de análisis	Definición
Indicadores bibliométricos (PI-1)	Variables que caracterizan la producción científica seleccionada: nombre de primeros autores, año de publicación, país de afiliación del primer autor, citas en Google Scholar y palabras clave.
Áreas STEM trabajadas (PI-2)	Áreas de conocimiento STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería o Matemáticas) en las que predomina el contenido que se implementa con cada propuesta educativa STEM

Metodologías educativas utilizadas (PI-2)	Diferentes metodologías educativas que acompañan, si es que lo hacen, al Aprendizaje Basado en Problemas en cada documento
Edad de los estudiantes (PI-3)	Identifica el rango de edad de los estudiantes participantes en los estudios seleccionados dentro del rango de edad 12-18 años
Objetivos de la investigación (PI-4)	Propósito y objetivos planteados de la investigación en los documentos seleccionados
Metodologías de la investigación (PI-4)	Enfoque y métodos de investigación seguidos en el proceso y diseño de investigación de cada uno de los documentos para lograr los objetivos de investigación
Instrumentos de recogida de datos (PI-4)	Técnicas e instrumentos de recogida de información/datos que se han utilizado en cada uno de los documentos para obtener información de índole cuantitativa y/o cualitativa en función de su enfoque
Mejoras detectadas (PI-5)	Los resultados positivos y avances (mejoras de rendimiento, actitud, habilidades, etc.) que se obtienen en cada uno de los artículos una vez implementada la propuesta
Limitaciones detectadas (PI-6)	Limitaciones y aspectos negativos encontrados en y tras la aplicación de la propuesta educativa
Propuestas ABP-STEM (PI-7)	Características de las propuestas educativas

RESULTADOS

Indicadores bibliométricos y tipología de los documentos analizados

El propósito de los artículos seleccionados sigue una misma línea en torno a la implementación del ABP en materias STEM. De entre sus objetivos, en algunas ocasiones tratan de inculcar conciencia de sostenibilidad ambiental y en otras procuran trabajar algunas de las habilidades del siglo 21, (como pueden ser la alfabetización de la era digital, el pensamiento inventivo y la comunicación efectiva), con el fin último de proporcionar a los profesores recursos curriculares ABP en y para la educación STEM.

En cuanto a la tipología del documento analizado, los artículos que siguen una metodología cualitativa sobresalen frente al resto (6 artículos, 42,9%), seguidos de los documentos con metodología mixta (4 artículos, 28,6%) y cuantitativa (3 artículos, 21,4%), siendo este último el más citado. También se observa (Figura 3) un documento sin ninguna de estas clasificaciones, dado que es un documento que contiene una propuesta educativa innovadora que sí que implementa y anota resultados, pero deja el análisis a posteriori.

En relación con la metodología, de entre los instrumentos, estrategias y medios de recogida de información, destacan la utilización de cuestionarios (19,4%), entrevistas y observaciones (los dos con un 16,1%) y los pretest-posttest (12,9%). El resto de los instrumentos van más encaminados a discusiones, conversaciones, preguntas, grupos focales, etc. (todos ellos con un 3,2%) y a las reflexiones (9,7%), las cuales vienen dadas con revistas reflexivas, reflexiones y diarios reflexivos. También son frecuentes las evaluaciones de las propuestas educativas con artefactos estudiantiles y pruebas de rendimiento (3,2% las dos). Cabe destacar que, atendiendo a la metodología mixta de la mayoría de los documentos, estos instrumentos y estrategias se encuentran combinadas, procediendo a la triangulación en dichos documentos.

Todos los artículos incluidos en la selección final están escritos en inglés. Sin embargo, los países de filiación del primer autor corresponden al continente asiático (42,9 %), seguido de Oceanía (21,4 %) y en menor medida América y Europa, (Tabla 2); siendo Malasia el país con más representación (28,6%).

Tabla 2

Unidades de análisis consideradas en el estudio

Continente y país (total [%])	Autores
América (14,3%)	
EEUU (14,3%)	Burrows, A. C.; McCurdy, R. P.
Asia (42,9%)	
Malasia (28,6%)	Kong, S. F.; Wan Husin, W. N. F.; Nawi, N. D.; Abd Radzaz, N. H.
Tailandia (7,1%)	Chuasantia, I.
Vietnam (7,1%)	Ngoc-Giang, N.
Asia y Europa (7,1%)	
Turquía (7,1%)	Hiğde, E.
Europa (14,3%)	
Chipre (7,1%)	Hashim, H.
Países Bajos (7,1%)	van Breukelen, D. H.
Oceanía (21,4%)	
Australia (14,3%)	Blom, S.; Shahin, M.
Nueva Zelandia (7,1%)	MacCallum, K.

Caracterización del ABP

Se pueden destacar la utilización de 4 metodologías nuevas en 5 artículos distintos. El Aprendizaje por Diseño (LBD), que es un enfoque de indagación basado en proyectos que se basa en dos pedagogías educativas: el PBL y el Razonamiento Basado en Casos (RBC). El Aprendizaje Basado en Problemas Orientados a Proyectos (POPBL) que, como su propio nombre indica, se basa en la pedagogía del PBL. Las Tareas de Pensamiento de Diseño Basado en Problemas (PBDT), como mezcla de PBL y del Pensamiento de Diseño (DT). Y el Aprendizaje Cooperativo Basado en Problemas (CPBL), que integra el Aprendizaje Cooperativo (CL) en el PBL.

Tal y como se puede observar (Tabla 3), el Aprendizaje Cooperativo y el Pensamiento de Diseño de ingeniería son dos de los métodos o metodologías educativas que estadísticamente más acompañan o se interrelacionan con el PBL a la hora de definir estas 4 nuevos nombres; lo cual muestra, atendiendo a los métodos de enseñanza-aprendizaje que se combinan cuando se utiliza PBL (Aprendizaje Basado en la investigación/indagación, Proceso de Diseño de ingeniería y Trabajo Cooperativo/Colaborativo) [ver 3ª, 4ª y 5ª columna de la Tabla 3], que no es casualidad. Por otro lado, de acuerdo con las áreas STEM que se trabajan en los artículos seleccionados, muchos de los artículos muestran ambigüedad a la hora de señalar en qué área STEM se centra la propuesta expuesta. En varios casos se dice “áreas integradas STEM” en general, mientras que en otros sí se explica cómo se reproducen mediante la propuesta educativa cada una de las palabras que conforman la palabra STEM (Tabla 4). Destaca el enfoque en la tecnología (34,5%) como principal área en la que se centran los documentos elegidos, ya sea como herramienta y complemento de la propia actividad o como fin último de la misma. Seguidamente son las ciencias

(27,6%), en general, el campo más citado, siendo la física (5 artículos; 62,5%) la que más destaca, seguida de la biología (2 artículos; 25%) y la química (1 artículos; 12,5%).

Tabla 3

Metodologías educativas que implementan los documentos

	Metodologías	Artículos (código de referencia)
Metodología existente	Con Aprendizaje Basado en la indagación/investigación	A1, A2, A5, A11
	Con Proceso de Diseño de ingeniería	A4, A11, A13
	Con Decisiones de SSI (temas sociocientíficos)	A1
	Con Razonamiento Basado en Casos (RBC)	A3
	Con Aprendizaje Cooperativo	A4
	Con Enseñanza de ciencias en forma de Escenarios Basados en la Carrera, Trabajo colaborativo, Interacción con expertos STEM, Experimentos de laboratorio	A6
	Con Aprendizaje Potenciado por la Tecnología (TEL)	A8
	Con Simpatías basadas en la tecnología, Aprendizaje experiencias, Tutoría	A12
	Con Realidad Mixta (MR)	A13
	Con Cooperación	A14
Nueva metodología	Aprendizaje por Diseño (LBD)	A3
	Aprendizaje Basado en Problemas Orientados a Proyectos (POPBL)	A7
	Aprendizaje Cooperativo Basado en Problemas (CPBL)	A8
	Tareas de Pensamiento de Diseño Basado en Problemas (PBDT)	A9
	Aprendizaje Cooperativo Basado en Problemas (CPBL)	A10

Tabla 4

Disciplinas STEM trabajadas

Disciplinas STEM	Número (Frecuencia relativa)	Artículos (código de referencia)
Ciencias	8 (27,6%)	A1, A3, A4, A6, A7, A8, A11, A14
Tecnología	10 (34,5%)	A4, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14
Ingeniería	4 (13,8%)	A4, A5, A7, A11, A14
Matemáticas	5 (17,2%)	A2, A4, A5, A11, A14
STEM en general	2 (6,9%)	A9, A10

En cuanto a las características del ABP implementado, todas estas actividades se realizan por grupos de estudiantes (3 o 4 alumnos) con profesores y/o expertos STEM como guía de las actividades. En la mayoría de las ocasiones estas propuestas requieren de varias sesiones de clase (horas lectivas) para realizarse, días e incluso semanas. Además de los propios resultados y conclusiones que saca cada grupo de trabajo, se busca la discusión y global entre equipos para contribuir a generar una solución del problema. Cabe recalcar que en varias de las propuestas ABP esos problemas abiertos vienen derivados de las preocupaciones de los propios alumnos en relación con el mundo real, lo cual incrementa la motivación y

la intención de búsqueda de solución. Por otro lado, se observa la repetición de tres o cuatro fases en las propuestas: la primera, en la que se realiza la presentación del problema e identificación por parte de los grupos de trabajo; la segunda, en la que se produce una enseñanza entre pares y/o discusión e indagación de cada uno de los equipos de trabajo en búsqueda de la solución; y la tercera y/o cuarta, en las que se exponen las soluciones de cada uno de los grupos al resto de la clase y se realiza una discusión/conversación de todos los equipos, en pro de mejorar la solución previamente dada. Además, todas las actividades son altamente dependientes del profesor, quien orienta y proporciona la relación con los contenidos.

Mejoras educativas que propicia el ABP y limitaciones

A la vista de los resultados (Tabla 5) se puede apreciar que “Mejora de habilidades/capacidades (confianza, habilidades de resolución de problemas, trabajo en equipo) en relación con materias STEM” (22,5%) es la mejora más repetida, seguida de “Mejora de rendimiento en disciplinas STEM (aumento de conocimiento)” (20%), “Mejora de actitudes (interés, conciencia, motivación) en relación con contenidos de materias STEM” (17,5%) y “Mejora de actitudes y satisfacción de los estudiantes hacia la implementación del enfoque STEM” (15%). No obstante, hay limitaciones en algunas de las propuestas: cuando los alumnos no están familiarizados con los nuevos conceptos y con el equipo que se utiliza en las propuestas, esto dificulta el inicio de la actividad y los debates posteriores; al hacer más hincapié en las propias prácticas metodológicas y menos en las pruebas previas y posteriores, el aprendizaje de conceptos tiene sus limitaciones; el mal funcionamiento de ciertos materiales o incluso la conexión a la red, así como la gran apertura de las propias propuestas metodológicas, añade tiempo extra de aplicación; también la disposición de los equipos y herramientas utilizados en las actividades y la preparación del espacio y la infraestructura necesarios para su uso, requieren un tiempo especial antes de la lección; etc.,

Tabla 5
Mejoras detectadas

Mejoras	Descripción	Presencia en artículos
Mejora de habilidades/capacidades (confianza, habilidades de resolución de problemas, trabajo en equipo) en relación con materias STEM	Incluye lo que tiene que ver con desarrollo cognitivo dentro del campo STEM	22,5%
Mejora de rendimiento en disciplinas STEM (aumento de conocimiento)	No solo en relación a las puntuaciones de las pruebas, sino a la adquisición de conocimientos	20%
Mejora de actitudes (interés, conciencia, motivación) en relación con contenidos materias STEM	Incluye el interés hacia estas materias o la actitud positiva hacia STEM	17,5%
Mejora de actitudes y satisfacción de los estudiantes hacia la implementación del enfoque STEM	Incluye la aceptación y valoración por parte de los alumnos de la actividad y el enfoque STEM como forma de enseñanza-aprendizaje en el aula, es decir, las actitudes positivas hacia la aplicación de la propuesta STEM	15%

Ver interrelación/interconexión entre campos STEM	Pone hincapié en verbalizar si los alumnos son capaces de ver la interconexión de las distintas materias tras la aplicación de la propuesta	7,5%
Aumento de interés en carreras STEM	Está enfocado a una perspectiva profesional o de estudios superiores y no al interés de las ciencias en sí	5%
Mejora del autoconocimiento del alumno (habilidades, capacidades) en el campo STEM	Se refiere a aquellos documentos que explicitan que han sido los propios alumnos los que se dan cuenta de sus propias habilidades	5%
Otros	Se contempla el autorreconocimiento de la importancia de la enseñanza STEM y las competencias que trabaja, la intención empresarial y emprendedora y el inglés	7,5%

Caracterización del alumnado

Finalmente, se destaca que 13 de los artículos tienen muestras de alumnos de entre 12 y 16 años, nivel de secundaria en España; mientras que solo 2 documentos contemplan una muestra de 1º de bachillerato.

Por otro lado, en la mayoría de los documentos no se tiene en cuenta ni el sexo de los estudiantes ni su nivel económico o contexto social como variables de estudio.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Respondiendo a PI-2, las metodologías de Aprendizaje Basado en la Indagación o Basado en la Investigación, Proceso de Diseño de Ingeniería y el Aprendizaje Cooperativo son las metodologías que más resuenan y acompañan al ABP; y también son las que más aparecen en las nuevas metodologías, (LBD, POPBL, CPBL y PBDT), que constituyen una vuelta de tuerca del propio ABP. Por otro lado, dichas propuestas se implementan, sobre todo, en el enfoque de la tecnología y de las ciencias, dentro de las cuales destaca la implementación en el área de la física.

Con respecto a la pregunta PI-1, son los países asiáticos, en concreto Malasia, los países con mayor producción científica de artículos de propuestas ABP-STEM para alumnos de entre 12 y 18 años.

En respuesta a PI-3, se puede ver que la mayoría de las propuestas se han planteado o se han implementado en alumnos de 12 a 14 años, la primera etapa de la educación secundaria en España, situación coherente dado que en esas primeras etapas es cuando muestran mayor motivación hacia áreas STEM, existiendo una bajada emocional al aumentar el nivel académico (Mateos Núñez et al., 2020). Igualmente, se echa en falta la producción de documentos orientados a nivel de bachillerato.

En cuanto a la tipología de los documentos analizados, PI-4, destaca la metodología cualitativa, lo cual muestra mayor intención y profundidad a la hora de captar las repercusiones de las propuestas de manera más profunda, donde la aproximación a la realidad se lleva a cabo junto a las personas implicadas y comprometidas en dichas realidades (Bisquerra Alzina, 2004); aunque también es muy común la metodología mixta y la triangulación de resultados para obtener resultados desde diversas perspectivas y evitar la subjetividad.

En respuesta a PI-5, los documentos miden aspectos cognitivos, psicológicos y de mejora del autodesarrollo y habilidades interpersonales. Se destacan la mejora de habilidades, capacidades, (como la confianza y el trabajo en equipo), y actitudes, (como la conciencia y la motivación), en relación con las materias STEM; así como el aumento de interés en las carreras STEM, lo cual es muy demandado en estos días (World

Economic Forum, 2018), siendo muchos los autores que alarman de la disminución del interés en las carreras de ciencias y STEM (Drymiotou et al., 2021); así como la mejora en el rendimiento y el aumento de conocimiento en dichas disciplinas.

Además, (PI-6), cabe alentar a la futura mejora de las propuestas fijándose en las limitaciones y dificultades, tales como el tiempo de aplicación, los conocimientos requeridos, la previa familiarización de los alumnos con los materiales y la plena funcionalidad de los mismos y los contratiempos que puedan surgir. Así pues, se deriva un objetivo primordial a la hora de elaborar este tipo de propuestas, tal y como hacían notar van Breukelen et al. (2017), que es conseguir reducir la complejidad del reto sin diluir el entorno de aprendizaje potencialmente rico, centrándose en los objetivos específicos de la disciplina y en los conceptos (científicos) relacionados. Basándose en las limitaciones detectadas (PI-6), para facilitar la comprensión del proceso de aprendizaje por parte de los estudiantes en pro de los beneficios (en respuesta a PI-5), es interesante el uso de estrategias de andamiaje (Bamberger y Cahill 2013) y la aplicación de la instrucción explícita (Archer y Hughes 2011) con la que se guía a los estudiantes con instrucciones claras procediendo en pequeños pasos, comprobando y logrando la participación activa y la comprensión de cada uno de los estudiantes.

Según los resultados de PI-7 y las conclusiones extraídas de PI-6, cabe añadir que para el éxito de las actividades de aprendizaje el profesor juega un papel crucial, por lo que es importante estudiar y conseguir un comportamiento apropiado del profesor, comprobando que su manejo de los conceptos no influya en los resultados de los futuros estudios al respecto. Otro aspecto que puede influir en el éxito de estas propuestas viene determinado por la motivación, y en concreto la motivación inicial, de los estudiantes. En relación con esto se puede determinar que, tal y como se hace ver en McCurdy et al. (2020), entre otros, permitir a los estudiantes identificar los aspectos que ellos mismos consideren importantes o necesidades sociales que puedan resolver a través del STEM, puede ser clave para determinar la atención de los mismos.

Para terminar, derivado de este análisis, cabe destacar una clara vinculación del ABP con los objetivos del STEM, los cuales se centran en enseñar las ciencias de manera integrada con su aplicación en el mundo real; así como con las propias características que debe tener una propuesta educativa para que pueda considerarse dentro del marco STEM, como es la participación activa del estudiante en la resolución de problemas del mundo real (Sanders, 2009), lo cual debe hacerse mediante la integración de los distintos componentes del marco STEM. Tal y como reconocía Bartholomew y Strimel (2018), el ABP se ha convertido en un enfoque de gran aceptación por parte de la comunidad educativa en el ámbito STEM, al proporcionar esa base científico-tecnológica del mundo laboral actual. Por su parte, González et al. (2021) argumentaba para las tareas docentes integradoras, (como lo puede ser el ABP), “la formación laboral en la actualidad es el producto de las exigencias sociales, productivas y económicas, de ahí que los estudiantes tienen que ser portadores de estas necesidades por lo que tienen un carácter dialectico y multidimensional” (Machín et al., 2022, p.3). Además, atendiendo a la pedagogía de Antón Makarenco, quien desarrolla un sistema donde se combina la enseñanza formal y la capacitación laboral, en conexión con esto se encuentra el ámbito STEM y el ABP en sí mismos. Las capacidades que trabajan, los contenidos y la forma que tienen de trabajarlos están muy enfocados a la capacitación laboral al mismo tiempo que a la capacitación sobre el contenido de la materia en sí misma. En definitiva, promover la capacidad de los niños frente a los desafíos académicos y, por lo tanto, adquirir una competencia profesional. Por todo ello, para

concluir, el ABP se considera como un método excepcional para extender todos los objetivos STEM en forma de problemas: tanto la metodología ABP como el marco STEM ponen su foco en la realidad del asunto, ambas se unen para reforzar la idea de enseñanza con énfasis en su aplicación en el mundo real; ABP y la enseñanza STEM se retroalimentan entre sí reforzando sus objetivos individuales y haciéndolos comunes, siendo beneficiosas mutuamente y para el alumno; tanto ABP como las actividades STEM usan y fomentan las actividades colaborativas, por lo que ambas incentivarán el trabajo cooperativo para solucionar el problema que acontece; también, juntas reforzarán la motivación del alumno, uno de los mayores problemas de estos días. Trabajar en un campo motivador tan amplio, como es el espacio STEM en el que el alumno tiene múltiples posibilidades de encontrar dicha motivación, con una propuesta de trabajo tan retadora, como es el ABP, resulta la fórmula perfecta para mover la ilusión del alumno por aprender sin que él se dé cuenta. En definitiva, el ABP conjuga bien a propósito de las necesidades STEM.

APORTACIÓN DE CADA CONTRIBUYENTE

Rebeca Ramos Plaza: Conceptualización; Curación de datos; Análisis formal; Investigación; Metodología; Visualización; Redacción - borrador original.

Ana Isabel Cid Cid: Investigación; Administración del proyecto; Recursos; Supervisión; Validación; Redacción - revisión y edición.

Arcadio Sotto Díaz: Investigación; Administración del proyecto; Recursos; Supervisión; Validación; Redacción - revisión y edición.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Archer, A. L., & Hughes, C. A. (2011). Exploring the foundations of explicit instruction. In K. R. Harris & S. Graham (Eds.), *Explicit instruction: Effective and efficient teaching* (pp. 1–21). The Guilford Press.
- Bamberger, Y. M., & Cahill, C. S. (2013). Teaching Design in Middle-School: Instructors' Concerns and Scaffolding Strategies. *Journal of Science Education and Technology*, 22(2), 171-185. <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9384-x>
- Barrows, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. *New Directions for Teaching and Learning*, 1996(68), 3-12. <https://doi.org/10.1002/tl.37219966804>
- Bartholomew, S. R., & Strimel, G. J. (2018). Factors influencing student success on open-ended design problems. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(3), 753-770. <https://doi.org/10.1007/s10798-017-9415-2>
- Bisquerra Alzina, R., & Dorio Alcaraz, I. (2009). *Metodología de la investigación educativa*. La Muralla.
- Blázquez, M. L., Masclans, R., & Canals, J. (2018). El futuro del empleo y las competencias profesionales del futuro: La perspectiva de las empresas. *Servicio de Publicaciones de la Universidad de Navarra*. <https://bit.ly/4g9c6Sg>

- Blom, S., Pentland, P., & Woolcott, G. (2021). Designing and Implementing Student-Centred STEM Practices: The «Water in the 21st Century» Teaching Module. *Teaching Science*, 67(1), 22-30. [A5]
- Burrows, A. C., Breiner, J. M., Keiner, J., & Behm, C. (2014). Biodiesel and Integrated STEM: Vertical Alignment of High School Biology/Biochemistry and Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 91(9), 1379-1389. <https://doi.org/10.1021/ed500029t> [A1]
- Chuasantia, I., & Sirirat, T. (2021). Designing an Instructional Module to Teach Light Diffraction by a Grating to Secondary Students Applying a STEM-integrated Approach. *Physics Education*, 56(4). <https://bit.ly/49AVNeu> [A4]
- Ciapponi, A. (2021). La declaración PRISMA 2020: Una guía actualizada para reportar revisiones sistemáticas. *Evidencia, actualización en la práctica ambulatoria*, 24(3), Art. 3. <https://doi.org/10.51987/evidencia.v24i4.6960>
- Drymiotou, I., Constantinou, C. P., & Avraamidou, L. (2021). Enhancing Students' Interest in Science and Understandings of STEM Careers: The Role of Career-Based Scenarios. *International Journal of Science Education*, 43(5), 717-736. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1880664> [A6]
- González Gómez, L. A., Contreras Vidal, J. L., Hidalgo Leonard, Y., Valle Mijangos, S. O., López Villavicencio, V. L., Jiménez Barrera, M., Urquijo Hernández, Y., y Pedraza González, X. (2021) Tareas docentes integradoras para estudiantes del área de salud. *South Florida Journal of Development, Miami*, 2(2), 3576-3585. <https://doi.org/10.46932/sfjdv2n2-193>
- Hernández-Ortega, J., Rovira-Collado, J. & Álvarez-Herrero, J. (2021). Metodologías activas para un aprendizaje transmedia de la Lengua y la Literatura. *El Guiniguada*, 30, pp. 122-134. doi.org/10.20420/ElGuiniguada.2021.409
- Higde, E., & Aktamis, H. (2022). The effects of STEM activities on students' STEM career interests, motivation, science process skills, science achievement and views. *Thinking Skills and Creativity*, 43. <https://bit.ly/3VAO4aF> [A11]
- Kong, S. F., & Matore, M. E. E. M. (2022). Can a science, technology, engineering, and mathematics (Stem) approach enhance students' mathematics performance? *Sustainability (Switzerland)*, 14(1). <https://doi.org/10.3390/su14010379> [A2]
- MacCallum, K., Rimmer, T., & Le Comte, K. (2021). Using Emerging Technology to Draw Learning across the Curriculum. *Teachers and Curriculum*, 21(2), 37-44. [A13]
- Machín P, D, A., Ortiz, F. Y. y Zaldívar. C. G. V. (2022). La formación laboral del estudiante universitario desde la Disciplina Recreación Física (Original). *Revista científica Olimpia*, 19(1), 352-383. <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/429/4292710027/index.html>

- Mateos Núñez, M., Martínez Borreguero, M. G., & Naranjo Correa, F. L. (2020). Comparación de las emociones, actitudes y niveles de autoeficacia ante áreas STEM entre diferentes etapas educativas. *European journal of education and psychology*, 13(1), 49-64. <https://bit.ly/3Bhfsnh>
- McCurdy, R. P., Nickels, M., & Bush, S. B. (2020). Problem-Based Design Thinking Tasks: Engaging Student Empathy in STEM. *Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, 24(2), 22-55. [A9]
- Nawi, N. D., Phang, F. A., Mohd-Yusof, K., Rahman, N. F. A., Zakaria, Z. Y., Hassan, S. A. H. B. S., & Musa, A. N. (2019). Instilling low carbon awareness through technology-enhanced cooperative problem based learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(24), 152-166. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i24.12135> [A8]
- Ngoc-Giang, N. (2020). Using the Problem-Based Learning in STEM Teaching about Bamboo Toothpick Houses. *International Education Studies*, 13(12), 70-87. [A14]
- Radzaz, N. H. A., Nawi, N. D., Phang, F. A., & Musa, A. N. (2019). Student self-development through cooperative problem based learning (CPBL). *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(2 Special Issue 9), 872-877. <https://doi.org/10.35940/ijrte.B1179.0982S919> [A10]
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, *STEMmania*, 68 (4), 20–26. <http://hdl.handle.net/10919/51616>
- Shahin, M., Ilic, O., Gonsalvez, C., & Whittle, J. (2021). The impact of a STEM-based entrepreneurship program on the entrepreneurial intention of secondary school female students. *International entrepreneurship and management journal*, 17(4), 1867-1898. <https://doi.org/10.1007/s11365-020-00713-7> [A12]
- World Economic Forum. (2018). The future of jobs report 2018. *Centre for the New Economy and Society*. <https://bit.ly/4gxQgaT>
- van Breukelen, D. H. J., de Vries, M. J., & Schure, F. A. (2017). Concept Learning by Direct Current Design Challenges in Secondary Education. *International Journal of Technology and Design Education*, 27(3), 407-430. <https://doi.org/10.1007/s10798-016-9357-0> [A3]
- Wan Husin, W. N. F., Mohamad Arsad, N., Othman, O., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K., & Iksan, Z. (2016). Fostering Students' 21st Century Skills through Project Oriented Problem Based Learning (POPBL) in Integrated STEM Education Program. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 17(1). <https://bit.ly/3VBGpsw> [A7]