



Efecto de la participación en proyectos STEM en la actitud hacia la ciencia de alumnado de un Programa de Mejora del Aprendizaje y Rendimiento

Pablo Menéndez-Cuervo¹ y José Miguel Vílchez-González²

¹ IES David Vázquez Martínez, Pola de Laviana.

² Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Granada.

[Recibido: 04 abril 2024, Revisado: 05 junio 2024, Aceptado: 29 julio 2024]

Resumen: Aunque hoy en día la importancia del conocimiento científico sea cada vez más evidente y la tecnología esté más presente que nunca, el interés de los estudiantes por la ciencia está en claro declive. Las metodologías tradicionales no les motivan, no logran captar su atención ni les demuestran su utilidad para resolver problemas que, cada vez más a menudo, requieren de un enfoque interdisciplinar. El presente estudio analiza la actitud hacia la ciencia de cuatro alumnos de 3º ESO de un Programa de Mejora del Aprendizaje y Rendimiento (PMAR), antes y después de participar en tres proyectos STEM. Si bien su carácter es piloto y la vocación científica del alumnado no se ve modificada, su interés por la ciencia sí aumenta. De hecho, confirman comenzar a valorarla y a disfrutar de ella. Por tanto, aunque no se cumplan todos los objetivos de la educación STEM, la participación en proyectos de este tipo propicia la mejora de la alfabetización científica y la actitud hacia la ciencia.

Palabras clave: STEM; ABP; actitud hacia la ciencia; Programa de Mejora del Aprendizaje y Rendimiento (PMAR).

Effect of participation in STEM projects on attitudes towards science among students from a Learning and Performance Improvement Programme

Abstract: Despite the acknowledged importance of scientific knowledge and the increasing presence of technology in all aspects of our lives, student interest in science has declined significantly. Traditional methodologies no longer capture their attention, motivate them or demonstrate the usefulness of science in solving problems of an increasingly interdisciplinary nature. The aim of this pilot study is to analyse attitudes towards science among third-year secondary school students, based on a sample of four students from a Learning and Performance Improvement Programme. The students were surveyed before and after their participation in three STEM projects. They reported increased interest in science and a new sense of enjoyment and appreciation of science, though their scientific vocation remained unchanged. While not all of the goals of STEM education were achieved, therefore, the results show that participation in projects of this kind can lead to improved scientific literacy and attitudes towards science.

Keywords: STEM; PBL; attitude towards science; Learning and Performance Improvement Programme.

Para citar el artículo. Menéndez-Cuervo, P. y Vílchez-González, J.M. (2024). Efecto de la participación en proyectos STEM en la actitud hacia la ciencia de alumnado de un Programa de Mejora del Aprendizaje y Rendimiento. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 8(2), 19-36. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2024.8.2.10617>

Contacto. pablomcuervo@gmail.com, jmvilchez@ugr.es

Introducción

La ciencia, como conjunto de disciplinas que estudian la naturaleza para comprenderla y predecirla, atrae cada vez menos al alumnado. El motivo principal es que los saberes y las metodologías no han sido adaptados a la realidad del alumnado actual, cada vez más rodeado de estímulos y fuentes de información (Xavier-Cruz et al., 2017). El movimiento STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) parece proponer un camino para intentar paliar el problema, pues, con intención similar, nació en EE. UU. hacia 1990 (Vasquez, 2015), cuando la caída de la productividad y competitividad supuso que políticos y empresarios comenzasen a interesarse por la promoción de vocaciones científicas, matemáticas, tecnológicas y de ingeniería. Tal fue el calado de estas reformas, que el sistema educativo vio evidente la necesidad de contextualizar los saberes mostrando su utilidad en el día a día (Sithole et al., 2017), creando un enfoque interdisciplinar que sitúa al alumnado como eje de su propio aprendizaje, afianzando así conocimientos y habilidades. En España, en términos de la Ley Orgánica por la que se Modifica la Ley Orgánica de Educación (LOMLOE), se introduce STEM como una nueva competencia clave, definida como la

«comprensión y transformación del entorno de un modo comprometido, responsable y sostenible usando el método científico, el pensamiento matemático, la tecnología y las técnicas de la ingeniería para transformar el entorno de forma comprometida, responsable y sostenible» (Real Decreto 217/2022, de 29 de Marzo, 2022).

Aún no se ha alcanzado un acuerdo sobre la definición de educación STEM, aunque existe consenso en asociarle dos grandes objetivos: la alfabetización STEM (plano curricular) y el despertar de vocaciones hacia las disciplinas STEM (plano social) (Aguilera et al., 2022). De hecho, ya Barack Obama defendió en múltiples ocasiones la importancia de enseñar matemáticas, ciencia y tecnología para despertar vocaciones en los estudiantes, en especial, en las mujeres, para no desperdiciar talento, tanto por el futuro individual como nacional (Bryan y Guzey, 2020). Por este motivo, la inclusión de las niñas en los estudios relacionados con competencias STEM es otra meta de este enfoque, para alcanzar la igualdad en los estudios y enriquecer los proyectos con nuevas perspectivas.

En cuanto a la relación entre la LOMLOE y la competencia STEM, esta ley recomienda planificar la enseñanza mediante situaciones de aprendizaje (Real Decreto 217/2022, Anexo III) en las que el alumnado debe cooperar para resolver problemas que parten de sus intereses e incluyen los grandes retos del siglo XXI (sostenibilidad, convivencia democrática, etc.) y requieren un enfoque interdisciplinar y creativo. Para ello, estas situaciones proponen problemas basados en actividades significativas que no solo les inculcan valores como la autoestima, la autonomía, la reflexión y la responsabilidad, sino que también desarrollan en ellos competencias o habilidades útiles más allá del campo STEM y de la etapa educativa, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad, la colaboración, la alfabetización digital y científica, la conciencia sociocultural, la ética, las habilidades sociales, la curiosidad, la toma de decisiones, el emprendimiento o la aceptación del fracaso (National Inventors Hall of Fame, 2022).

Vista la importancia curricular y social de la educación STEM y la falta de interés del alumnado por las disciplinas científicas, se plantea como objetivo del presente estudio averiguar si el aprendizaje mediante proyectos STEM mejora la actitud hacia la ciencia de los estudiantes de educación secundaria de un Programa de Mejora del Aprendizaje y Rendimiento (PMAR). Por lo tanto, se proponen como objetivos específicos: estudiar en qué medida cambia el interés del alumnado hacia la ciencia, estudiar cómo cambia el concepto que tiene de ella y conocer qué otros aspectos se ven beneficiados por el Aprendizaje Basado en Proyectos STEM (ABP-STEM). Para ello, se diseña una intervención

de aula que en este documento se presenta siguiendo la lista de control propuesta por Hoffmann (2014), que consta de los siguientes elementos: nombre, justificación, materiales, procedimientos, ejecutor, modo de ejecución, adaptación, modificaciones, calidad de la planificación y calidad de la ejecución.

Justificación

El presente estudio parte de definir la educación STEM como un enfoque educativo cuyo objetivo es desarrollar la alfabetización STEM por medio de la resolución de problemas o retos, tratando, además, de promover actitudes positivas hacia las disciplinas STEM (Aguilera et al., 2022). Para ello, la metodología de trabajo implementada en este estudio fue el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), en la que, a partir de un problema, se desgranar los saberes y habilidades necesarios (Domènech-Casal, 2018). Cuando el alumnado protagoniza activamente el proceso de enseñanza-aprendizaje y es consciente de la utilidad de lo aprendido, se despierta su interés y se obtienen mejores resultados (Gómez-García e Insausti-Tuñón, 2004). A continuación se justifican los tres ejes principales del trabajo: educación STEM, ABP y actitud hacia la ciencia.

Educación STEM

La educación STEM se define como un enfoque educativo que integra conocimientos y habilidades de las cuatro disciplinas implicadas (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) para la resolución de problemas. Bien es cierto que ha habido multitud de concepciones, pues algunos autores definen STEM como las cuatro disciplinas por separado y otros como todas ellas en conjunto. En cualquier caso, la base siempre es la interdependencia: científicos y matemáticos generan conocimiento para que ingenieros y tecnólogos diseñen más herramientas que los primeros puedan utilizar para seguir generando conocimiento (Ng, 2019). Es decir, STEM reúne el conocimiento, las actitudes, las habilidades y los valores adquiridos en ciencia, matemáticas, tecnología e ingeniería para identificar y resolver problemas diarios y dar sentido a los saberes de las materias (Bybee, 2013), alfabetizando científicamente y generando interés (Aguilera et al., 2022).

Históricamente, podría decirse que la educación STEM ha existido siempre, pero las revoluciones industriales han alterado su importancia en el ámbito laboral (Ng, 2019), aunque aún no en el educativo (saberes, metodología y evaluación), pues la universidad sigue considerando las ciencias, las ingenierías y las matemáticas, como disciplinas separadas, la única vía para los trabajos relacionados con STEM, mientras es evidente que muchos problemas requieren de un enfoque transdisciplinar para ser resueltos (Ng, 2019). Por otro lado, existen multitud de significados que se dan a la educación STEM (Martín-Páez et al., 2019), y esto se debe a que no es una metodología concreta, sino un enfoque educativo que utiliza herramientas tecnológicas y perspectivas pedagógicas para solventar los problemas económicos, didácticos y políticos actuales (Couso, 2017). Se trata, en definitiva, de un enfoque de enseñanza-aprendizaje interdisciplinar.

Aprendizaje basado en proyectos

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), propuesto por Kilpatrick (1918), es una estrategia adecuada para abordar los objetivos de la educación STEM (Domènech-Casal, 2018) y, en particular, el desarrollo de la vocación científica, tan necesario en el plano social, político y económico.

El ABP se sustenta en un reto a partir del cual se produce el aprendizaje. Existen cuatro categorías de proyectos según su propósito: elaborar un producto; resolver un problema; disfrutar de una experiencia estética; y obtener un conocimiento, siendo los dos primeros

la base de la formulación actual del ABP, pues los aprendizajes instrumentales son más profundos y transferibles, lo que concuerda con la necesidad STEM de aprendizajes significativos (Domènech-Casal et al., 2019). Aun así, tampoco hay consenso en la definición de ABP, pero hay rasgos comunes, como el encabezamiento con una pregunta guía, el trabajo colaborativo, la interdisciplinariedad y, en ocasiones, la indagación científica y la creatividad (Torras-Galán et al., 2021).

Para lograr que la educación ABP-STEM se aplique de manera directa en casos cotidianos (Domènech-Casal et al., 2019), es indispensable reconsiderar la estructura educativa tradicional: ABP necesita de la interdisciplinariedad del mismo modo que STEM la defiende (Ng, 2019). Así mismo, todo proyecto debe tener seis componentes didácticas (contexto, conflicto, discurso, contenidos, apertura e interdisciplinariedad) bien cohesionadas para que el proyecto pueda resolver el conflicto de partida, que requiere un contexto interesante y un enfoque interdisciplinar. En ocasiones, es suficiente con que el dominio de los contenidos sea solo parcial, para lo que el discurso debe permitir la conexión entre áreas y niveles, así como la toma de decisiones por parte del alumnado (Domènech-Casal et al., 2019).

Actitud hacia la ciencia

Hoy en día, a pesar de los avances científicos, la actitud hacia la ciencia es tal que algunos autores hablan de una crisis de fe en la ciencia (Rutjens et al., 2018). Los docentes sabemos que la actitud generada en nuestro alumnado acaba repercutiendo en nosotros: la actitud genera un ambiente que predispone al alumnado a trabajar, y su desempeño curricular afecta al estado de ánimo del docente, que modifica su forma de enseñar y, por ende, la actitud del alumnado hacia la asignatura cambia (Pelcastre-Villafuerte et al., 2015).

Es más, dado que el dominio afectivo es el rasgo principal de la actitud (Mellado et al., 2014), para modificar la actitud del alumnado primero debe ir la del profesorado, y el uso de actividades y temas que provoquen emociones positivas supone favorecer el aprendizaje y el compromiso (Pelcastre-Villafuerte et al., 2015). Además, la actitud hacia la ciencia depende de factores como la educación previa, el nivel escolar, el rendimiento, el equipo docente, la asignatura, la familia, el nivel de desarrollo del país o la edad (Aguilera y Perales-Palacios, 2019), aunque no del género (Murphy y Beggs, 2003). De hecho, conforme el alumnado crece, las ciencias pasan de resultar interesantes y divertidas a generar desmotivación, abandono, analfabetización científica (Robles et al., 2015) y una mala actitud hacia la ciencia, que impide que se desarrollen vocaciones científicas. Por ello, la falta de interés del profesorado repercute en el alumnado y en el resto de la sociedad, pues trunca el avance científico e incumple el propósito de la educación STEM de despertar vocaciones y promover la alfabetización (Xavier-Cruz et al., 2017).

Establecido lo anterior, se pasa a valorar si la actitud hacia la ciencia de un grupo de estudiantes de secundaria, pertenecientes a un PMAR, mejora empleando estrategias ABP-STEM.

Método

Se trata de un estudio de caso, longitudinal y preexperimental, con enfoque cualitativo y descriptivo, mediante el cual se analiza el efecto de la participación en tres proyectos STEM en la actitud hacia la ciencia. Se puede considerar un estudio piloto, dadas sus características.

Participantes y contexto

En este estudio participaron cuatro alumnos varones de 3º ESO de un Programa de Mejora del Aprendizaje y Rendimiento (PMAR) de un centro público de Granada, tres de 16 años

y uno de 15, todos provenientes de familias de clase media (una originaria de Venezuela y otra de Escocia) con una buena educación, reflejada en el aula. Se trata de una muestra por conveniencia. El hecho de que el PMAR no se organice en asignaturas, sino en ámbitos de conocimiento, lo convirtió en el marco ideal para la inserción de proyectos interdisciplinares.

El ejecutor (Hoffmann, 2014) es un estudiante varón de 22 años del Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas (especialidad Física y Química) de la Universidad de Granada durante el curso 2021-2022, con experiencia previa en docencia.

Materiales

En el estudio se emplearon tres proyectos de la Oficina Europea de Recursos para la Educación sobre el Espacio (ESERO) del Parque de las Ciencias de Granada que abordaban temas de interés, carecían prácticamente de matemáticas y se podían desarrollar en sesiones de dos horas incluyendo experiencias caseras. Se eligieron como proyectos adecuados a su nivel, interdisciplinares, atractivos e interactivos que se encuadran, según la clasificación de Domènech-Casal (2018), en la categoría de “queremos saber”, pues el propósito coincide con el objetivo de aprendizaje.

Por ejemplo, el proyecto “autopistas oceánicas” aborda las corrientes oceánicas desde un punto de vista físico (cómo los vientos, la rotación y la densidad del agua generan corrientes a distintas profundidades), químico (cómo la profundidad de las corrientes depende de su densidad, debida a la salinidad y la temperatura), biológico (efecto de las corrientes en la meteorología y climatología, así como su papel en el efecto que tiene el cambio climático sobre los ecosistemas), geográfico (recorridos de las corrientes a lo largo de la Tierra), tecnológico (importancia de los satélites para controlar la temperatura de los océanos y los cambios en las corrientes debido al calentamiento global) y ecológico (importancia de las corrientes en el transporte y la migración de las especies).

Además, se emplearon dos instrumentos: un cuestionario, utilizado tanto en el “pretest” como en el “postest”, y una entrevista estructurada.

El cuestionario empleado fue el SSAQ (School Science Attitude Questionnaire; Anexo 1) validado por Aguilera y Perales-Palacios (2019). Consta de cuatro dimensiones (D1: importancia de la ciencia; D2: autoeficacia; D3: interés y disfrute; y D4: conexión de la ciencia con la vida cotidiana), cada una con cinco ítems y cuatro opciones de respuesta (“muy en desacuerdo”, “en desacuerdo”, “de acuerdo” y “muy de acuerdo”).

La entrevista se elaboró “ad hoc” al contrastar los resultados del pretest y el postest, tratando de mantener cierto equilibrio entre las dimensiones. A partir de los resultados más llamativos, surgieron las ocho preguntas siguientes:

1. ¿Consideras que la ciencia sea un tema interesante?-(D3)
2. ¿Qué opinas acerca de hacer las asignaturas de ciencias obligatorias?-(D1)
3. ¿Crees que los proyectos te hacen más sencillo el estudio de las ciencias?-(D2)
4. ¿Te diviertes aprendiendo ciencia?-(D3)
5. ¿Crees que estos proyectos pueden motivarte a estudiar ciencias?-(D3)
6. ¿Ves las relaciones entre las asignaturas gracias a estos proyectos?-(D1)
7. ¿Cómo te es más fácil aprender ciencia: de modo teórico o práctico?-(D2)
8. ¿Te parece que la ciencia tiene conexión con el día a día?-(D4)

Procedimiento

El estudio se desarrolló durante cuatro sesiones de dos horas cada una. Las tres primeras se dedicaron una a cada proyecto, y la cuarta, a las entrevistas.

Día uno: pretest y “autopistas oceánicas” (<https://esero.es/recurso/autopistas-oceanicas/>)

En el laboratorio, el alumnado fue informado acerca del objetivo de la investigación, hacia la cual pareció mostrar interés. Se administró el pretest y comenzó el primer proyecto, “autopistas oceánicas”.

Siendo el mar un entorno que a tanta gente atrae, no fue difícil pasar de preguntarles qué les gusta del mar a preguntarles si creen que los océanos están en reposo o en movimiento. Y, gracias a las experiencias de cada estudiante, al comparar las costas granadina, venezolana y escocesa, ellos mismos vieron que sus costas no eran iguales, concluyendo que, al igual que existen corrientes de viento, también existen corrientes oceánicas, y fueron capaces de señalar su importancia en los ecosistemas utilizando un globo terráqueo interactivo (Figura 1). Además, basándose en la sensación térmica al entrar al mar (agua cálida en la superficie y fría en el fondo), predijeron la existencia de corrientes a distintas profundidades, y lo comprobaron con una experiencia en que se comparaban corrientes superficiales y de profundidad (Figura 2), relacionándolo con el cambio climático y emprendiendo así un debate apoyado en imágenes térmicas de satélite de los océanos (Figura 3).

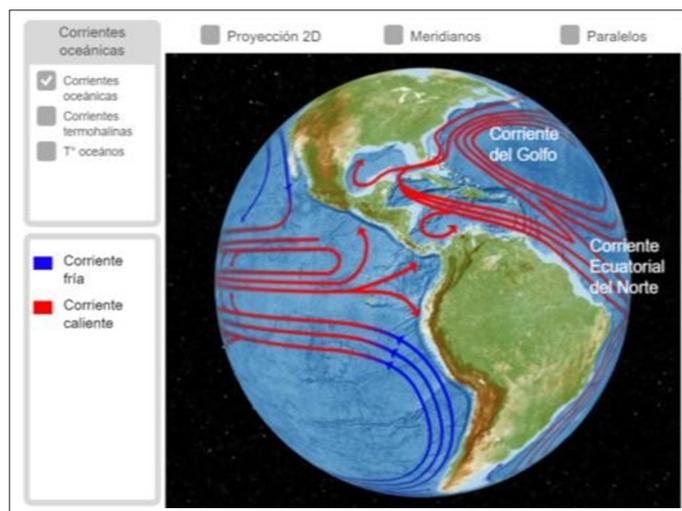


Figura 1. Globo terráqueo interactivo. Disponible en: <https://www.edumedia-sciences.com/es/media/890-tierra-interactiva-corrientes-oceanicas>



Figura 2. Experiencia para comprender las corrientes superficiales y de profundidad, diferenciando el comportamiento del hielo (con colorante) al fundirse en agua sin sal (izquierda) y agua salada (derecha). Fuente: elaboración propia



Figura 3. Imágenes de satélite. Disponibles en: <https://www.ospo.noaa.gov/Products/ocean/sst/contour/>

Día dos: “botella a reacción” (<https://esero.es/recurso/botella-a-reaccion/>)

Este proyecto se inició con una serie de preguntas y respuestas con las que el alumnado comenzó a darse cuenta de la existencia de fuerzas como el peso y la normal, o la fuerza de acción de un cohete y la de reacción que lo propulsa. Seguidamente, visualizaron estas últimas en una experiencia en la que la combustión de etanol en una botella transformaba la energía química en cinética y, tal y como hacen los cohetes, generaba movimiento por medio de la tercera ley de Newton (Figura 4). De hecho, ellos mismos comenzaron a fijarse en lo presentes que están las leyes de Newton, y, en concreto, la tercera, al nadar, al caminar o al disparar un arma. Finalmente, comparando el movimiento causado en dos cuerpos distintos sobre los que se ejerce la misma fuerza, indicaron las relaciones de proporcionalidad entre masa, fuerza y aceleración, con lo que la gran componente lúdica del proyecto ayudó a abordar temario avanzado y demostrar la utilidad de dominar las matemáticas y la física para su aplicación.



Figura 4. Experiencia para demostrar la tercera ley de Newton en la propulsión de un cohete.
Fuente: elaboración propia

Día tres: “extrae agua del suelo lunar” (<https://esero.es/recurso/extrae-agua-del-suelo-lunar/>) y posttest

Iniciando la sesión con el reciente descubrimiento de hielo y vapor de agua (pero no agua líquida) en los polos lunares, el alumnado trató de buscarle sentido a este fenómeno,

comparando hielo, agua líquida y vapor, así como los estados de otras sustancias. Pronto concluyeron que los cambios de estado dependen de la temperatura. Entonces se les propuso la siguiente experiencia: se llenó una jeringa con agua, se tapó la entrada y se tiró del émbolo, viendo cómo el agua empezaba a burbujear y se calentaba ligeramente (Figura 5). Así, tras una serie de propuestas fallidas, llegaron a la idea de que la presión también afecta a los cambios de estado. Finalmente, siguiendo con el tema de las expediciones lunares, se les propuso encontrar un método de purificación de agua en la luna, con lo que se realizaron una filtración y una destilación caseras (Figura 6) y se comparó su eficacia. Con ello, lo más destacable del proyecto fue la cantidad de conceptos introducidos y la facilidad con que los predijeron. Finalmente, se pasó el postest y, una vez comparados los resultados con los del pretest, en la siguiente sesión se llevó a cabo la entrevista.



Figura 5. Experiencia para demostrar el efecto de la presión en los cambios de estado. Fuente: elaboración propia



Figura 6. Condensador con materiales caseros para la experiencia en la que se separa agua de una mezcla mediante destilación. Fuente: elaboración propia

Análisis de resultados

Las respuestas de los cuestionarios se tradujeron en valores numéricos (0 “muy en desacuerdo”, 1 “en desacuerdo”, 2 “de acuerdo” y 3 “muy de acuerdo”) con los que se realizó un análisis descriptivo con Microsoft Office Excel 365, herramienta con que se tabularon y se representaron gráficamente los resultados, ordenados en una tabla de 20 filas (una por

ítem de la encuesta) y 5 columnas (una por estudiante, más la moda de las respuestas). Cada una de las primeras cuatro columnas se subdivide en tres: las respuestas del pretest (Pre), del posttest (Post) y su variación (Var), calculada como la diferencia del posttest menos el pretest. La quinta columna refleja la moda de la variación en la respuesta de los cuatro alumnos.

Resultados y discusión

La Tabla 1 muestra los resultados del pretest y del posttest, así como su variación (diferencia entre ambos) y la moda de las variaciones (observándose, en ocasiones, conjuntos bimodales). Con ello se refleja el efecto de los proyectos en el cambio en las respuestas del alumnado. Se debe tener en cuenta que en los ítems 5, 8, 19 y 20 un aumento de puntuación tendría connotaciones negativas, y viceversa (Anexo 1).

Tabla 1. Respuestas de los cuatro alumnos para los ítems del pretest y del posttest y moda de la variación

Ítem	Alumno 1			Alumno 2			Alumno 3			Alumno 4			Moda Variación
	Pre	Post	Var										
1	2	3	1	2	2	0	2	3	1	3	3	0	0, 1
2	2	3	1	2	2	0	2	3	1	3	3	0	0, 1
3	3	3	0	2	3	1	2	3	1	2	3	1	1
4	2	2	0	2	3	1	1	2	1	1	1	0	0, 1
5	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	2	1	0
6	2	3	1	1	1	0	0	1	1	1	2	1	1
7	3	2	-1	2	2	0	2	2	0	2	3	1	0
8	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	-1	0
9	3	3	0	2	2	0	2	2	0	2	3	1	0
10	3	3	0	2	2	0	1	2	1	1	3	2	0
11	3	3	0	2	2	0	2	3	1	2	3	1	0, 1
12	3	2	-1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1
13	3	3	0	2	2	0	2	3	1	2	3	1	0, 1
14	3	2	-1	2	2	0	1	2	1	2	2	0	0
15	3	3	0	1	1	0	1	1	0	1	2	1	0
16	2	2	0	1	1	0	1	1	0	3	3	0	0
17	3	3	0	2	2	0	2	2	0	3	3	0	0
18	3	3	0	2	2	0	1	2	1	2	3	1	0, 1
19	0	1	1	1	1	0	1	1	0	2	3	1	0, 1
20	0	0	0	1	1	0	2	1	-1	2	0	-2	0

Para visualizar los resultados, las variaciones se muestran en un gráfico en el que cada estudiante se representa con un color (Figura 7), pudiendo apreciarse un aumento de un punto en casi todos los ítems —aunque no para todos los participantes— excepto en siete (en los ítems 16 y 17 no se aprecian cambios, mientras que en los ítems 7, 8, 12, 14 y 20 aparece alguna variación negativa).

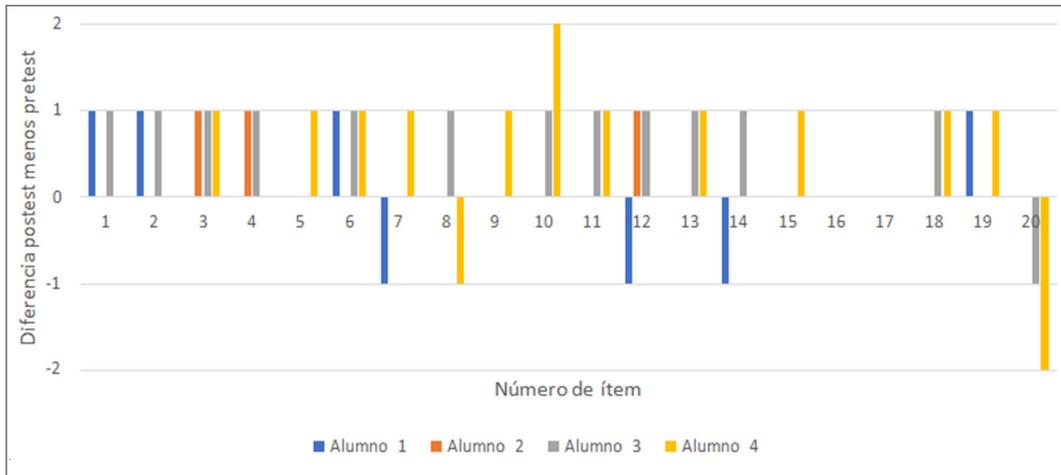


Figura 7. Variación en la respuesta de cada estudiante entre el pretest y el posttest

Asimismo, las modas de dichas variaciones (Tabla 1) se representan en la Figura 8, que permite hacerse una idea del efecto general de los proyectos en cada ítem: los ítems 3, 6 y 12 presentan una progresión unánime; los ítems 1, 2, 4, 11, 13, 18 y 19 son bimodales entre 0 y 1 (la mitad del alumnado no varía y la otra mitad aumenta en un punto) y el resto de ítems, en términos de moda, no presentan variación.

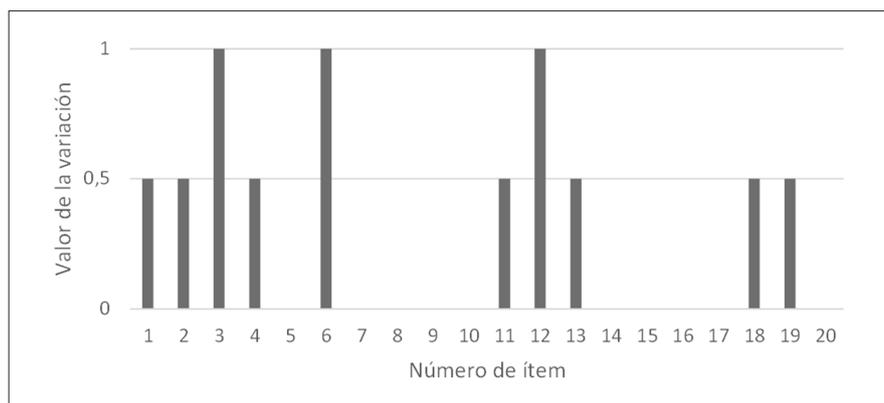


Figura 8. Moda de la variación en la respuesta de cada estudiante entre pretest y posttest para cada ítem

En el primer ítem se vio que, partiendo de un cierto interés general hacia la ciencia, la mitad de los participantes se interesaron aún más por ella tras los proyectos, lo que apoya la función motivadora de los mismos y confirma que el ABP-STEM promueve la indagación (Sahin, 2013). De hecho, los dos siguientes mostraron que los proyectos contribuyen a saciar su curiosidad al ser el contexto idóneo para plantear casi cualquier pregunta, gracias a su naturaleza interdisciplinar, lo que apoya la importancia de la educación STEM para favorecer el interés, la curiosidad y el espíritu crítico (Anwari et al., 2015).

La mejoría en el cuarto ítem, referido al aprendizaje autodidacta, así como en el décimo, referido a la facilidad del alumnado para estudiar ciencias se debe, en parte, a que los proyectos muestran la utilidad de los saberes para la resolución de problemas cotidianos, lo que hace que el aprendizaje sea significativo y se fomente el interés por la ciencia. Pero también la educación STEM en sí misma se considera uno de los medios más influyentes para alentar al alumnado a que guíen su propio aprendizaje (Anwari et al., 2015).

El ítem 5 sobre la obligatoriedad de estas asignaturas obtuvo tres alumnos a favor y uno en contra. De hecho, aunque la variación general de la pregunta sobre el aumento de horas mejora en un punto (ítem 6), la mitad de alumnos siguen en contra. Es más, los proyectos tampoco generaron cambios en la fascinación ni en el aburrimiento suscitado por las clases de ciencias (ítems 7 y 8); y, aunque estas respuestas concuerden, son llamativas, sobre todo comparadas con la primera, ya que, aunque interés, motivación y actitud sean conceptos distintos, están interrelacionados (Krapp y Prenzel, 2011). Una posible vía de mejora sería el aumento del número de proyectos o la presencia de más alumnado por grupo.

Por su parte, el ítem 9 sobre cuánto valora el alumnado aquello que aprende muestra una pequeña mejoría tras los proyectos, y aunque el interés inicial fuese alto, se comprueba que el empleo de los saberes en la resolución de retos ayuda a mejorar la alfabetización científica, tan poco desarrollada en la sociedad actual, como se observa en el último informe de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), en el que el 28% de los encuestados no supo indicar la utilidad del número pi (FECYT, 2023).

El ítem 11 demostró cómo los proyectos hacen que aprender ciencia sea más divertido, lo cual predispone al alumnado a aprender (Tisza y Markopoulos, 2021), sobre todo, de manera autodidacta (ítems 4 y 10). No obstante, no debe olvidarse que la diversión es solo una herramienta para promover el aprendizaje de algunos estudiantes, siendo el interés la verdadera fuerza motriz del aprendizaje (Aguilera y Perales-Palacios, 2020; Tews et al., 2017), pues se ha comprobado que la vocación depende del interés (Blotnick et al., 2018) que, como refleja el ítem 12, mejora hacia las carreras STEM gracias a estos proyectos, aspecto también destacado por Hiğde y Aktamiş (2022).

Los siguientes ítems señalaron que los proyectos STEM son útiles para la comprensión de fenómenos cotidianos, mejorando el concepto de ciencia del alumnado, su interés, su autoestima y su autoeficacia en el aprendizaje, como afirmó la totalidad en el ítem 14, lo cual favorece la predisposición a ayudar a los demás (ítem 15). La importancia de esta pregunta radica en las implicaciones cognitivas de la ayuda, que demuestran que el estudiante, tras evaluar su capacidad en la materia, se siente lo suficientemente hábil como para ayudar a un compañero (Aguilera y Perales-Palacios, 2019). Por lo tanto, no es arriesgado pensar que un programa con más proyectos y alumnado mejoraría aún más los resultados de colaboración, participación o vocación científica, motivo por el cual no hubo cambios en la respuesta al gusto por los artículos y programas científicos (ítem 16).

En cuanto al interés por comprender fenómenos científicos (ítem 17), no hubo variación en ningún estudiante, pero todos los resultados fueron positivos. Y aunque el interés dependa en gran medida de los gustos, la importancia que el alumnado dé a la ciencia determina que valoren el papel del desarrollo científico y tecnológico en la sociedad, fomentando la cultura científica y valores como el respeto y el esfuerzo. En este aspecto, el ítem 18 demuestra que tres proyectos STEM fueron suficientes para que los estudiantes atribuyesen mayor importancia a la ciencia.

Por otra parte, aunque desmitificar la dificultad de la ciencia sea costoso (ítem 19), los proyectos han demostrado ser una buena vía para ello (ítem 10). Por tanto, es coherente concluir que los proyectos, aunque no son la herramienta definitiva, sí contribuyen a eliminar la aridez de las asignaturas de ciencias y a mejorar el interés por ellas. De hecho, el estudio de la FECYT señala que, aunque la confianza en la ciencia ha aumentado hasta el 60%, dos de cada cinco personas siguen creyendo que la ciencia es más una amenaza que una fuente de bienestar (FECYT, 2023), por lo que es clave seguir buscando vías educativas como el ABP-STEM que fomenten la comprensión y la utilidad de los saberes científicos.

Por último, se comprobó que los proyectos hicieron ver al alumnado que la ciencia está inevitablemente ligada al día a día, en los aspectos más cotidianos (ítem 20), dando apoyo y validez al presente estudio por ser este uno de los objetivos principales de la educación STEM (Aguilera et al., 2021).

El último instrumento, la **entrevista**, se elaboró a partir de las preguntas cuyos resultados fueron más llamativos, abordando las cuatro dimensiones de forma equilibrada y enunciando las cuestiones en términos de creencia, como en la encuesta.

La primera, acerca del interés, se planteó por el cambio tan notable en la respuesta del alumnado, con una mejoría de un punto en la mitad de los casos. Algunos de ellos señalaron como causas de ese interés el hecho de que la ciencia responda a preguntas que se plantean, como en los ítems 2, 13 y 17.

En la segunda pregunta se abordó la obligatoriedad de las asignaturas de ciencias (ítem 5), pues uno de los participantes pasó de estar a favor a estar en contra, pero, una vez entrevistado, argumentó que, al ser los proyectos interdisciplinarios, había visto la necesidad de comprender, relacionar y aplicar ideas que para él resultaban complejas, por lo que veía mejor no forzar su estudio para no generar rechazo. Aun así, añadió que los proyectos hacían más amena la clase y que le habían hecho darse cuenta de la importancia de la ciencia hasta el punto de estar a favor de aumentar el número de horas de clase de ciencias (ítem 6).

La tercera pregunta perseguía recabar más información acerca de si realmente los proyectos STEM facilitan el estudio de las ciencias, visto el cambio en el ítem 10 y teniendo en cuenta la cantidad y el nivel de dificultad de los conceptos. Sorprendentemente, todos ellos coincidieron en que el aprendizaje significativo de los proyectos genera un saber más profundo y duradero.

Además del interés, señalado como motor del aprendizaje (Aguilera y Perales-Palacios, 2020; Tews et al., 2017), se les preguntó por la diversión, pues al comienzo es el factor más importante para mejorar la actitud. En este estudio todo el alumnado afirmaba haberse divertido, algunos incluso por primera vez, y dado que se están adentrando aún en la ciencia, la diversión prima sobre los resultados de los ítems 8 y 11: ninguno se aburría, aunque fuesen sesiones de dos horas, y todos estuvieron entretenidos, generando un interés creciente. Todo el alumnado ha desarrollado un mayor gusto por la ciencia. De hecho, en la siguiente pregunta, sobre el interés por carreras STEM, uno afirmó verse motivado por ellas y dos pasaron de puntuar cero a uno. Este resultado es importante por cumplir el objetivo motivador de la educación STEM. Además, se vuelve a plantear la duda de si el uso habitual de proyectos podría seguir mejorando estos resultados. No obstante, aunque la vocación sea lo más deseable, es subjetiva, pero sin duda el ABP-STEM mejora el interés y pone en valor la ciencia (ítems 1, 2, 9 y 18).

Por otro lado, se quiso saber si realmente la interdisciplinariedad de los proyectos demostraba que, aunque los conceptos se expliquen en asignaturas separadas, necesitan unificarse para comprender y resolver problemas. A este respecto, todos los estudiantes confirmaron la ayuda de estos proyectos para conectar las asignaturas escolares, subrayando que la educación STEM es un contexto idóneo para reconocer estas relaciones.

A continuación, se les preguntó si consideraban más fácil aprender ciencia de modo teórico o práctico, pues mientras la teoría solo oscila entre ser comprendida o no, la práctica evalúa al mismo tiempo la capacidad de abstracción (entender qué se estudia, cómo se representa y qué simplificaciones, limitaciones o errores hay), la capacidad de análisis y la interpretación y comprensión de los resultados. Todos coincidieron en que la práctica es crucial para comprender la teoría, y, por las preguntas que hacían y las respuestas que

daban, demostraron ser capaces de relacionar las experiencias con los conceptos y habilidades científico-tecnológicas movilizadas en cada caso.

La pregunta final demostró que la educación STEM, trabajada en este caso mediante proyectos, relaciona eficazmente las ciencias con el mundo que nos rodea y con las distintas disciplinas científicas, sirviendo como motivación y para cambiar la actitud hacia la ciencia, poniendo los conocimientos científicos en valor, tanto en el plano individual como social. Es decir, con esta pregunta se refuerzan los resultados de los ítems 2, 9, 13 y 20 sobre la utilidad del ABP-STEM para mejorar la actitud del alumnado hacia la ciencia.

De acuerdo con la lista de control de una intervención didáctica propuesta por Hoffmann (2014) (Anexo 2), en cuanto a los cuatro últimos ítems, las únicas adaptaciones del presente estudio a las características individuales del alumnado fueron la selección de los proyectos (según su nivel de conocimientos y sus gustos) y las preguntas de la entrevista (muchas motivadas por las respuestas de las encuestas). Sin embargo, no hubo necesidad de hacer modificaciones a lo largo del proceso más allá de su ajuste temporal (sesiones de dos horas), y el estudio siguió correctamente los planes preestablecidos, aunque hubiese sido interesante —de haber sido posible— que las sesiones y los grupos fuesen más numerosos.

Conclusiones

Vista la creciente pérdida de interés hacia las ciencias, evidenciada por la falta de estudiantes en carreras científicas, se hace necesario buscar medios para motivar al alumnado y mejorar su actitud hacia la ciencia. En este sentido, esta investigación demuestra que el trabajo mediante proyectos STEM (ABP-STEM) con estudiantes de un Programa de Mejora del Aprendizaje y Rendimiento (PMAR) es capaz de fomentar el interés gracias a que el aprendizaje significativo, junto con la componente lúdica de los proyectos, facilita el estudio de las ciencias. Además, también se verifica que el ABP-STEM promueve la autoeficacia del alumnado, les ayuda a valorar la necesidad de la ciencia y demuestra que los proyectos son una herramienta eficaz para mostrar la utilidad real de la ciencia. Sin embargo, no se aprecian cambios en las vocaciones científicas del alumnado, pero se estima que un programa extenso de proyectos, dentro de cualquier programación didáctica para grupos numerosos, sí podría cumplir dicho objetivo, logrando además contar con alumnas, en quienes la disminución de vocaciones científicas es más acusada. Estas cuestiones (número de estudiantes y todos varones) son limitaciones del estudio debido a la utilización de una muestra por conveniencia. Pese a ello, los resultados nos animan a probar estas estrategias de enseñanza-aprendizaje en contextos que pudiesen reforzar su solidez.

Referencias bibliográficas

- Aguilera, D., García-Yeguas, A., Perales-Palacios, F. J. y Vílchez-González, J. M. (2022). Diseño y validación de una rúbrica para la evaluación de propuestas didácticas STEM (RUBESTEM). *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 97(36.1), 11–34. DOI: <https://doi.org/10.47553/rifop.v97i36.1.92409>
- Aguilera, D., Lupiáñez-Gómez, J. L., Perales-Palacios, F. J. y Vílchez-González, J. M. (2021). *Objetivos de la educación STEM. Revisión sistemática*. Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/David-Aguilera-Morales/publication/354605741_Objctivos_de_la_educacion_STEM_Revison_sistemtica/links/61421603c3b40761878c0ab2/Objctivos-de-la-educacion-STEM-Revison-sistemtica.pdf

- Aguilera, D. y Perales-Palacios, F. J. (2019). Actitud hacia la Ciencia: desarrollo y validación estructural del School Science Attitude Questionnaire (SSAQ). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(3). DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3103
- Aguilera, D. y Perales-Palacios, F. J. (2020). Modelizando la relación entre actitud hacia la ciencia y estilos de aprendizaje en Educación Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(3), 37–54. DOI: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2852>
- Anwari, I., Yamada, S., Unno, M., Saito, T., Suwarma, I. R., Mutakinati, L. y Kumano, Y. (2015). Implementation of Authentic Learning and Assessment through STEM Education Approach to Improve Students' Metacognitive Skills. *K-12 STEM Education*, 1(3), 123–136. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/307727986_Implementation_of_Authentic_Learning_and_Assessment_through_STEM_Education_Approach_to_Improve_Students'_Metacognitive_Skills
- Blotnicky, K. A., Franz-Odendaal, T., French, F. y Joy, P. (2018). A study of the correlation between STEM career knowledge, mathematics self-efficacy, career interests, and career activities on the likelihood of pursuing a STEM career among middle school students. *International Journal of STEM Education*, 5(22). DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0118-3>
- Bryan, L., y Guzey, S. S. (2020). K-12 STEM Education: An overview of perspectives and considerations. *Hellenic Journal of STEM Education*, 1(1), 5–15. DOI: <https://doi.org/10.51724/hjstemed.v1i1.5>
- Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM Education. Challenges and Opportunities*. NSTA. Recuperado de: <https://static.nsta.org/pdfs/samples/PB337Xweb.pdf>
- Couso, D. (2017). ¿Por qué estamos en STEM? Un intento de definir la alfabetización STEM para todo el mundo y con valores. *Ciències*, 34, 22–30.
- 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. DOI: <https://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. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i2.2203
- FECYT (2023). *FECYT presenta los resultados de la Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología: aumenta el interés por la ciencia entre la población española*. Recuperado de: <https://www.fecyt.es/es/noticia/fecyt-presenta-los-resultados-de-la-encuesta-de-percepcion-social-de-la-ciencia-y-la>
- Gómez-García, J. A. e Insausti-Tuñón, M. J. (2004). El ciclo reflexivo cooperativo: un modelo didáctico para la enseñanza de las ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 3(2), 148–160. Recuperado de: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen3/REEC_3_2_2.pdf
- Hiğde, E. y Aktamış, 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, 1–13. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101000>
- Hoffmann, T. C. (2014). Better reporting of interventions: template for intervention description and replication (TIDieR) checklist and guide. *BMJ*, 348. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.g1687>

- Kilpatrick, W. H. (1918). The project method. *Teachers College Record*, 19(4), 1–5. DOI: <https://doi.org/10.1177/016146811801900404>
- Krapp, A. y Prenzel, M. (2011). Research on Interest in Science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), 27–50. DOI: <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518645>
- 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*, 103(4), 799–822. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R. y Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11–36. DOI: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>
- Murphy, C. y Beggs, J. (2003). Children’s perceptions of school science. *School Science Review*, 84(308), 109–116. Recuperado de: https://www.academia.edu/50219573/Childrens_perceptions_of_school_science
- National Inventors Hall of Fame. (2022). *What is the value of STEM education?* Trends in STEM. Recuperado de: <https://www.invent.org/blog/trends-stem/value-stem-education>
- Ng, S. B. (2019). Exploring STEM Competences for the 21st Century. *Unesco. International Bureau of Education*, 30. Recuperado de: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368485>
- Pelcastre-Villafuerte, L., Gómez-Serrato, A. R. y Zavala, G. (2015). Actitudes hacia la ciencia de estudiantes de educación preuniversitaria del centro de México. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 475–490. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i3.06
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria (BOE 76, de 30 de marzo de 2022).
- Robles, A., Solbes, J., Cantó, J. R. y Lozano, Ó. R. (2015). Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar en el primer ciclo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 361–376. Recuperado de: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen14/REEC_14_3_6_ex939.pdf
- Rutjens, B. T., Heine, S. J., Sutton, R. M, y van-Harreveld, F. (2018). Chapter Three - Attitudes Towards Science. *Advances in Experimental Social Psychology*, 57(3), 125–165. DOI: <https://doi.org/10.1016/bs.aesp.2017.08.001>
- Sahin, A. (2013). STEM Project-Based Learning. En R. M. Capraro, M. M. Capraro y J. R. Morgan (Eds). *STEM Project-Based Learning: an Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*, (pp. 59–64). Sense Publishers, Rotterdam. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-6209-143-6_7
- Sithole, A., Chiyaka, E. T., McCarthy, P., Mupinga, D. M., Bucklein, B. K. y Kibirige, J. (2017). Student Attraction, Persistence and Retention in STEM Programs: Successes and Continuing Challenges. *Higher Education Studies*, 7(1), 46–59. DOI: <https://doi.org/10.5539/hes.v7n1p46>

- Tews, M. J., Michel, J. W. y Noe, R. A. (2017). Does fun promote learning? The relationship between fun in the workplace and informal learning. *Journal of Vocational Behavior*, 98, 46–55. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2016.09.006>
- Tisza, G. y Markopoulos, P. (2021). Understanding the role of fun in learning to code. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 28. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100270>
- Torras-Galán, A., Lope-Pastor, S. y Carrió-Llach, M. (2021). El aprendizaje basado en proyectos en el ámbito STEM: Conceptualización por parte del profesorado. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 359–380. Recuperado de: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen20/REEC_20_3_2_ex1841_591.pdf
- Vasquez, J. A. (2015). STEM. *Educational Leadership*, 72(4), 10–15. Recuperado de: <https://d41super.files.wordpress.com/2014/12/stem-beyond-the-acronym.pdf>
- Xavier-Cruz, L., Martínez-Martínez, G. y López-Osuna, S. A. (2017). *Actitudes hacia la ciencia en estudiantes de secundaria*. Congreso Nacional de Investigación Educativa.

Anexo 1

Cuestionario SSAQ

	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
1. Pienso que la ciencia es un tema interesante (D3)				
2. En clase de ciencias obtengo respuestas a preguntas que me intrigan (D4)				
3. En clase de ciencias puedo expresar mis propias ideas (D4)				
4. Puedo tener éxito en la ciencia sin ayuda del profesor (D2)				
5. Las asignaturas de ciencias no deberían ser obligatorias en la escuela (D1)				
6. El número de horas por semana de ciencias debería incrementarse (D1)				
7. Las clases de ciencias me fascinan (D3)				
8. Las clases de ciencias me aburren (D3)				
9. Es importante para mi entender lo que se enseña en clase de ciencias (D1)				
10. Las lecciones de ciencias son fáciles de estudiar (D2)				
11. Me divierto aprendiendo ciencias (D3)				
12. En el futuro me gustaría ser científico (D4)				
13. Los estudios científicos me permiten entender fenómenos cotidianos (D1)				
14. Confío en mis habilidades para tener éxito en el estudio de las ciencias (D2)				
15. Ayudo a los demás en las clases de ciencias (D2)				
16. Me gusta leer artículos y ver programas que tratan temas científicos (D4)				
17. Me interesan las explicaciones de los fenómenos científicos (D3)				
18. Creo que la comprensión de la ciencia es importante para todos (D1)				
19. Es difícil para mí aprender ciencia (D2)				
20. La ciencia no tiene conexión con mi vida (D4)				

Anexo 2

Lista de control

Nombre	Efecto de los proyectos STEM en la actitud hacia la ciencia de alumnos de PMAR.
Justificación	Valoración del efecto del ABP-STEM en la actitud hacia la ciencia de un grupo de cuatro alumnos de PMAR.
Materiales	Tres proyectos ESERO del Parque de las Ciencias de Granada. Cuestionario SSAQ. Entrevista "ad hoc".
Procedimiento	Sesión 1: administración del SSAQ (pretest) y primer proyecto. Sesión 2: segundo proyecto. Sesión 3: tercer proyecto y administración del SSAQ (posttest). Sesión 4: entrevista individual.
Ejecutor	Estudiante del MAES de la Universidad de Granada de 22 años.
Modo de ejecución	Aprendizaje Basado en Proyectos.
Adaptación	Selección de proyectos en función de los gustos y saberes previos del alumnado.
Modificaciones	Ajuste de los proyectos a sesiones de dos horas.
Calidad de la planificación	Los proyectos se desarrollan correctamente en los tiempos previstos, pero hubiese sido deseable disponer de más proyectos y más sesiones.
Calidad de la ejecución	Se puede comprobar que el ABP-STEM con alumnos de PMAR es capaz de mejorar el interés, la autoeficacia y el concepto que los alumnos tienen de la ciencia, aunque la vocación científica no se vea modificada. Se cree que un programa más extenso sería capaz de mejorar la vocación científica.