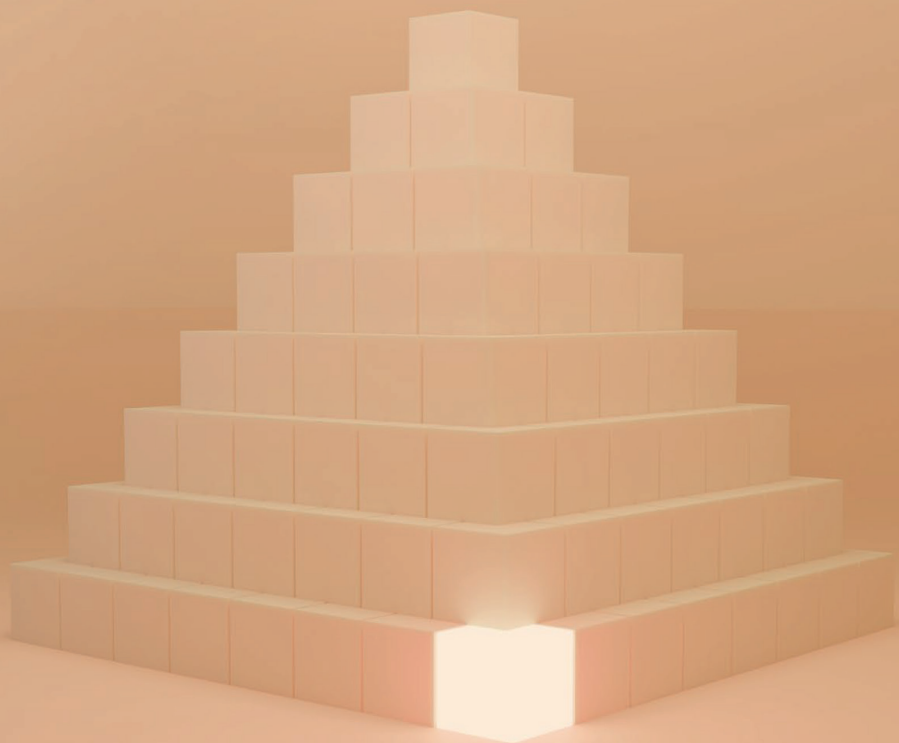


Ciencias Jurídicas y Sociales

EXPERIENCIAS DE INNOVACIÓN EDUCATIVA APLICADA A LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO

Almudena Santaella Vallejo

Editora



Experiencias de innovación educativa aplicada a la formación del profesorado

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea este electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (art. 270 y siguientes del Código Penal).

Dirijase a Cedro (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra. Puede contactar con Cedro a través de la web www.conlicencia.com o por teléfono en el 917021970 / 932720407

Este libro ha sido sometido a evaluación por parte de nuestro Consejo Editorial.
Para mayor información, véase www.dykinson.com/quienes_somos.

© Los autores

Editorial DYKINSON, S.L.
Meléndez Valdés, 61 – 28015 Madrid
Teléfono (+34) 91544 28 46 – (+34) 91544 28 69
e-mail: info@dykinson.com
<http://www.dykison.es> / <http://www.dykinson.com>

ISBN: 978-84-1070-871-6
Depósito Legal: M-6892-2025
DOI: <https://doi.org/10.14679/3517>

ISBN electrónico: 979-13-7006-149-4

Maquetación:
Besing Servicios Gráficos S.L.
besingsg@gmail.com

Experiencias de innovación educativa aplicada a la formación del profesorado

Almudena Santaella Vallejo
(*Editora*)

Almudena Santaella Vallejo
Rebeca Ramos Plaza
Ana Isabel Cid Cid
Arcadio Sotto Díaz
Maria Aparecida Caltabiano
Vera Lucia Cabrera Duarte
Renielton Santos Souza
Carmen Romero García-Aranda
Barbara Lutaif Bianchini
Eloiza Gomes
Gabriel Loureiro de Lima
Juliana Martins Philot
Oriol Borrás-Gené
Madson Bruno Soares Estevam
Maria das Graças Soares Rodrigues
Pilar Muñoz Alfaya
Leticia Porto Pedrosa
Covadonga Torres Assiego
Cláudia Cynara Costa de Souza Pinheiro
Miguel Portolés Reboul
Jesús María Arsuaga Ferreras
Juan José Salvado-Ortega
Raquel Garrido-Abia
Desiré García-Lázaro
María Obdulia Cachán Ferrer
Aránzazu Hervás-Escobar

Ciencias Jurídicas y Sociales

Ciencias de la Salud

Ciencias Experimentales y Tecnología

Ingeniería y Arquitectura

Arte y Humanidades

Índice

Prólogo. La piedra angular	11
Almudena Santaella Vallejo	
El ABP-STEM como una vía hacia el aprendizaje significativo	13
Rebeca Ramos Plaza - Ana Isabel Cid Cid - Arcadio Sotto Díaz	
Resumen.....	13
Introducción.....	14
Metodología.....	15
Resultados.....	16
<i>Caracterización del alumnado, indicadores y tipología de documentos</i>	16
<i>Caracterización del ABP</i>	18
<i>Mejoras educativas y limitaciones del ABP</i>	20
<i>Una experiencia ABP-STEM</i>	21
<i>EPEI no obligatoria e informes grupales</i>	23
<i>Rasgos del pensamiento</i>	24
Discusión y conclusiones.....	25
Referencias bibliográficas.....	27
Aprendizagem baseada em projetos: o aluno como protagonista	31
Maria Aparecida Caltabiano - Vera Lucia Cabrera Duarte	
Resumo.....	31
Introdução.....	32
Fundamentação teórica.....	33
<i>Aprendizagem baseada em projetos</i>	33
<i>Aprendizagem significativa, educação baseada em projetos</i>	34
<i>Aprendizagem significativa e a elaboração de um projeto interdisciplinar</i>	34
Metodologia.....	35
Discussão dos resultados.....	37
<i>Projeto de Extensão: Linguística</i>	37
<i>Língua Inglesa: Direitos Humanos e Narrativas</i>	38
Considerações finais.....	40
Referências bibliográficas.....	40

Revisão sistemática sobre os benefícios, desafios e métodos de formação em business intelligence.....	43
Renielton Santos Souza	
Resumo.....	43
Introdução.....	44
Fundamentação Teórica.....	44
Metodologia.....	45
Resultados.....	46
<i>Processamento de Dados.....</i>	<i>56</i>
<i>Aplicações do BI.....</i>	<i>57</i>
<i>Evolução do BI.....</i>	<i>58</i>
<i>Contexto Empresarial do BI.....</i>	<i>58</i>
<i>Tendências Atuais e Futuras do BI.....</i>	<i>59</i>
<i>Big Data em BI.....</i>	<i>59</i>
<i>Instituições de Ensino que oferecem programa de formação em BI.....</i>	<i>60</i>
<i>Programas e certificações sobre BI.....</i>	<i>60</i>
<i>Habilidades necessárias para utilizar o BI.....</i>	<i>60</i>
<i>Benefícios de Analista de Dados da formação em BI.....</i>	<i>61</i>
<i>Oportunidades para Analista de Dados ao se formarem em BI.....</i>	<i>61</i>
<i>Desafios enfrentados na formação em BI.....</i>	<i>61</i>
Limitações dos estudos.....	61
Conclusões, Recomendações e Estudos Futuros.....	62
Referencias bibliográficas.....	63
Métodologías de enseñanza-aprendizaje: aula invertida o flipped classroom y aprendizaje basado en proyectos.....	65
Carmen Romero García-Aranda	
Resumen.....	65
Introducción.....	66
Flipped classroom o Aula invertida.....	67
<i>Características y ventajas del método.....</i>	<i>67</i>
<i>El uso de Flipped Classroom en las diferentes etapas de la educación.....</i>	<i>69</i>
<i>Aprendizaje Basado en Proyectos (ABS).....</i>	<i>73</i>
<i>Fases del Aprendizaje Basado en Proyectos.....</i>	<i>74</i>
<i>Beneficios.....</i>	<i>75</i>
<i>Objetivos.....</i>	<i>75</i>
<i>Resultados finales con la aplicación del ABS.....</i>	<i>77</i>

Índice	7
Referencias bibliográficas	78
Didática mediada do contexto como estratégia metodológica para a educação steam	81
Barbara Lutaif Bianchini - Eloiza Gomes - Gabriel Loureiro de Lima - Juliana Martins Philot	
Resumo	81
Introdução	82
Fundamentação teórica.....	82
<i>A teoria Ciências em Contexto</i>	83
<i>Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural</i>	85
Metodologia: a coordenação entre a teoria Ciências em Contexto e a TMCE.....	87
A Didática Mediada do Contexto (DiMeCo).....	88
Considerações finais.....	96
Referências bibliográficas	97
Aplicando gamificación analógica y digital en ingeniería: chocolate y Kahoot!	99
Oriol Borrás-Gené	
Resumen.....	99
Introducción	100
Material y métodos	102
<i>Contexto</i>	102
<i>Descripción de la experiencia</i>	102
<i>Diseño de la investigación</i>	104
Resultados	105
<i>Análisis cuantitativo</i>	105
<i>Análisis cualitativo</i>	105
Conclusiones	107
Referencias bibliográficas	108
Dispositivos enunciativos em “também, olha a roupa dela”, artigo de opinião finalista da olimpíada de língua portuguesa	111
Madson Bruno Soares Estevam -Maria das Graças Soares Rodrigues	
Resumo	111
Introdução.....	112
Fundamentação teórica	113
<i>Análise Textual dos Discursos</i>	113
<i>Ponto de vista, responsabilidade enunciativa e temas correlatos</i>	115
<i>Conectores argumentativos</i>	117
Gênero discursivo/textual artigo de opinião	118

Metodología	118
Análise e discussão	119
Considerações finais.....	123
Referencias bibliográficas	124
Adolescencia, medios y escritura: claves grafológicas desde la educación	125
Pilar Muñoz Alfaya - Leticia Porto Pedrosa	
Resumen.....	125
Introducción	126
La etapa adolescente y su capacidad de interacción	127
“Nuevas” herramientas educativas para nuevas demandas sociales.....	128
La escritura manuscrita, un hito en nuestra historia.....	129
La grafología como herramienta de autoconocimiento y orientación vocacional.....	131
Conclusiones y discusión	133
Referencias bibliográficas	134
Nuevas tecnologías y ética educativa acorde a la normativa europea de IA.....	139
Covadonga Torres Assiego	
Resumen.....	139
Introducción	140
La AI Act y el marco regulador de la Inteligencia Artificial.....	142
La educación y su consideración en la ponderación algorítmica europea	144
Italia y la normativa de protección de menores	147
<i>Provedimento del 30 de marzo de 2023</i>	148
Conclusiones	150
Referencias bibliográficas	151
A relevância de questões textuais e discursivas na capacitação de manipuladores de alimentos.....	155
Cláudia Cynara Costa de Souza Pinheiro - Maria das Graças Soares Rodrigues	
Resumen.....	155
Introducción	156
Desarrollo	157
Análisis y discusión	158
Conclusión	165
Referencias bibliográficas	166

Análisis de los itinerarios formativos del grado en Educación Primaria en España.	
El caso de la Universidad Rey Juan Carlos	169
Miguel Portolés Reboul - Jesús María Arsuaga Ferreras	
Resumen.....	169
Introducción.....	170
Itinerarios formativos del Grado en Educación Primaria en España.	
Comparativa con la URJC.....	176
Conclusiones.....	185
Referencias bibliográficas.....	186
Smiles that teach: enhancing creativity and critical thinking through the utilization of memes.	
Classroom experience in two spanish universities	187
Juan José Salvado-Ortega - Raquel Garrido-Abia - Desiré García-Lázaro	
Abstract.....	187
Introduction.....	188
Objectives.....	189
<i>Main Objective</i>	189
<i>Specific Objectives</i>	189
Theoretical Framework.....	189
<i>Learning by Doing Methodology</i>	189
The educational potential of memes.....	191
Method.....	192
<i>Research Design</i>	192
<i>Phases of the Didactic Methodology</i>	193
<i>Sample</i>	194
Results.....	194
Conclusions.....	196
Acknowledgments.....	197
References.....	198
Explorando vínculos: el maestro como figura de apego seguro a través del cine	201
María Obdulia Cachán Ferrer - Aránzazu Hervás-Escobar	
Resumen.....	201
Introducción.....	202
El significado del concepto apego.....	203

John Bowlby y su revolucionaria Teoría del Apego.....	203
Estilos de apego y su impacto en el entorno educativo.....	206
El docente como representación de figura de apego seguro	208
Modelos de profesores de apego seguro a través del cine.....	209
Referencias bibliográficas	211

El ABP-STEM como una vía hacia el aprendizaje significativo

Rebeca Ramos Plaza

Ana Isabel Cid Cid

Arcadio Sotto Díaz

Universidad Rey Juan Carlos

DOI: <https://doi.org/10.14679/3518>

RESUMEN

Atendiendo a la necesidad educativa actual de fomentar las competencias STEM en la formación de los estudiantes, es crucial investigar qué estrategias didácticas son efectivas para su aprendizaje. Una de ellas es el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), un método excepcional para ampliar los objetivos de la educación STEM. Partiendo de un problema abierto, el ABP incentiva el trabajo cooperativo como vía para su resolución. Con esta premisa, este trabajo pretende mostrar de qué formas se han implementado este tipo de metodologías ABP-STEM, analizando sus beneficios e indagando en las maneras en las que se puede trasladar. Para ello, primero se ha seguido una revisión sistemática de la literatura existente, para caracterizar la producción científica al respecto de la integración ABP-STEM; a la vez que se ha puesto en práctica y se ha evaluado una propuesta ABP-STEM propia. Los resultados no solo muestran mejoras en el rendimiento académico del alumnado, sino también en sus habilidades interpersonales; además de su propia satisfacción a la hora de trabajar en clase mediante ABP-STEM, satisfacción que puede verse aumentada al trasladar ABP-STEM fuera de la clase teórica.

INTRODUCCIÓN

Es un hecho que las sociedades actuales se han visto afectadas por la globalización y los avances científicos y tecnológicos que esta conlleva (Blázquez et al., 2018); y de aquí que el marco STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics en inglés) y, más concretamente, la educación STEM, haya ido incrementando su relevancia en el mundo pedagógico y laboral (The Future of Jobs Report 2018, s. f.). Tal y como ponen en relevancia Toulmin y Groome (2007), el currículo de los estudiantes de secundaria debe incluir las competencias STEM que existen en el mundo laboral; a su vez, enseñando STEM mostrando su aplicación en el mundo real (García Cartagena et al., 2017).

Para incluir estas competencias STEM, objetivos como la capacidad de resolución de problemas del mundo real no pueden faltar (Sanders, 2009). De hecho, tal y como hace notar Aladé et al. (2016), este objetivo dentro de la Educación STEM se debe considerar un elemento central. Tanto es así, que son muchos los documentos centrados en el marco educativo STEM de los últimos años que incluyen esta práctica de resolución de problemas (Brand, 2020; Julià & Antolí, 2019; Parreira & Yao, 2018; Perry & Estabrooks, 2019; Rupnik & Avsec, 2020; Sung, 2019).

Sin embargo, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), o Problem Based Learning (PBL) en inglés, va más allá de este objetivo. El ABP no es “resolver problemas”, sino utilizar dichos problemas, en forma de pregunta abierta, para hacer al alumno el principal protagonista del proceso, de su propio aprendizaje; y todo esto utilizando como punto de partida el enunciado del problema (Barrows, 1986). Tal y como muestran en su propuesta Ramos et al. (2022), una propuesta ABP debe comenzar con el enunciado de un problema abierto, es decir, con pregunta abierta que, complementado con preguntas guía, y con un guía o facilitador, que logre conducir al alumnado (conformado en varios grupos de trabajo) para lograr su resolución (Barrows, 1996).

De manera resumida, el ABP potencia los objetivos STEM: aplicación en el mundo real del proceso de enseñanza-aprendizaje, trabajo colaborativo y cooperativo, búsqueda de solución al problema, etc., considerándose comunes en ambas metodologías educativas.

Atendiendo a todo lo anterior, el propósito principal de este trabajo es aunar los resultados obtenidos en dos investigaciones anteriores acerca del uso y la implementación del ABP-STEM como metodología educativa. En primera instancia, para conocer el desarrollo que ha tenido en los últimos años la metodología ABP dentro de la educación STEM, se presentarán los resultados de una revisión sistemática. En segundo lugar, se pondrá sobre la mesa el análisis de una experiencia ABP-STEM propia del equipo de investigación.

Todo ello permitirá extraer conclusiones certeras acerca de los beneficios de la utilización de esta metodología educativa en las asignaturas STEM para alumnos de la ESO y bachillerato.

La necesidad de caracterizar la implementación del ABP-STEM en colegios e institutos pone el foco en encontrar aquellas investigaciones que ponen en práctica dicha metodología de manera explícita y sin confundirse con el Aprendizaje Basado en Proyectos. Con estas dos premisas, se procede a detectar la producción científica, dentro de la educación STEM, que utiliza el ABP como metodología central para alumnado de entre 12 y 18 años durante el actual siglo XXI.

METODOLOGÍA

Para abordar este primer objetivo, y siguiendo las directrices establecidas por la Declaración Prisma (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) (Ciapponi, 2021), se realiza una revisión sistemática de la literatura en tres de las bases de datos más relevantes en materia de educación: Web of Science (WOS) de Clarivate Analytics, Educational Resource Information Center (ERIC) y Scopus de Elsevier. La ecuación de búsqueda utiliza términos propios de los tesauros de ERIC y de la UNESCO en relación con el entorno educativo (stem OR steam), la metodología (“Problem-Based Learning” OR pbl OR “problem solving”), el nivel educativo (“secondary education” OR “secondary school” OR “lower secondary education” OR “higher education institutions”); y el área o asignatura STEM correspondiente (biology OR technology OR science OR mathematics OR engineering OR “technological sciences” OR “natural science” OR “biological science” OR physics OR chemistry).

De los 435 documentos iniciales resultaron 241 documentos para el cribado final en este primer paso, descartando documentos duplicados y aquellos que no cumplían con los criterios de búsqueda en cuestión (la lengua escrita, el año de publicación, etc.). En un segundo paso se eliminaron 11 documentos que eran revisiones sistemáticas de otras metodologías y de los 230 documentos restantes fueron 14 los documentos finales seleccionados para el análisis en profundidad. Así pues, para organizar y clasificar el análisis de resultados posterior, se establecieron las siguientes unidades de análisis: áreas STEM trabajadas, edad de los estudiantes, indicadores bibliométricos, instrumentos de recogida de datos, limitaciones detectadas, metodologías de la investigación, mejoras detectadas, metodologías educativas utilizadas, objetivos de la investigación, y propuestas ABP-STEM.

RESULTADOS

Caracterización del alumnado, indicadores y tipología de documentos

De los 14 artículos son 13 los que van dirigidos a un alumnado de nivel secundaria en España (entre 12 y 16 años) y solo 2 documentos los que contemplan una muestra de la primera etapa del bachillerato en España (16 y 17 años). Es destacable que 9 de los artículos van dirigidos a la primera etapa de secundaria en España, 1º y 2º de la ESO (12 – 14 años). Sin ser algo relevante para lo que aquí acontece, cabe mencionar la diversidad de los 14 documentos seleccionados en cuanto a nacionalidad y nivel socioeconómico de las familias se refiere. Todo ello se resume en la Tabla 1.

Tabla 1. Edad del alumnado muestra

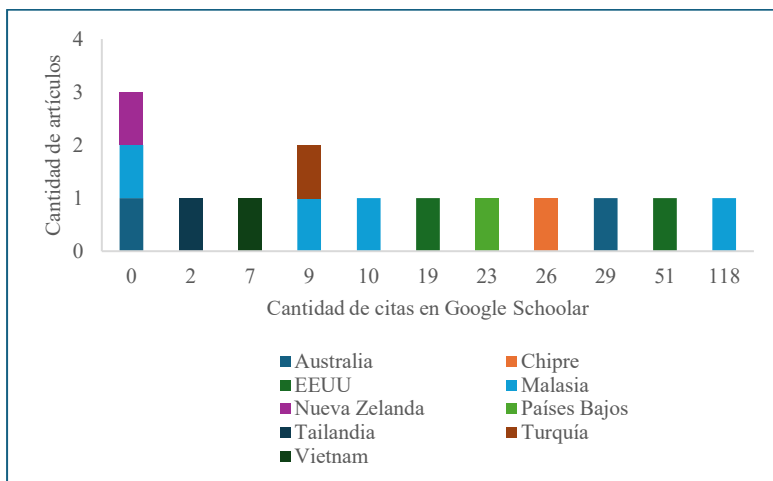
Código	Edades (años)
A9	12-13
A3, A7, A11	13-14
A2, A8, A10	14
A5	12-15
A6	13-15
A13, A14	14-15
A12	14-16
A1	15-16 y 16-17
A4	16-17

Para abordar objetivos tales como la motivación de los estudiantes, el cómo y qué aprenden, su rendimiento, su satisfacción, y su interés en ciencia durante y tras la aplicación del ABP-STEM; los documentos analizados utilizan las tres metodologías de investigación existentes. En este sentido, destaca la utilización de la metodología cualitativa (6 de los 14 artículos) y la metodología mixta (4 de los 14 artículos), con un documento que implementa su propuesta educativa pero no analiza los resultados. Por lo que son 3 de los 14 documentos los que siguen una metodología cuantitativa. Cabe comentar que de los documentos con más citas (ver Figura 1) se encuentran dos de los documentos con metodología cuantitativa (el de 118 y 29 citas) y uno con metodología cualitativa (el de 51 citas). En cualquiera de los casos, esta situación denota la importancia de ambas metodologías para abordar los retos que la investigación educativa requiere. Acorde a esta variedad de metodologías de

investigación utilizadas, cabe destacar que, en muchos casos, se procede a la triangulación, combinando los distintos instrumentos y estrategias. Aun así, y para que sirva de referencia para futuras investigaciones al respecto, cabe destacar la utilización de cuestionarios (en un 19,4%), entrevistas y observaciones (en un 16,1% cada uno), los pretest-posttest (en un 12,9%) y las reflexiones a través de revistas y diarios reflexivos (en un 9,7%). Con un 3,2% de presencia cada uno, también se pueden destacar la utilización de artefactos estudiantiles, pruebas de rendimiento, grupos focales, conversaciones, discusiones, preguntas, etc.

Es conveniente finalizar este apartado comentando algunos indicadores bibliométricos que ponen de manifiesto el desarrollo temporal y la ubicación de las publicaciones existente. Para ello, se pueden cruzar variables como el año de publicación, el sexo de los autores, su país de afiliación y la cantidad de citas que tienen cada uno de los artículos, tal y como se muestra en las Figuras 1 y 2 a continuación.

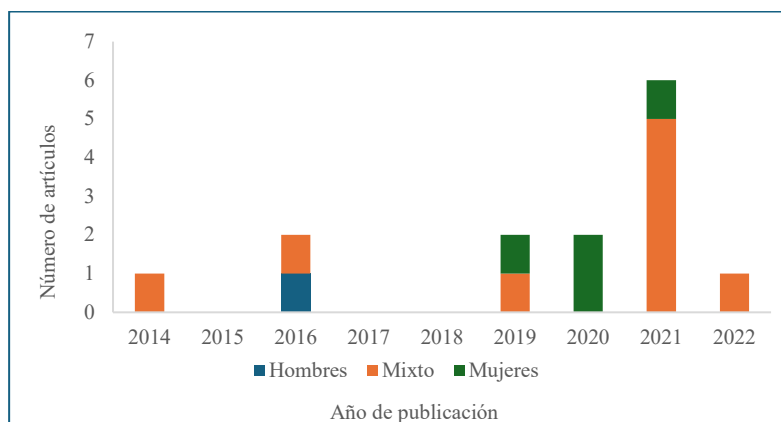
Figura 1. Número de artículos según la cantidad de citas en Google Scholar y país de afiliación de los autores.



Por ejemplo, observando la Figura 2, es desde el año 2014 cuando se inició la producción relacionada con la temática, situándose la mayor cantidad de publicaciones al respecto en el 2021. Atendiendo a la Figura 2 no se puede distinguir ninguna tendencia temporal clara. La única publicación reportada en 2022 se puede justificar dado que la búsqueda se realizó a mediados del año de la propia revisión sistemática. Atendiendo al sexo de la totalidad de los autores, son los grupos mixtos de autores los más frecuentes, seguidos de los grupos de mujeres.

Centrándose en la variable “número de citas en Google scholar”, la cual denota la relevancia de las publicaciones, es destacable que la mayoría de los artículos se encuentran por debajo de las 30 citas en Google Scholar, siendo dos los artículos con 51 y 118 citas. Continuando con esta variable y atendiendo al país de afiliación del grupo de investigación, (Figura 1), se pone de manifiesto que es el continente asiático el que tiene mayor cantidad de documentos citados en relación con la temática, siendo Malasia el país que sobresale en este ámbito (28,6% de publicaciones), no solo porque es el país con mayor publicación al respecto, sino también porque es el que tiene el documento más citado. Más concretamente, el 42,9% de las publicaciones se corresponden con el continente asiático, seguido de Oceanía, con un 21,4%; quedando América y Europa con un 14,3% de publicaciones.

Figura 2. Número de artículos según cantidad de citas en Google Shoolar y sexo a autores.



Caracterización del ABP

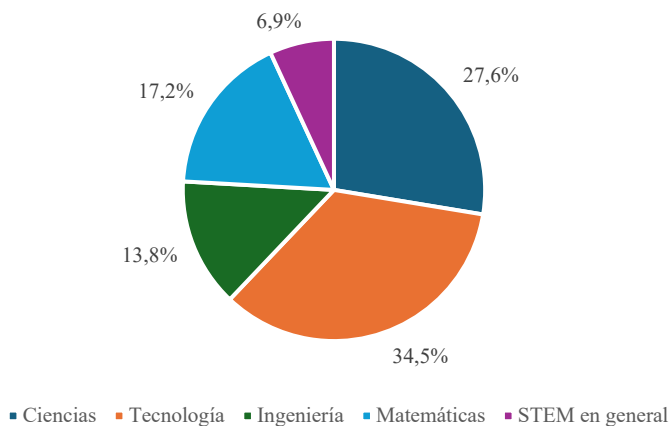
Centrándose en las propias propuestas ABP-STEM de los distintos documentos, se pueden detectar ciertas características en común. Todas ellas son realizadas con ayuda de profesores, o expertos STEM, que guían el proceso y dirigen a los grupos de alumnos (conformados por 3 o 4 estudiantes) durante todas las sesiones de clase, lo cual puede durar varios días o incluso semanas. La labor de los guías se centra en orientar y dirigir el proceso a la vez que proporcionan conocimiento y contenidos necesarios al alumnado. Cada grupo debe centrarse en buscar una solución a la pregunta abierta para, posteriormente, comentar y discutir globalmente con el resto de los grupos de clase para llegar a un discurso común. En todos

los documentos se puede observar un desarrollo del proceso en unas tres o cuatro sesiones (presentación del problema, indagación de cada equipo de trabajo, exposición de soluciones al resto de la clase y discusión grupal y mejora de discurso de cada equipo). Así pues, cada grupo, aunando las sugerencias y aportaciones del resto, logran mejorar y profundizar en su solución, llegando al objetivo final en la comprensión del tema y disciplina STEM trabajado. Cabe destacar la conexión existente de dichos problemas ABP-STEM con el mundo real en el que pueden sentirse identificados los alumnos, consiguiendo ese plus de motivación a la hora de buscarle solución.

Por otro lado, a pesar de la ambigüedad que muestran los documentos en cuanto a la disciplina STEM trabajada en cada propuesta, se pueden observar dos tipos de documentos, aquellos que trabajan “áreas integradas STEM” en general y aquellos que dan prioridad de una de las áreas STEM de forma explícita, tal y como se puede observar en la Figura 3. En concreto, observando la Figura 3, destaca el enfoque en la tecnología (34,5%), como fin último de dicha propuesta o, más frecuentemente, como herramienta, y las ciencias en general (34,5%). Dentro de este último campo citado, con un 62,5% de presencia en los artículos se encuentra la física, seguida de la biología y la química (en un 25% y 12,5% respectivamente).

Finalmente, tal y como se hace notar en las distintas palabras clave de los documentos seleccionados, se implementan diversas metodologías educativas junto al Aprendizaje Basado en Problemas. Lo más destacable, observando la tercera columna de la Tabla 2, es la existencia de 4 nuevas metodologías con nombre propio: el Aprendizaje Cooperativo Basado en Problemas (CPBL), mezcla de Aprendizaje Cooperativo (CL) en el PBL; las Tareas de Pensamiento de Diseño Basado en Problemas (PBDT), mezcla del Pensamiento de Diseño (DT) y el PBL; el Aprendizaje Basado en Problemas Orientados a Proyectos (POPBL), que se basa en la pedagogía del PBL; y el Aprendizaje por Diseño (LBD), un enfoque de proyectos y de indagación que se basa en el Razonamiento Basado en Casos (RBC) y en el PBL. Así pues, se puede notar que el pensamiento de Diseño de ingeniería y el Aprendizaje Cooperativo son las dos metodologías o métodos educativos que más se utilizan junto con el ABP para la definición de esos nuevos 4 nombres. De hecho, parándose en la 4ª, 5ª y 6ª columna de la Tabla 2, se hace notar que el Proceso de Diseño de ingeniería, el Aprendizaje Basado en la investigación/indagación y el Trabajo Cooperativo/Colaborativo son los que más de combinan junto al PBL cuando este se implementa como método de enseñanza-aprendizaje. De todo esto se deriva que el PBL va de la mano con estos tres métodos de enseñanza-aprendizaje, llegando a dar, en algunos casos, nombre propio a dicha fusión; y siendo metodologías educativas que ya se encuentran definidas en las características propias del PBL.

Figura 3. Disciplinas STEM trabajadas (frecuencia relativa). Fuente: Elaboración propia.



Mejoras educativas y limitaciones del ABP

Finalmente, cabe mencionar las mejoras educativas que se han contemplado en los distintos documentos, teniendo en cuenta las limitaciones que han tenido lugar. Así pues, en cuanto a mejoras, destacan, en orden decreciente de presencia en los documentos: la “Mejora de habilidades/capacidades (confianza, habilidades de resolución de problemas, trabajo en equipo) en relación con materias STEM”, es decir, el desarrollo cognitivo dentro del campo STEM; la “Mejora de rendimiento en disciplinas STEM (aumento de conocimiento)”, en cuanto a la adquisición de conocimientos y puntuaciones de las distintas pruebas; la “Mejora de actitudes (interés, conciencia, motivación) en relación con contenidos de materias STEM”, es decir, actitud positiva e interés hacia las materias STEM; y “Mejora de actitudes y satisfacción de los estudiantes hacia la implementación del enfoque STEM”, lo cual es altamente relevante e incluye la valoración positiva, aceptación y actitud positiva del alumnado hacia la utilización de este tipo de propuestas STEM como forma de enseñanza-aprendizaje en el aula.

También es destacable la capacidad del alumnado a la hora de ver la interrelación e interconexión entre los distintos campos STEM tras la aplicación de la propuesta, su autorreconocimiento a la hora de destacar la importancia de la enseñanza STEM, así como el aumento de su interés en un futuro profesional centrado en las carreras STEM y la mejora de autoconocimiento de habilidades y capacidades que requiere y demanda el campo STEM.




A pesar de ello, y con el fin último de lograr la máxima practicidad y acierto a la hora de implementar este tipo de metodologías, cabe mencionar las limitaciones que se han hecho notar en los distintos documentos. En cuanto al tiempo de trabajo e implementación, este puede verse extendido debido al mal funcionamiento de las herramientas tecnológicas necesarias, la conexión a la red, o, incluso, a la propia apertura del problema ABP en cuestión. Además, la propia metodología, requiere un gran tiempo de preparación antes de la propia aplicación que, quizás, no requerirían metodologías más tradicionales; también, en relación con la preparación de los espacios, equipos y herramientas necesarios. Por otro lado, centrándose en el alumnado, se hace evidente el aumento de dificultad y limitación durante los debates o, incluso, al inicio de la propuesta, cuando el alumnado no está familiarizado con el temario requerido y con el equipo de trabajo. En ciertas ocasiones, se observan limitaciones también en cuanto al aprendizaje de conceptos en sí y, sobre todo, teniendo en cuenta que dentro del trabajo en grupo no todos los componentes trabajan por igual, lo cual requiere especial atención por parte del docente o del guía. Y, para finalizar, en esta misma línea y no a modo de limitación sino de recomendación, es preciso que los docentes y/o guías se replanteen sus pensamientos sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje de las distintas áreas STEM, aprendiendo a localizar los objetivos de trabajo en cada una de ellas.

Una experiencia ABP-STEM

Derivado del análisis anterior, y como complemento a ese objetivo primordial de caracterizar la implementación del ABP-STEM en colegios e institutos y alentar a su utilización, resulta interesante y crucial el planteamiento y la puesta a prueba de una experiencia ABP-STEM. Ello permitirá tener un acercamiento con la metodología a través del análisis de la propia experiencia.

Observando los resultados del cuestionario de contenidos iniciales en comparación con la EPEI obligatoria, se puede determinar el aprendizaje realizado por los alumnos durante el proceso. A modo de resumen, se adjuntan las frecuencias relativas en la Figura 4.

Figura 4. Resultados del cuestionario de contenidos iniciales frente a la EPEI obligatoria.

	Contenidos iniciales	VS	Examen final
 A	6,7 % de aprobados 0,0 % aprobados muestra masculina 12,5 % aprobados muestra femenina		28 entregados 28,6 % aprobados (↑ 3,27%) 28,6 % aprobados muestra masculina 28,6 % aprobados muestra femenina
 B	42,3 % de aprobados 57,1 % aprobados muestra masculina 25,0 % aprobados muestra femenina		26 entregados 34,6 % aprobados (↓ 0,18%) 42,9 % aprobados muestra masculina 25,0 % aprobados muestra femenina
 C	15,4 % de aprobados 9,1 % aprobados muestra masculina 20,0 % aprobados muestra femenina		24 entregados 20,8 % aprobados (↑ 0,35%) 20,0 % aprobados muestra masculina 21,4 % aprobados muestra femenina

En relación con el cuestionario de contenidos iniciales, cabe comentar que del grupo A se recabaron todos los cuestionarios mientras que de los grupos B se recabaron dos personas menos y del C una menos. Atendiendo a todos los cuestionarios es destacable que para los tres grupos, tanto la muestra femenina como la masculina, son los contenidos de vectores y magnitudes vectoriales los que mejor puntuación obtuvieron, lo cual puede deberse a que son contenidos base para entender el resto de cuestiones fisicomatemáticas que aquí acontecen, siendo contenidos que han podido ver y adelantar en las matemáticas, incluso del curso anterior; y, quizás son los temas de tipos de movimientos y leyes de Newton donde han dejado más respuestas en blanco, mostrando sus escasos conocimientos iniciales al respecto. En concreto, el grupo A obtuvo una puntuación media de 1,67, el B un 3,85 y el C un 2,54; siendo puntuaciones sobre 10. Con un orden de puntuaciones de conocimiento iniciales $GB > GC > GA$, se puede ver que el grupo B parte de mejores conocimientos al respecto o se ha arriesgado más a la hora de contestar el cuestionario, siendo menos conservador a la hora de responder y/o teniendo más claros los conceptos básicos de Física y Química que se desarrollan durante el año.

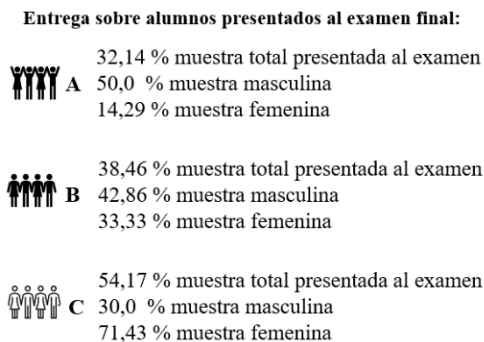
Con respecto a la parte del examen final de la asignatura dedicado a evaluar el rendimiento del alumnado tras enfrentarse al ABP-STEM, es decir, lo que aquí se ha llamado EPEI obligatoria, hay que tener en cuenta que se contemplan dos ejercicios: un ejercicio con pregunta abierta que no suele estar en un examen típico de la asignatura a este nivel y otro problema estructurado que trabaja y pregunta por todos los conceptos tratados durante el ABP. Por ello, cabe destacar que los porcentajes de aprobados visualizados en la parte derecha de la Figura 5 no representan los porcentajes de aprobados de todo el examen. Destaca nuevamente el grupo B frente

al A y C en cuanto a número de aprobados. Sin embargo, el cálculo del aumento porcentual deja que ver que, en ambos grupos, A y C, dicho porcentaje es positivo y aumenta un 0,35% y un 3,27% en los grupos C y A respectivamente; mientras que en el B hay una ligera disminución, menos del 0,2 %, nada significativo. Además, en los tres grupos se cumple que se obtiene mayor puntuación de la pregunta en el problema estructurado a modo de receta que en la pregunta abierta. Los contenidos básicos a ese nivel son los que más se han asimilado.

EPEI no obligatoria e informes grupales

En la Figura 5 se puede observar el porcentaje de entregas de la EPEI no obligatoria de cada grupo, entrega voluntaria que contaba como subida de nota (nota de actitud) de la nota final de la asignatura. Cabe notar que todos los grupos partieron de las fórmulas necesarias para razonar el problema abierto pedido en esta prueba.

Figura 5. Entrega de la EPEI no obligatoria.



En el grupo A, el 56% de las entregas han sabido obtener la velocidad orbital partiendo de igualar la Fuerza centrípeta a la Fuerza gravitatoria y todos han sabido despejar bien el periodo para obtener el tiempo que tarda la ISS en describir una órbita terrestre. El 77,78% ha logrado relacionar el periodo orbital de la ISS con la frecuencia del amanecer terrestre. Por su parte, en el grupo B, solo el 10% de las entregas (1 persona) han sabido obtener la velocidad orbital partiendo de igualar la Fuerza centrípeta a la Fuerza gravitatoria; y el 90% han sabido despejar bien el periodo para obtener el tiempo que tarda la ISS en describir una órbita terrestre. Es decir, no han sacado ellos la fórmula, pero sí partiendo de ella han sabido llegar a la solución. Finalmente, en el grupo C el 30,77% de las entregas (4 personas) han sabido obtener la velocidad orbital partiendo de igualar la Fuerza centrípeta a la

Fuerza gravitatoria; y el 100% ha logrado relacionar el periodo orbital de la ISS con la frecuencia del amanecer terrestre.

Tanto en el grupo A como en el C hay más personas que han sacado la velocidad orbital a partir de la igualación de ambas fuerzas (gravitatoria y centrípeta) y no han partido directamente de la fórmula descrita en cualquier libro teórico. Sin embargo, en el grupo B solo una persona lo ha hecho así. Por otro lado, es destacable que en los grupos A y C hay una persona que ha ido más allá en la entrega del ejercicio, mientras que en el B ninguna. Estos resultados muestran que, en cierta manera, aunque el grupo B parte de un nivel ligeramente más alto, no consiguen sacar la fórmula por ellos mismos, dado que no han entrenado ese desarrollo tal como sí lo han hecho los grupos participantes del ABP-STEM. Lo más destacable de comparar el grupo A y C con el B (de control), es que el de control parte directamente de la fórmula de la velocidad orbital sin obtenerla, con los conocimientos dados en el tema de cinemática y dinámica.

En cuanto a la entrega y el contenido de los informes grupales en relación con la respuesta al problema ABP-STEM planteado en un inicio, se puede ver un resumen de los resultados en la tabla 2.

Rasgos del pensamiento

A modo de recordatorio, el cuestionario de rasgos del pensamiento, con 28 ítems con escala tipo Likert de 4 opciones, analizaba dos dimensiones: dimensión metacognitiva, medida con la planificación y monitoreo de cada estudiante y dimensión motivacional, medida con las variables esfuerzo y autoeficacia. Lo interesante de todo esto es que, tras el ABP, en ambos grupos se obtienen medias superiores a 2,53 puntos sobre 4 en todos los niveles, donde el nivel esfuerzo es el que se aprecia más bajo. A destacar puntuaciones máximas y mínimas en ambos grupos: en el grupo A el mínimo ha sido de 2,64 en la variable “esfuerzo” en hombres y de 3,10 en la variable “monitoreo” en mujeres; mientras que en el grupo C el mínimo ha sido de 2,53 en la variable “esfuerzo” en mujeres y de 3,25 en la variable “autoeficacia” en hombres; todas ellas medidas en una escala de 0 a 4 puntos. Como apunte, se confirman los resultados de análisis de validez de este cuestionario (Marín & Rojas-Barahona, 2010), en el que no se aprecian diferencias en los resultados respecto al sesgo de género, donde, casualmente en el grupo A puntúan más alto los hombres que las mujeres y en el C a la inversa. Fuera de este apunte, lo interesante y que se deriva de todo esto es que, aunque se podrían haber esforzado más en el desarrollo del ABP, las puntuaciones siguen siendo altas en todas las variables necesarias para llevar a cabo una propuesta con problemas y más con problemas de respuesta abierta, de esta envergadura.

Tabla 2. Resumen de los resultados recogidos en las preguntas principales.

GRUPO A	PREGUNTA PRINCIPAL	MOVIMIENTO DE LOS ELECTRONES	MOVIMIENTO DEL UNIVERSO	INFORME COMPLETO	INFORME ENTREGADO
Grupo 1	Fcentrífuga	Van más allá	Fcentrífuga	✓	✓
Grupo 2	Fcentrípeta + cálculo	Fcentrípeta pero no Fg	Órbitas circulares, elípticas...	✓ ✓	✓
Grupo 3	Tª Relatividad	Átomo similar al movimiento del universo	Tª relatividad	✓	✓
Grupo 4	Fcentrípeta	✗	✗	✗	✗
Grupo 5	Hipótesis + Fcentrípeta / acentrípeta + conclusión con vectores + velocidad de escape	Fcentrípeta, Felectromagnética, tipos de movimientos	Mismo razonamiento que la Luna	✓ ✓ ✓	✓
Grupo 6	Aceleración centrípeta, movimiento Luna contrarresta Fg	Misma razón que anterior.	Generalidades movimiento solar	✓	✓

GRUPO C	PREGUNTA PRINCIPAL	MOVIMIENTO DE LOS ELECTRONES	MOVIMIENTO DEL UNIVERSO	INFORME COMPLETO	INFORME ENTREGADO
Grupo 1	Hipótesis movimiento Luna contrarresta Fg+ Fcentrípeta / acentrípeta + conclusión	Hipótesis misma razón pero Fg despreciable	Mismo razonamiento que Luna	✓ ✓ ✓ ✓ Dos alumnas entrega extra	✓
Grupo 2	Presentación con ejemplo del superhéroe		✗		✓
Grupo 3	Hipótesis, Luna constante movimiento, velocidad de escape	Misma razón pero no Fg sino Fe	En movimiento	✓	✓
Grupo 4	Movimiento de Luna contrarresta atracción		En movimiento		✓
Grupo 5	Razonamiento de otras preguntas para entender problema	✗	✗	Si presentación en clase	✗
Grupo 6	Debido a la velocidad de la Luna	Misma respuesta	En movimiento	Responden a preguntas en una frase	✓

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se finaliza este trabajo de investigación relacionando y comparando los resultados de ambas investigaciones con el fin de llegar a unas conclusiones comunes que caractericen al ABP-STEM. Para comenzar, tal y como se ha observado en los resultados de la revisión sistemática, la mayoría de las propuestas ABP-STEM se han planteado para un alumnado de 12 a 14 años, tal y como se ha procedido en la experiencia ABP-STEM propia. De hecho, al aumentar el nivel académico existe una bajada emocional, tal y como argumenta Mateos Núñez et al. (2020); de todo esto se deriva que son necesarias nuevas propuestas ABP-STEM a nivel de bachillerato. Siendo, quizás, lo más conveniente en el entorno nacional, a nivel de 1º de bachillerato; curso que no está enfocado aún a la selectividad y que es el tránsito de la ESO al bachillerato, lo cual puede fortalecer el puente de conocimientos básicos que se dan en la ESO a conocimientos más profundos que se trabajan en 2º de bachillerato. Además, el planteamiento de propuestas a estos niveles puede fomentar la

motivación del alumnado que aún se encuentra dubitativo en relación con su futuro profesional, incentivando su elección y continuidad en un bachillerato de ciencias y en un futuro profesional STEM.

Por su parte, tanto de los resultados de la experiencia propia como de las distintas propuestas ABP-STEM recabadas con la revisión sistemática, se destaca una mejora de habilidades, capacidades y actitudes del alumnado en relación con las materias STEM, así como un aumento en su interés en carreras STEM. Esto no solo se observa en los resultados de la revisión sino en los de la experiencia propia. A pesar del diagnóstico inicial de los grupos experimentales A y C, los cuales mostraban menos interés STEM, tras la observación de las sesiones y tal y como se observa en el cuestionario de rasgos del pensamiento, los alumnos muestran un alto nivel de implicación. Dicha implicación se debe, en parte, al reto que les supone el intentar responder a una pregunta tan abierta, sin límites y a la poca costumbre que tienen de este tipo de planteamientos. Todo ello deja al alumnado libertad a la hora de determinar hasta dónde quiere llegar en la adquisición de conocimientos.

En relación con el párrafo anterior, la mejora en el rendimiento y el aumento de conocimientos en las disciplinas STEM también es un punto que considerar de todos estos resultados. De hecho, parándose en los resultados de la propia experiencia, sin dar demasiada relevancia al aumento porcentual en resultados comparando el examen final con el cuestionario de contenidos iniciales; y fijándose más en los resultados de la EPEI no obligatoria y los informes finales, se puede determinar que el alumnado que ha trabajado a través de una metodología ABP-STEM tiende a ir más allá en sus respuestas, frente al que ha trabajado de manera más tradicional; destacando en el razonamiento y el desarrollo de fórmulas físicas, desarrollo que no se habrían planteado si quiera si no hubieran trabajado con esta metodología tan abierta. Es aquí, quizás, uno de los puntos cruciales en los que pararse, de cara a ver los beneficios reales de este tipo de metodologías abiertas. Y es que, muchas veces, no es tanto la mejora en el rendimiento y puntuación final del alumnado, sino en la manera de trabajo, la forma de plantearse y hacerse preguntas es entrenar a los alumnos a cuestionarse los contenidos que, tradicionalmente, dan por hecho y parten de ellos para resolver cualquier problema físico sin plantearse el por qué o de dónde viene.

A su vez, y para no extenderse demasiado en las conclusiones, de la observación participante y de la entrega de los informes finales se pone en mayúsculas consideraciones como que el alumnado con poco interés también participa, ya sea porque se contagia de la motivación del alumnado con alto interés o porque se ve obligado a nivel grupal; y es el alumnado con un interés alto y/o nivel de conocimientos medio/alto el que se ve altamente beneficiado, dejando rienda suelta a su investigación y al planteamiento de sus preguntas con respecto al tema. Se observa gran variedad de preguntas durante las sesiones y también informes extensos y que van mucho más

allá de los objetivos de la pregunta ABP-STEM para aquellos alumnos de estos altos niveles. Por lo tanto, se observan beneficios tanto para alumnos con bajo como con alto interés. También, de dicha observación participante y de los resultados de la revisión sistemática, se concluye ensalzando la importancia que tiene el guía en este tipo de metodologías educativas abiertas y, más concretamente, en el ABP-STEM. Sin una labor adecuada del guía y/o profesor, no se lograría el éxito; por lo que es importante prepararle a nivel de conceptos y de manejo de tiempos antes de la aplicación de este tipo de propuestas. Al final, son ellos quienes tienen que tomar decisiones determinantes al adaptar el ABP a los objetivos particulares de las distintas disciplinas STEM (Hmelo-Silver, 2004).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aladé, F., Lauricella, A. R., Beaudoin-Ryan, L., & Wartella, E. (2016). Measuring with Murray: Touchscreen technology and preschoolers' STEM learning. *Computers in Human Behavior*, 62, 433-441. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.03.080>
- 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://doi.org/10.15581/018.ST-490>
- Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20(6), 481-486. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.1986.tb01386.x>
- 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>
- 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]
- Brand, B. R. (2020). Integrating Science and Engineering Practices: Outcomes from a Collaborative Professional Development. *International Journal of STEM Education*, 7. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00210-x>
- Chuasontia, 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://doi.org/10.1088/1361-6552/abf69a> [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]
- García Cartagena, Y., Reyes González, D. S., & Burgos Oviedo, F. (2017). Actividades STEM en la formación inicial de profesores: Nuevos enfoques didácticos para los desafíos del siglo XXI. *Revista Electrónica Diálogos Educativos*, 33, 35-46. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6212470>
- 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://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101000> [A11]
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>
- Julià, C., & Antolí, J. Ò. (2019). Impact of Implementing a Long-Term STEM-Based Active Learning Course on Students' Motivation. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(2), 303-327. <https://doi.org/10.1007/s10798-018-9441-8>
- 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]
- Marín, C. E. F., & Rojas-Barahona, C. A. (2010). Adaptación y validación del Cuestionario de Rasgos de Pensamiento de O'Neil y colaboradores: Metacognición y motivación en la solución de problemas. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación-e Avaliação Psicológica*, 2(30), 9-33.
- 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://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7291095>
- 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]

- Parreira, P., & Yao, E. (2018). Experimental Design Laboratories in Introductory Physics Courses: Enhancing Cognitive Tasks and Deep Conceptual Learning. *Physics Education*, 53(5). <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aacf23>
- Perry, A., & Estabrooks, L. (2019). Let's Invent! *Science Teacher*, 86(6), 37-43.
- 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]
- Ramos P, R., Sotto D., A. & Cid C., A. I. (2022). Aprendizaje basado en problemas dentro de una metodología STEM. In *Formándonos para educar: aportaciones en investigación e innovación educativa* (pp. 115-133). Thomson Reuters Aranzadi.
- Rupnik, D., & Avsec, S. (2020). Effects of a Transdisciplinary Educational Approach on Students' Technological Literacy. *Journal of Baltic Science Education*, 19(1), 121-141.
- Sanders, M. (2009). STEM, *STEM Education, STEMmania*, 68 (4), 20–26. <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/51616/STEMmania.pdf?s>
- 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]
- Sung, E. (2019). Fostering Computational Thinking in Technology and Engineering Education: An Unplugged Hands-On Engineering Design Approach. *Technology and Engineering Teacher*, 78(5), 8-13.
- The Future of Jobs Report 2018. (s. f.). World Economic Forum. <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2018/>
- Toulmin, C. N., & Groome, M. (2007). Building a Science, Technology, Engineering, and Math Agenda. En National Governors Association. National Governors Association. <https://eric.ed.gov/?id=ED496324>
- 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://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85075401980&partnerID=40&md5=2572abe8ca919a211a0c90d19ff511f5> [A7]

El siglo XXI está marcado por avances tecnológicos, transformaciones sociales y desafíos globales, un contexto ante el que la educación no puede permanecer estática. Son los docentes, como agentes transformadores, los que tienen la responsabilidad de liderar el cambio. Este panorama demanda educadores capaces de cuestionar lo establecido y de adaptarse a las realidades en constante evolución. Innovar, por tanto, es la creatividad puesta en práctica; significa repensar los usos tradicionales, incorporar nuevas metodologías y responder a las demandas de los estudiantes. Es el camino para garantizar que la educación continúe siendo un pilar esencial en la construcción de sociedades más equitativas, sostenibles y adaptadas al futuro.

