

# Un encuentro enriquecedor: la Educación STEM y el enfoque de las IM

## *An Enriching Encounter: STEM Education and the MI Approach*

OLGA MARTÍN CARRASQUILLA

DOCTORA EN EDUCACIÓN. PROFESORA EN LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ELSA SANTAOLALLA PASCUAL

DOCTORA EN EDUCACIÓN. PROFESORA EN LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

---

Sé que a muchos maestros les asusta un poco, quizá con razón, la serie de nuevos métodos, procedimientos y sistemas, que como seguras panaceas contra el mal crónico que padece nuestra educación nacional, les ofrecen en todas partes. Pero bien miradas las cosas, esta exuberancia no es más que un producto del dinamismo de nuestro tiempo, que se manifiesta lo mismo que en los remedios pedagógicos en los curativos o en los productos alimenticios, y tenemos que alegrarnos de que la escuela salga de su rincón de Cenicienta y que llame la atención de las gentes; el quid está en saber elegir el grano entre la paja que pueda haber y en tomar de cada uno aquello que sea aplicable a las circunstancias. (Margarita Comas, 1931, p. 12)

### Resumen

Los cambios en el marco social, cultural, tecnológico y económico de las últimas décadas han generado nuevos escenarios de educación y nos conducen a reflexionar sobre las demandas de la escuela en el siglo XXI.

Surge la necesidad de romper las barreras entre las disciplinas, desde una orientación que las integra en el mundo real, promoviendo experiencias de aprendizaje relevantes y auténticas como es el caso de la Educación STEM en el contexto del enfoque de las IM y el competencial que favorece la participación activa de las personas en la sociedad, el acceso continuo al conocimiento, al aprendizaje y al desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo y los valores.

**Palabras clave:** STEM, interdisciplinariedad, Inteligencias múltiples, Aprendizaje Basado en Proyectos.

### Abstract

The changes in the social, cultural, technological and economic framework of the last decades have generated new educational scenarios and led us to reflect on the demands of the 21st Century schools. The need arises to break down the barriers between disciplines through an approach that integrates them in the real world, thus promoting relevant and authentic learning experiences, like the combination of STEM Education and the IM approach together with the Competency-based approach. This teaching approach promotes active participation of citizens within society, a permanent access to knowledge, learning and a development of critical and reflective thinking as well as values.

**Key words:** STEM, interdisciplinarity, Multiple Intelligences, Project Based Learning.

## **1. LA EDUCACIÓN STEM**

Los acelerados cambios que en el marco social, cultural, tecnológico y económico se han producido en las últimas décadas han convertido la Educación STEM (acrónimo inglés de *Science, Technology, Engineering y Mathematics*) en una de las protagonistas de la innovación en el ámbito educativo.

La Educación STEM, cuya enseñanza se articula a través de la resolución de problemas del mundo real, supone la integración de las formas de hacer, pensar y hablar de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas en sus múltiples formas (Couso, 2017). Se reconoce como una necesidad de aprendizaje para todos que favorece la participación activa de las personas en la sociedad, preparándolas para la toma de decisiones fundamentadas que les permitan aportar soluciones a los retos científico-tecnológicos del momento. Comparte con el enfoque de las Inteligencias Múltiples (IM) la posibilidad de impulsar y contribuir al desarrollo de las dimensiones indagadoras, creativas, reflexivas y críticas de los ciudadanos y de favorecer la evolución de habilidades relacionadas con la resolución de problemas, el pensamiento crítico y reflexivo, la cooperación y la creatividad.

### **1.1 Origen y evolución de la Educación STEM**

Diferentes autores relacionan el origen de la actual Educación STEM con dos hechos decisivos que se produjeron en la década de 1950 tras el lanzamiento por parte de la Unión Soviética del Sputnik: la creación de la Fundación Nacional de Ciencia (*National Science Foundation Act*) y la promulgación de la Ley de Educación de la Defensa Nacional de 1958 (*National Defense Education Act of 1958*). El objetivo de ambas leyes era aumentar el número de estudiantes que ingresaran en las disciplinas relacionadas con la Física y las Matemáticas para proteger la fuerza militar de los Estados Unidos y mejorar la competitividad económica global (Gonzalez y Kuenzi, 2012). La NSF reformó los currículos de enseñanza secundaria, reforzando los contenidos disciplinares de las ciencias y posteriormente en los años 60 la propuesta alcanzó a la ciencia en la educación primaria.

En la década de 1990 la *National Science Foundation* (NSF) comenzó a usar el término «SME&T» (acrónimo de las siglas en inglés *Science, Mathematics, Engineering y Technology*) para referirse al ámbito profesional que incluía las diferentes disciplinas científico-tecnológicas, cambiándolo posteriormen-

te a STEM por razones fonéticas. El acontecimiento que marcó la expansión del término fue la creación de un Grado en Educación STEM en el Instituto Politécnico y Universidad Estatal de Virginia, conocido como Virginia Tech (Friedman, 2005). En 2011 la necesidad de llevar STEM a los colegios se convierte en una prioridad nacional en Estados Unidos (*Sputnik Moment*) y comienza a desarrollarse la iniciativa 100Kin10 con el objetivo de formar a cien mil profesores en las áreas STEM; en diciembre de 2015 se firma la nueva ley de educación *The Every Student Succeeds Act* (ESSA) que no solo garantiza los fondos para el proceso de formación del profesorado en las áreas STEM, sino que se compromete a incrementar el acceso a STEM a poblaciones subatendidas, a crear y ampliar colegios especializados en STEM y a promover actividades STEM como actividades extracurriculares (*National Science Teachers Association [NSTA], 2016*).

El término STEM ha impregnado la esfera de la educación no solo en Estados Unidos sino también en el resto de países del mundo y ha ido ganando relevancia en el ámbito educativo, siendo objeto de reflexión, análisis e investigación en documentos marco de política educativa. De esta manera, la Comisión Europea elabora informes como *Europe needs more Scientists* (2005) que obligan a reflexionar sobre las nuevas necesidades de la escuela en el siglo XXI y en cómo conseguir que los sistemas de educación y formación se adapten a las demandas de la sociedad del conocimiento y a la revolución tecnológica y digital que se está produciendo. La Comisión Europea, en su programa marco 2014-2020, promueve iniciativas y proyectos que apoyan a los ciudadanos de todas las edades en el desarrollo de actitudes positivas hacia la Educación STEM y en el desarrollo de conocimientos y habilidades que les permitan participar activamente en el complejo mundo científico y tecnológico.

En 2018 el Consejo Europeo, en respuesta a los cambios que están experimentando la sociedad y la economía, revisa y actualiza la Recomendación sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente de 2006 (2018/C 189/01), proporcionando pautas de interés respecto a la Educación STEM. De esta manera se incluyen referencias explícitas a las nuevas demandas sociales, a los nuevos contextos educativos y a las nuevas formas de aprendizaje, destacando la necesidad de aumentar la motivación para que un mayor número de jóvenes inicien carreras profesionales relacionadas con los ámbitos STEM. En la actualidad el enfoque en la Educación STEM está presente en muchos países, destacando su implementación en países como

Singapur, China, Taiwán, Corea del Sur, Canadá, Australia, Alemania y Estados Unidos.

En España diferentes empresas, fundaciones, universidades y otras entidades promueven, colaboran y financian acciones STEM en las que participan los centros educativos. Diversas instituciones públicas y privadas ponen a disposición de los centros docentes sus programas educativos STEM (STEMadrid, STEAM euskadi, Aquae STEM, Inspira STEAM...) y a nivel europeo, *Scientix* promueve y respalda la colaboración entre docentes, investigadores del ámbito de la enseñanza, legisladores y otros profesionales de la docencia de materias STEM.

## **1.2 ¿Qué se entiende por Educación STEM?**

La Educación STEM, cuyo interés inicial centrado en alcanzar una economía más competitiva, se ha ido enriqueciendo con aportaciones que le han dado una dimensión más equitativa y de calidad. De esta manera se puede afirmar que la Educación STEM no es un acrónimo que representa cuatro áreas de conocimiento independientes, sino más bien, se considera un acercamiento interdisciplinario a aprender, donde los conceptos académicos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas se aplican en contextos reales que generan conexiones entre la escuela, la comunidad, el trabajo y la empresa global (Tsupros et al., 2009).

Lederman (1998) la describe como la capacidad de adaptarse y aceptar cambios impulsados por el trabajo de las nuevas tecnologías, para anticipar los impactos de múltiples niveles de sus acciones, para comunicar ideas complejas de manera efectiva a una variedad de audiencias, destacando como aspecto esencial la búsqueda de soluciones medibles y creativas a problemas que hoy en día son inimaginables. Vasquez, Sneider y Comer (2013) lo relacionan con el hecho de que todos los estudiantes puedan actuar y progresar en un mundo tecnológico y Balka (2011) la concibe como «la habilidad de identificar, aplicar e integrar conceptos de la ciencia, la tecnología y las matemáticas para comprender problemas complejos y para innovar en su solución» (p. 7), aportando la idea del desarrollo de la creatividad como valor añadido a su propuesta.

Para Zollman (2012) la alfabetización STEM debe ir más allá del contenido, de los procesos, de satisfacer nuestras necesidades sociales y económi-

cas e incluir el desarrollo de las necesidades personales que nos conviertan en ciudadanos responsables y participantes.

La evolución de la definición de la Educación STEM ha llevado a incorporar de forma explícita referencias a las competencias transversales del siglo XXI como son el pensamiento crítico, la competencia de trabajar en equipo y la de comunicar, así como la visión metacognitiva de aprender a aprender y los valores. De esta manera se llega a caracterizar la Educación STEM como una necesidad de aprendizaje que favorece la participación activa de las personas en la sociedad, que posibilita acceder continuamente al conocimiento, al aprendizaje y al desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo y los valores. Desde esta perspectiva se puede afirmar que la Educación STEM es para todos y no solo para aquellos estudiantes que destacan por sus habilidades en ciencia o en matemáticas.

La Educación STEM, cuya enseñanza se articula a través de la resolución de problemas del mundo real, supone la integración de las formas de hacer, pensar y hablar de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas en sus múltiples formas (Couso, 2017). La reconocemos como una necesidad de aprendizaje para todos y todas que favorece la participación activa de las personas en la sociedad, preparándolas para la toma de decisiones fundamentadas que les permitan aportar soluciones a los retos científico-tecnológicos del momento; contribuye al desarrollo de las dimensiones indagadoras, creativas, reflexivas y críticas de los ciudadanos y posibilita la evolución de habilidades relacionadas con la resolución de problemas, el pensamiento crítico y reflexivo, la cooperación y la creatividad.

### **1.3 Educación STEM desde una perspectiva de integración**

En la actualidad, el interés por la aplicación integrada de aprendizajes de distinto tipo se ha puesto de relieve en la Educación STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics*), iSTEM (*Imagination, Science, Technology, Engineering, Mathematics*) STREAM (*Science, Technology, Reading/wRiting, Engineering, Arts, Mathematics*) y STREAMS (*Science, Technology, Reading/wRiting, Engineering, Arts, Mathematics, Social Studies*).

En 2008, Yakman introduce en el acrónimo de STEM la A de «Arts» con el propósito de fomentar la interdisciplinariedad. Para la autora el concepto

de artes se relaciona con cómo la sociedad se comunica, entiende e impacta con sus actitudes y costumbres en el pasado, presente y futuro. Incluye, entre otras disciplinas, el lenguaje, las artes liberales y las bellas artes. Establece como STEAM (ST@M) la ciencia y la tecnología, interpretadas a través de la ingeniería y las artes, basadas en el lenguaje de las matemáticas. A partir de STEAM diferentes autores resaltan la importancia que tiene la comunicación y el desarrollo de las habilidades relacionadas con la lectura y la escritura (*Reading and wRitting*), destacando el interés de convertir la Educación STEAM en STREAMS (Lefever-Davis y Pearman, 2015). Para algunos investigadores la «R» del STREAMS se relaciona con las habilidades metacognitivas de reflexión y reflexividad (*Reflection*) y la «S» con temáticas relacionadas con el medio ambiente y la sostenibilidad (Krug y Shaw, 2016).

El enfoque STEM ha experimentado una evolución continua desde sus inicios y aunque en todos los casos se plantea desde una perspectiva de integración, encontramos visiones muy diversas que revelan la existencia de múltiples formas de entenderla.

A pesar de que el concepto de interdisciplinariedad es complejo de analizar desde el punto de vista científico y educativo, se puede afirmar que concreta los procesos de enseñanza-aprendizaje desde la integración de los conocimientos, desde la colaboración docente y el diseño de tareas o situaciones de aprendizaje que posibilitan el desarrollo de competencias e inteligencias múltiples.

La integración de las disciplinas STEM en sus múltiples formas constituyen el elemento medular de la Educación STEM. Vasquez (2015) identifica diferentes modelos y grados de integración de las disciplinas STEM y Kaufman et al., (2003) proponen avanzar desde enfoques meramente multidisciplinares a otros inter o transdisciplinares para hablar del STEM como una única metadisciplina (Merril, 2009). Entre los grados de integración se pueden considerar Vasquez (2015) considera los siguientes:

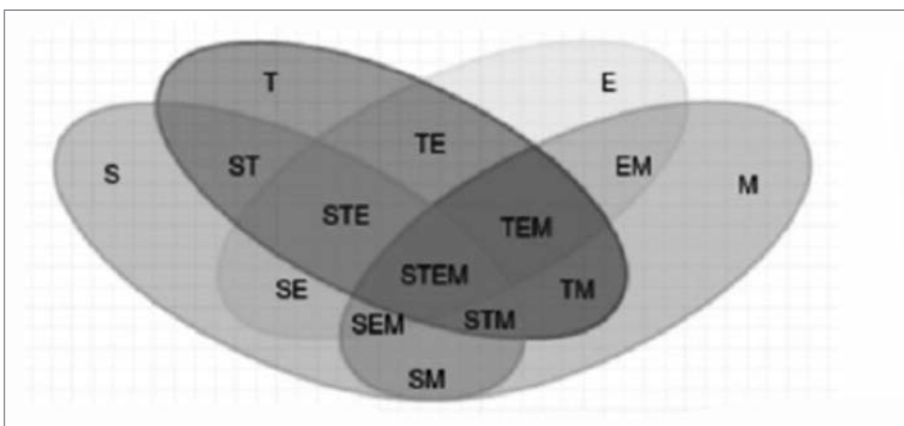
- La multidisciplinariedad. Refleja el nivel más bajo de integración y en este caso los contenidos de las disciplinas STEM se yuxtaponen sin establecer relaciones explícitas entre ellas. De alguna manera existe colaboración entre las disciplinas, pero sin que esta interacción

contribuya a enriquecerlas o modificarlas con la intención de resolver un problema y alcanzar múltiples objetivos disciplinares.

- La interdisciplinariedad. En este caso y de acuerdo con la definición aportada por Piaget (1979) supone la cooperación entre varias disciplinas que conlleva interacciones reales y una verdadera reciprocidad en los intercambios, «implica una voluntad y compromiso de elaborar un marco más general en el que cada una de las disciplinas son modificadas y pasan a depender unas de otras» (Torres, 1994, p. 75). Supone una integración del conocimiento y de los modos de pensamiento de dos o más disciplinas para producir un desarrollo cognitivo, como explicar un fenómeno, resolver un problema o crear un producto que no podría conseguirse si no existiese la cooperación entre las disciplinas involucradas (Boix Mansilla Gardner, 2000).
- Transdisciplinariedad. Se considera el nivel superior de integración. Supone la construcción de un sistema total en el que los límites entre las disciplinas desaparecen y se construye un sistema total.

En la Educación STEM, la integración de las disciplinas suele ir acompañada de diferentes combinaciones entre ellas (*figura 1*) y es frecuente que una de las disciplinas adopte un papel dominante (National Academy of Sciences, 2014).

**Figura 1**  
*Representación de las integraciones de las disciplinas STEM*



Nota. Tomado de «Quantitative Reasoning and Its Rôle in Interdisciplinarity» por R. Mayes, 2019, p. 115.

Respecto al alcance de la integración, esta puede reunir conceptos de más de una disciplina (por ejemplo, matemáticas y ciencia, o ciencia, tecnología e ingeniería) o puede conectar un concepto de un tema a una práctica de otro o combinar dos prácticas, como la investigación científica (por ejemplo, hacer un experimento) y el diseño de ingeniería (en el que se pueden aplicar los datos de un experimento científico; Bybee, 2013).

Un estudio realizado por Simarro y Couso (2018) muestra que los docentes tienen cuatro visiones distintas acerca de la educación STEAM: estética (las disciplinas STEM se presentan como «acreativas», y se enfatiza el papel estético del arte); globalizada (se da un uso contextual, o meramente utilitario, a los conocimientos propios STEM); tecnocentrista (se le otorga un papel relevante a las nuevas tecnologías) o ingenieril (la ingeniería en su proceso de creación y diseño de soluciones articula las experiencias). De esta manera nos encontramos con experiencias catalogadas como STEM en las que se trabaja de forma integrada las matemáticas y las ciencias o que considera STEM la enseñanza de la tecnología. Martín-Páez et al., (2019), después de examinar las experiencias educativas publicadas en revistas indexadas en la colección principal de Web of Science durante el período 2013-2018 concluyen que las auténticas experiencias que contribuyen a la Educación STEM son las que implican un estudio simultáneo de las cuatro disciplinas, en las que ninguna de ellas es considerada como apoyo, herramienta o complemento, es decir apoyan como visión más acertada la Educación STEM integrada.

En cuanto a la disciplina que articula más propuestas STEM, Martín-Páez et ál. (2019) señalan a la ingeniería a través de la robótica y el uso de la resolución de problemas ingenieriles.

Trabajar de manera integrada en el aula es complejo y desde nuestro punto de vista, a veces, problemático. Por una parte, se debe tener en cuenta que las disciplinas STEM son epistémicamente distintas, con sus propios objetivos últimos diferenciales (Simarro y Couso, 2018) y, por tanto, practicar una Educación STEM en la que el contenido de cada disciplina no aparezca diferenciado (Brown et al., 2011) puede llevar a la invisibilización epistemológica, a abandonar las valiosas formas de generar conocimiento propias de cada disciplina. Tal y como critica Bybee



(2013) algunas propuestas STEM parecen estar más enfocadas a integrar disciplinas que a garantizar un aprendizaje significativo y profundo de las mismas.

En este sentido, creemos que es necesario reflexionar no solo sobre el grado de integración de las disciplinas en la Educación STEM sino sobre las variables relevantes desde el punto de vista didáctico en la misma. Apoyamos que el enfoque STEM debe plantear retos al alumnado que le permitan abordar su solución desde un planteamiento holístico, ya que la fragmentación limita su comprensión y valoración, aunque tal y como afirman Toma y García-Carmona (2021), es preciso realizar investigaciones didácticas que arrojen pruebas y conclusiones de su implementación en las aulas, con vistas a determinar fortalezas, debilidades y aspectos a mejorar.

## 2. ENFOQUES METODOLÓGICOS Y EDUCACIÓN STEM

La irrupción de la Educación STEM o STEAM ha coincidido con un periodo de renovación y revitalización de las metodologías activas consecuencia del cambio desde un modelo educativo centrado en la enseñanza hacia un modelo centrado en el aprendizaje. Por ello, algunos referentes metodológicos propios de las áreas STEM se incluyen bajo la denominación de enfoques para la Educación STEM. Entre estos Domènech-Casal et al., (2019), destacan la resolución de problemas en matemáticas, el *Design Thinking*, el fenómeno *Maker* o el *Learning by Design* en tecnología, la indagación y la modelización en ciencia y el proceso de diseño en ingeniería.

La resolución de problemas se reconoce como tarea clave y evidencia de la competencia matemática. Los procesos de pensamiento que se despliegan en el contexto de la resolución de problemas se relacionan con lo que las personas hacen para conectar el contexto de un problema con las matemáticas y así resolverlo.

Por su parte el movimiento *maker* o *Making* permite abordar la Educación STEM al potenciar las prácticas de ciencia e ingeniería (Vossoughi y Bevan, 2014) en un entorno en el que se promueve el trabajo en equipo, el ensayo-error y la reflexión. De esta manera, los estudiantes desarrollan la

habilidad de solucionar problemas a través del proceso de diseño para hacer evidentes sus principios científicos, probar nuevas opciones y combinar elementos para crear nuevos productos (Simarro et al., 2016). Esta forma de hacer tecnología desarrolla en los estudiantes la habilidad de solucionar problemas a través del proceso de diseño como una forma de pensar y aprender del error, utilizando materiales variados y herramientas tecnológicas que desarrollan la creatividad en un ambiente lúdico, con *feedback* inmediato.

En cuanto a la ciencia, la indagación también conocida como aprendizaje por investigación y la modelización están considerados como métodos para enseñar ciencias en la Educación STEM, porque no solo permiten promover habilidades de investigación en los estudiantes sino porque además les ayuda a interiorizar nuevo conocimiento en la búsqueda de respuesta a preguntas científicas, previamente formuladas.

Una meticulosa revisión de los diferentes enfoques sobre el diseño de ingeniería en secundaria realizado por Guerra et al. (2012), destaca como características comunes a todos ellos acciones relacionadas con: identificar y definir una necesidad, caracterizar y analizar cuantitativamente el sistema, generar y seleccionar conceptos, seleccionar conceptos para una evaluación detallada (construir y probar un prototipo), refinar el concepto, finalizar y comunicar los resultados del diseño.

Los enfoques metodológicos anteriores considerados asociados a la Educación STEM, tienen su punto de encuentro a través del Aprendizaje Basado en Proyectos o en Problemas (ABP; Freeman et al., 2014). El ABP no solo permite integración, transferencia y aprendizaje situado, sino que además favorece el tratamiento interdisciplinar. Es interesante destacar que es empleado en el enfoque de las IM como estrategia didáctica que parte de conflictos, retos, alternativas, dilemas de la vida real, con el fin de solucionarlos aplicando e integrando diferentes tipos de contenidos y habilidades con recursos didácticos variados que potencias múltiples inteligencias (Escamilla, 2020).

El análisis de las características del ABP, su relación con la Educación STEM y con el enfoque IM nos obliga a remontarnos al siglo XXI, durante el cual la Academia di San Luca, diseña con sentido pedagógico los *progetti* (proyectos) que permitirían a los arquitectos y los escultores princi-

piantes aplicar y probar lo que estaban aprendiendo, incluyendo las acciones a las que estos profesionales se enfrentaban a diario, como detallar el diseño, cumplir los plazos o convencer a otros del valor del producto. Los *progetti* del siglo XVI poseían muchas de las características que en la actualidad definen los ABP al organizar el aprendizaje en torno a un desafío que ofrecía a los estudiantes la oportunidad de abordar problemas realistas para cuya solución tomaban decisiones fundamentadas en el conocimiento y creaban sus modelos. Posteriormente en 1918 Kilpatrick, influido por la filosofía de Dewey distingue cuatro categorías de proyectos (elaborar un producto, resolver un problema, disfrutar de una experiencia estética y obtener un conocimiento) que tienen en común la existencia de un propósito externo al conocimiento que permite la construcción de conceptos o modelos y el desarrollo de aspectos procedimentales y epistémicos (Dòmenech-Casal, 2018).

En la década de 1960 los educadores médicos de la Universidad McMaster de Canadá deciden probar un nuevo enfoque en la enseñanza ya que les preocupaba que sus estudiantes no estuvieran aprendiendo las habilidades clínicas y de diagnóstico que necesitarían para ejercer como médicos. Se desarrolla de esta manera el aprendizaje basado en problemas y el estudio de casos que tienen en común con el aprendizaje basado en proyectos la importancia que se le da al pensamiento, a la discusión y a la colaboración de los estudiantes, aspectos clave del enfoque IM.

Todas estas propuestas tienen en común el ser experiencias relevantes en escenarios reales que permiten al alumnado enfrentarse a hechos de la vida real, aplicar y transferir significativamente el conocimiento. Además, tienen un enorme potencial al permitir construir un sentido de competencia profesional y vincular el pensamiento con la acción.

Investigadores como Mills y Treagust (2003) o Prince y Felder (2007) establecen algunas diferencias entre la enseñanza basada en problemas (*Problem Based Learning* [PBL]), la enseñanza basada en proyectos (*Project-Based Learning* [PjBL]) y el estudio de casos (*tabla 1*), existiendo una amplia diversidad de enfoques en los mismos.

**Tabla 1**  
Enseñanza/aprendizaje basado en problemas, en proyectos y en casos

	<b>PBL (PROBLEMA)</b>	<b>PJBL (PROYECTOS)</b>	<b>ESTUDIO DE CASOS</b>
<b>QUÉ PROPORCIONA LA ESTRUCTURA</b>	Comienza con un problema abierto del mundo real que necesita ser reformulado antes de abordarse.	Comienza con una especificación clara del producto final que elaborarán los alumnos y que pondrá de manifiesto lo aprendido.	Comienza con narraciones de casos reales que se escriben para ejemplificar cómo se pueden aplicar los conceptos y las teorías.
<b>PROCESO TÍPICO</b>	El alumnado trabaja en equipo y es responsable de redefinir el problema e identificar sus necesidades de aprendizaje, recoger información y desarrollar una solución viable. El profesorado actúa como facilitador.	Al trabajar para producir el producto deseado, el alumnado encuentra «mini-problemas» que necesitan ser resueltos.	El alumnado suele discutir casos en grupos. Analiza los casos y responde las preguntas preparadas por el profesorado.
<b>ÉNFASIS PEDAGÓGICO Y PROPÓSITO</b>	Énfasis en el proceso de resolver el problema. El objetivo principal es adquirir nuevos conocimientos.	Énfasis en el producto de la actividad. El objetivo principal es practicar la aplicación del conocimiento.	Énfasis en el proceso de análisis de casos. El objetivo principal es adquirir nuevos conocimientos.

Nota. Traducción propia a partir de «Inquiry-based learning in higher education: principal forms, educational objectives, and disciplinary variations» por A. Aditomo, P. Goodyear, A. Bliuc y R. A. Ellis, 2013, p. 1241.

Es interesante destacar que las tres alternativas promueven las habilidades de aplicación e integración del conocimiento, el juicio crítico, la toma de decisiones y búsqueda de soluciones al problema o problemas planteados contribuyendo de esta manera a la Educación STEM.

Según Adderley et al. (1975), el ABP implica ofrecer una solución a un problema (muchas veces propuesto por el alumnado) y que, necesita una gran variedad de actividades para resolverlo. El ABP varía considerablemente

dependiendo del tipo de actividades llevadas a cabo por el alumnado y del nivel de guía o apoyo ofrecido por el docente. Es interesante resaltar que el alumnado investiga las soluciones, generando preguntas, debatiendo ideas, realizando predicciones, diseñando planes, analizando datos, estableciendo conclusiones, comunicando sus ideas y resultados a otros, realizando nuevas preguntas y creando o mejorando productos y procesos. Estas acciones en el contexto del enfoque de las IM potencian todas las inteligencias, aunque de forma central la intrapersonal, la interpersonal y la lógico-matemática.

Las formulaciones actuales del ABP (Larmer et al., 2015) lo caracterizan como un enfoque de instrucción que anima a los estudiantes y maestros a profundizar en un tema, que les lleva a comprender a fondo los contenidos y a conseguir un aprendizaje profundo. Las actividades que configuran el ABP se consideran un medio para dirigir a los estudiantes hacia la construcción del conocimiento.

Algunos estudios muestran que el ABP afecta de manera positiva al interés y a la autoeficacia de los estudiantes (Bilgin et al., 2015; Holmes y Hwang, 2016) y que promueve la Educación STEM al considerar al alumno como centro del proceso de enseñanza-aprendizaje, permitiendo el desarrollo de las habilidades metacognitivas. De esta manera les hace conscientes en el análisis de las estrategias de aprendizaje y resolución de problemas que están utilizando, y les permite comprenderlas y modificarlas. En este sentido destacamos cómo en el enfoque IM, las técnicas de pensamiento son esenciales en una dinámica de trabajo orientada a impulsar una mente activa, dinámica y flexible (Escamilla, 2020).

Estas habilidades son esenciales para planificar, supervisar, regular y evaluar el aprendizaje ya que tal y como afirma Dewey (1938) no se aprende de la experiencia sino de la reflexión sobre la misma. La reflexión cuidadosa permite a los estudiantes determinar si las estrategias de resolución de problemas que están utilizando son apropiadas para el problema que se está resolviendo.

El papel del alumnado incluye «evaluar su propio progreso, ser más responsables de su aprendizaje e involucrarse con sus compañeros en aprender juntos» (Hattie, 2012, p. 88).

El ABP en términos de motivación, da a los estudiantes la oportunidad de expresar sus propias ideas y opiniones y tomar decisiones durante el trabajo del proyecto lo que desarrolla la autonomía y contribuye a la motivación intrínseca.

El ABP es un enfoque que contribuye no solo a los propósitos de la Educación STEM sino también potencia IM al ayudar al alumnado a resolver problemas complejos y desarrollar el pensamiento crítico, analítico y otras habilidades cognitivas. Facilita la colaboración, la comunicación entre iguales, la resolución de problemas y el autoaprendizaje mientras que aumenta la atención de los estudiantes (Capraro et al., 2013).

Creemos que la Educación STEM y el enfoque IM se encuentran conectados mediante el empleo de esta estrategia de enseñanza-aprendizaje en la que los enfoques globalizador e interdisciplinar, el pensamiento y el aprendizaje cooperativo se puede emplear como fin y como medio (Pujolàs, 2008) para desarrollar y estimular las inteligencias.

### **3. ENFOQUE COMPETENCIAL, ENFOQUE IM Y EDUCACIÓN STEM**

El enfoque competencial, el enfoque IM y la Educación STEM están íntimamente relacionados ya que son complementarios puesto que todo el trabajo que llevemos a cabo en el contexto de la Educación STEM nos llevará al desarrollo de competencias del alumnado y de IM (Escamilla, 2008, 2009, 2011, 2020). Se puede afirmar que el enfoque competencial, el enfoque IM y la Educación STEM comparten los fundamentos base para el aprendizaje, como son los conceptos de aprendizaje significativo y transferencia del conocimiento (Pozo, 2008; Zabala y Arnau, 2015).

El enfoque competencial y el de las inteligencias múltiples orientan la reflexión crítica por parte del alumnado para relacionar la nueva información con la que ya dispone, resaltando la importancia de la funcionalidad de los aprendizajes que da valor a lo que se aprende por su utilidad para resolver problemas y realizar nuevos aprendizajes. La importancia que se le da a la funcionalidad de los aprendizajes y a la resolución de problemas, esenciales en el enfoque IM es uno de los elementos compartidos con la Educación STEM (Guzey et al., 2016).

Por otra parte, tanto el enfoque competencial como el IM reconocen la necesidad de que el alumnado sea capaz de resolver retos auténticos y socialmente relevantes, aplicando los aprendizajes construidos en diferentes contextos (sociales, académicos, familiares...) y, en diferentes situaciones (convivencia familiar, trabajo cooperativo, ocio...). Se identifica de este modo la transferencia como uno de los propósitos de los procesos de enseñanza/aprendizaje del enfoque competencial, de las IM y de la Educación STEM que establece conexiones entre el contexto académico en el que se enseña y el contexto real en el que vivimos (Erdogan et al., 2016).

Podemos afirmar que tanto la Educación STEM como el enfoque competencial y el de las IM se caracterizan por poseer un carácter holístico e integrador (Escamilla, 2020), en tanto que los conocimientos, las capacidades, las actitudes y los valores que los constituyen no pueden entenderse de manera separada. En este sentido hay que destacar que una actuación competente en el ámbito STEM exige hacer uso de forma integrada de los saberes teóricos, de los procedimientos y de los valores de las áreas STEM.

Por lo que respecta a nuestro trabajo sobre la Educación STEM y de acuerdo con *Recomendación del Consejo de 22 de mayo de 2018* relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente (2018/C 189/01) es preciso fomentar «la adquisición de competencias en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, teniendo en cuenta su vínculo con las artes, la creatividad y la innovación, y motivar a los jóvenes, en especial las chicas y las mujeres jóvenes, a que opten por carreras profesionales en estos ámbitos» (C 189/12). Dicha recomendación explicita la necesidad de realizar propuestas de aprendizaje interdisciplinar que relacionamos íntimamente con el enfoque IM y con la Educación STEM.

En el anexo de este documento, publicado por la Comisión Europea (2018) bajo el título *Competencias Clave para el Aprendizaje Permanente. Un Marco de Referencia Europeo*, se define en términos de habilidad que integra conocimientos, capacidades y actitudes la competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (CTIM/STEM), estableciendo los elementos que la caracterizan (*tabla 2*).

**Tabla 2**  
Elementos relacionados con la competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (CTIM)

<b>COMPETENCIA MATEMÁTICA Y COMPETENCIA EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA (CTIM)</b>				
<b>DOMINIO</b>	<b>DEFINICIÓN</b>	<b>CONOCIMIENTOS</b>	<b>CAPACIDADES</b>	<b>ACTITUDES</b>
<b>COMPETENCIA MATEMÁTICA</b>	Habilidad de desarrollar y aplicar el razonamiento y la perspectiva matemáticos para resolver diversos problemas en situaciones cotidianas.	Conocimiento de: los números, las medidas, las estructuras, las operaciones básicas, y las representaciones matemáticas básicas. Comprensión de los términos y conceptos matemáticos. Conocimiento de las preguntas a las que las matemáticas pueden dar respuesta.	Aplicar principios y procesos matemáticos básicos. Razonar matemáticamente, comprender una demostración matemática y comunicarse en el lenguaje matemático. Utilizar los datos estadísticos y gráficos para comprender los aspectos matemáticos de la digitalización.	Actitud positiva en matemáticas basada en el respeto de la verdad y en la voluntad de encontrar argumentos y evaluar su validez.
<b>COMPETENCIA EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA</b>	Habilidad y la voluntad de explicar el mundo natural utilizando el conjunto de los conocimientos y la metodología empleados con el fin de plantear preguntas y extraer conclusiones basadas en pruebas. Aplicación de conocimientos y metodología científica en respuesta a lo que se percibe como deseos o necesidades humanas.	Conocimientos esenciales: principios básicos de la naturaleza; conceptos, teorías, principios y métodos científicos; productos y procesos tecnológicos. Comprensión de la incidencia que tienen en general la ciencia, la tecnología, la ingeniería y la actividad humana en la naturaleza.	Comprender la ciencia como proceso para la investigación. Utilizar el pensamiento lógico y racional para verificar hipótesis. Utilizar y manipular herramientas y máquinas tecnológicas, así como datos científicos. Capacidad para reconocer los rasgos esenciales de la investigación científica y poder comunicar las conclusiones y el razonamiento que les condujo a ellas.	Juicio y curiosidad críticos. Inquietud por las cuestiones éticas. Respaldo a la seguridad y la sostenibilidad medioambiental, en particular por lo que se refiere al progreso científico y tecnológico.

Nota. Elaboración propia a partir de la Comisión Europea, 2018, p. 9.



Además de incluir habilidades, conocimientos, capacidades y actitudes como parte de la competencia CTIM (STEM) se reconocen como capacidades transversales «el pensamiento crítico, la resolución de problemas, el trabajo en equipo, las capacidades de comunicación y negociación, las capacidades analíticas, la creatividad y las capacidades interculturales» (p. 7), aspectos como antes hemos visto compartidos con el enfoque de las IM.

Algunas de estas competencias y habilidades conocidas como «las 4 C» (comunicación, colaboración, capacidad de pensamiento crítico y creatividad) deben impartirse en el contexto de las materias fundamentales (entre las que se encuentran las disciplinas STEM) y los ámbitos temáticos del siglo XXI. El desarrollo del pensamiento crítico para adoptar decisiones responsables desarrolla la inteligencia intrapersonal y requiere el acceso a la información, su análisis y su síntesis y se relaciona no solo con la capacidad de buscar fuentes de calidad sino de evaluar su nivel de objetividad, fiabilidad y actualidad. Relacionada con la capacidad anterior está la de resolución de problemas que supone la movilización del conocimiento y la determinación de recursos y estrategias que conlleva el trabajo en equipo y la cooperación (inteligencia interpersonal y lógico-matemática). Todo lo anterior nos conduce a reflexionar sobre la creatividad como la capacidad de proponer ideas y soluciones nuevas, de aplicar maneras de pensar originales y llegar a respuestas innovadoras (Gardner, 2008). Una innovación que se da si las personas interactúan con los demás, trabajando en equipo y respetando las diferencias sociales y culturales tal y como promueve el enfoque de las inteligencias múltiples.

Por último, resaltamos que los referentes metodológicos de la Educación STEM compartidos con el enfoque IM destacan el valor de la autorregulación al facilitar los procesos de planificación, supervisión y evaluación del proceso de aprendizaje. La autorregulación supone autoconocimiento, toma de decisiones y voluntad de mejora para el desarrollo de la inteligencia intrapersonal.

#### **4. CONCLUSIONES**

Hemos tratado de explicar el significado de la Educación STEM, cuyo interés inicial centrado en alcanzar una economía más competitiva, se ha ido

enriqueciendo con aportaciones que le han dado una dimensión más equitativa y de calidad. De esta manera, la hemos conceptualizado como un acercamiento interdisciplinario a aprender, donde rigurosos conceptos académicos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas se aplican en contextos reales, generando conexiones entre la escuela, la comunidad y el trabajo.

El enfoque de las IM y el enfoque competencial nos proporcionan las coordenadas sobre las que desarrollar dicha Educación. Resaltamos como señas de identidad de los tres su carácter holístico e integrador y la transferencia como propósito compartido de los procesos de enseñanza/aprendizaje al establecer conexiones entre el contexto académico en el que se enseña y el contexto real en el que vivimos. Entran en diálogo porque más allá de cumplir como objetivos satisfacer nuestras necesidades sociales y económicas incluyen el desarrollo de las necesidades personales que nos conviertan en ciudadanos responsables y participantes.

Nos atrevemos a afirmar que todo el trabajo que llevemos a cabo en el contexto de la Educación STEM nos llevará al desarrollo de competencias y de las inteligencias del alumnado que favorecen la participación activa de las personas en la sociedad, el acceso continuo al conocimiento, al aprendizaje y al desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo y los valores.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Adderley, K., Ashwin, C., Bradbury, P., Freeman, J., Goodlad, S., Greene, J., Jenkins, D., Rae, J., y Uren, O. (1975). *Project Methods in Higher Education*. Society for Research into Higher Education.
- Aditomo, A., Goodyear, P., Bliuc, A., y Ellis, R. A. (2013). Inquiry-based learning in higher education: principal forms, educational objectives, and disciplinary variations. *Studies in Higher Education*, 38(9), 1239–1258.
- Balka, D. (2011). *Standards of mathematical practice and STEM*. Math-Science Connector Newsletter, School Science and Mathematics Association.
- Bilgin, I., Karakuyu, Y., y Ay, Y. (2015). The effects of project based learning on undergraduate students' achievement and self-efficacy beliefs towards science teaching. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(3), 469–477.
- Boix Mansilla, V., Miller, W. C., y Gardner, H. (2000). On disciplinary lenses and interdisciplinary work. En S. Wineburg y P. Grossman (Eds.), *Interdisciplinary curriculum: Challenges of implementation*. Teachers College Press.

- Brown, R., Brown, J., Reardon, K., y Merrill, C. (2011). Understanding STEM: Current Perceptions. *Technology and Engineering Teacher*, 70(6), 5–9. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090606.55>
- Bybee, R. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. National Science Teachers Association.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., y Morgan, J. (2013). *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach*. Sense Publishers.
- Comas, M. (1931). *El Método de Proyectos en las escuelas urbanas*. Publicaciones de la Revista de Pedagogía.
- Comisión Europea. (2018). *Recomendación del Consejo de 22 de mayo de 2018*. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=SV](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=SV)
- Couso, D. (2017). Per a què estem a STEM? Un intent de definir l'alfabetització STEM per a tothom i amb valors. *Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària*, 34, 22–30.
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. Collier Books.
- Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia Científica. *Ápice: Revista de Educación Científica*, 2(2), 29–42. <http://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4524>
- Domènech-Casal, J., Lope, S., y Mora, L. (2019). Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basado en Proyectos. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 16(2), 2203. [http://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2019.v16.i2.2203](http://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i2.2203)
- Erdogan, N., Navruz, B., Younes, R., y Capraro, R. M. (2016). Viewing how STEM project-based learning influences students' science achievement through the implementation lens: A latent growth modeling. *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(8), 2139–2154. <http://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1294a>
- Escamilla, A. (2008). *Las competencias básicas. Claves y propuestas para su desarrollo en los centros*. Graó.
- Escamilla, A. (2009). *Las competencias en la programación de aula. Infantil y Primaria (3-12 años)*. Graó.
- Escamilla, A. (2011). *Las competencias en la programación de aula de Secundaria (12-18 años)*. Graó.
- Escamilla, A. (2020). *Inteligencias múltiples en la práctica*. Graó.
- European Commission. (2005). *Europe Needs More Scientists: Report by the High Level Group on Increasing Human Resources for Science and Technology*. European Commission, DG Research, Science and Society Programme.

- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., y Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *National Academy of Sciences*, *111*(23), 8410–8415. <http://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Friedman, T. L. (2005). *The world is flat. A brief history of the twenty-first century*. Farrar, Straus and Giroux.
- Gardner, H. (2008). *Las cinco mentes del futuro*. Paidós.
- Gonzalez, H. B., y Kuenzi, J. (2012). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM): A primer*. Congressional Research Service. [https://www.ccc.edu/departments/Documents/STEM\\_labor.pdf](https://www.ccc.edu/departments/Documents/STEM_labor.pdf)
- Guerra, L., Allen, D. T., Crawford, R. H., y Farmer, C. (2012). *A unique approach to characterizing the engineering design process*. Paper presented at the meeting of the American Society for Engineering Education, San Antonio, Texas.
- Guzey, S. S., Moore, T. J., y Harwell, M. (2016). Building up STEM: An analysis of teacher-developed engineering design-based STEM integration curricular materials. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, *6*(1), 11–29. <http://doi.org/10.7771/2157-9288.1129>
- Hattie, J. A. C. (2009). *Visible learning: A synthesis of 800 meta-analyses on achievement*. Routledge.
- Holmes, V. L., y Hwang, Y. (2016). Exploring the effects of project-based learning in secondary mathematics education. *The Journal of Educational Research*, *109*(5), 449–463.
- Kaufman, D., Moss, D., y Osborn, T. (2003). *Beyond the boundaries: A transdisciplinary approach to learning and teaching*. Praeger.
- Kilpatrick, W. E. (1918). *The Project Method: the use of the purposeful act in the educative process*. Teachers College, Columbia University.
- Krug, D., y Shaw, A. (2016). Reconceptualizing ST®E(A)M(S) education for teacher education. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, *16*(2), 183–200.
- Larmer J., Mergendoller J., y Boss S. (2015). *Setting the standard for project based learning: a proven approach to rigorous classroom instruction*. ASCD.
- Lederman, L. (1998). *ARISE: American Renaissance in Science Education. Fermilab-TM-2051*. Fermi National Accelerator Lab.
- Lefever-Davis, S., y Pearman, C. J. (2015). Reading, Writing and Relevancy: Integrating 3R's into STEM. *Open Communication Journal*, *9*(1), 61–64.
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F.J., y Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 1–24. <http://doi.org/10.1002/sc.21522>

- Mayes, R. (2019). Quantitative Reasoning and Its Rôle in Interdisciplinarity. En B. Doig, J. Williams, D. Swanson, R. Borromeo Ferri y P. Drake (Eds.), *Interdisciplinary Mathematics Education, ICME-13 Monographs* (pp. 113-133). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-11066-6\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-11066-6_8)
- Merrill, C. (2009). *The future of TE masters degrees: STEM*. Paper presented at the 70th Annual International Technology Education Association Conference.
- Mills, J. E., y Treagust, D. F. (2003). Engineering education – Is problem-based or project-based learning the answer? *Australasian Journal of Engineering Education*. [http://www.aeee.com.au/journal/2003/mills\\_treagusto3.pdf](http://www.aeee.com.au/journal/2003/mills_treagusto3.pdf)
- National Academy of Sciences. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press.
- National Science Teachers Association (2016). *STEM Education Opportunities and the Every Student Succeeds Act (ESSA)*. NSTA Web Seminars.
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2018). Recomendación del Consejo de 22 de mayo de 2018 relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente (Texto pertinente a efectos del EEE) (2018/C 189/01). *Diario Oficial de la Unión Europea*.
- Piaget, J. (1979). La epistemología de las relaciones interdisciplinarias. En L. Apostel, G. Berge, A. Briggs y G. Michaud (Eds.), *Interdisciplinarietà. Problemas de la Enseñanza y de la Investigación en las Universidades* (pp. 53–70). Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior.
- Pozo, J. I. (2008). *Aprendices y maestros*. Alianza.
- Prince, M., y Felder, R. (2007). The many faces of inductive teaching and learning. *Journal of College Science Teaching*, 36(5), 14–20.
- Pujolás, P. (2008). *El aprendizaje cooperativo*. Graó.
- Simarro, C., y Couso, D. (2018). Visiones en educación STEAM: y las mates, ¿qué? *Uno revista de la Didáctica de las matemáticas*, (81).
- Simarro, C., López, V., Cornellà, P., Peracaula, M., Niell, M., y Estebanell, M. (2016). *Ciències. Revista del Professorat de Ciències d'Infantil, Primària i Secundària*, (32), 38–46.
- Toma, B. R., y García-Carmona, A. (2021). De STEM nos gusta todo menos STEM. Análisis crítico de una tendencia educativa de moda. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 65–80. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3093>
- Torres Santomé, J. (1994). *Globalización e interdisciplinarietà*. Morata.
- Tsupros, N., Kohler, R., y Hallinen, J. (2009). STEM education: A project to identify the missing components. *Intermediate Unit*, (1), 11–17.
- Vasquez, J. (2015). Beyond the acronym. *Educational Leadership*, 72(4), 10–15.

- Vasquez, J., Sneider, C., y Comer, M. (2013). *STEM lesson essentials, grades 3–8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Heinemann.
- Vossoughi, S., y Bevan, B. (2014). Making and Tinkering: A Review of the Literature. *National Research Council Committee on Out of School Time STEM*. [http://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbassesite/documents/webpage/dbasse\\_089888.pdf](http://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbassesite/documents/webpage/dbasse_089888.pdf)
- Yakman, G. (2008). *ST@M Education: an overview of creating a model of integrative education*. Virginia Polytechnic and State University. <https://www.iteea.org/File.aspx?id=86752&v=75ab076a>
- Zabala, A., y Arnau, L. (2015). *Métodos para la enseñanza de competencias*. Graó.
- Zollman, A. (2012). Learning for STEM Literacy: STEM Literacy for Learning. *School Science and Mathematics*, (112), 12–19. <http://doi.org/10.1111/j.1949.8594.2012.00101.x>

**CITA DE ESTE ARTÍCULO (APA, 7ª ED.):**

Martín, O., y Santaolalla, E. (2021). Un encuentro enriquecedor: La Educación STEM y el enfoque las IM. *Educación y Futuro: Revista de investigación aplicada y experiencias educativas*, (45), pp. 35-56.