



Análisis de la motivación académica vinculada al interés de los estudiantes por las STEM¹

Study of motivational aspects that may encourage students' interest in STEM

Isabel T. Martín-Mateos¹, Carlos E. Mora¹, Ana M. Martín², Juan A. Rodríguez-Hernández³,
Marta Delgado-Oliva³

Universidad de la Laguna

¹Departamento de Ingeniería Industrial

²Departamento de Psicología Cognitiva, Social y Organizacional

³Departamento de Hist. Y Filosofía de la Ciencia, la Educación y el Lenguaje
Camino San Francisco de Paula s/n, 38200, La Laguna, S/C de Tenerife, España

(Recibido 14 de febrero de 2025, para publicación 11 de abril de 2025)

Resumen – Este artículo analiza el comportamiento de la motivación académica cuando el alumnado de enseñanzas a nivel preuniversitario es expuesto a intervenciones educativas orientadas al fomento de las vocaciones STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*). Esta investigación forma parte de un estudio más amplio vinculado al proyecto STEMPATHY, en el cual se evalúa cómo el alumnado preuniversitario percibe la ingeniería cuando estudiantes universitarios de carreras técnicas interactúan con ellos, dentro de talleres diseñados por el equipo de investigación para el fomento de las vocaciones STEM. Los análisis indican que la motivación académica valorada en las actividades se ve muy influenciada por el interés que ya habían manifestado los estudiantes previamente, siendo también el género un factor diferenciador. Es interesante destacar que el grupo de personas con interés previo por la tecnología, tanto mujeres como hombres, no tiene distinto comportamiento frente a las actividades de los facilitadores. Las mujeres tienen valores más bajos en todas las dimensiones, principalmente en la que denota la valoración de la Utilidad, manifestando de forma general menos afinidad con las STEM, pero su percepción mejora significativamente cuando se analiza la dimensión Cuidado, es decir cuando perciben que hay un interés genuino del profesor por el aprendizaje del estudiante que favorece un ambiente cómodo y un aprendizaje activo.

Palabras clave – Motivación académica; STEM, aprendizaje activo; educación en ingeniería; percepción de la ingeniería.

Abstract – This article investigates the behaviour of academic motivation when students studying at the pre-university level are exposed to educational interventions aimed at promoting STEM vocations (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*). This research is part of a larger study linked to the STEMPATHY project, which evaluates how pre-university students perceive engineering when technical university students interact with them within workshops designed by the research team to promote STEM vocations. The analyses indicate that academic motivation during the activities is strongly influenced by the students' pre-existing interest. Additionally, gender emerges as a differentiating factor. It is interesting to note that students with prior interest in technology, both female and male participants, exhibit similar responses to the facilitators' activities. However, female students display lower scores across all dimensions, particularly in their perception of the utility of STEM subjects, indicating a generally lower affinity for STEM fields. Nevertheless, their perception improves significantly when considering the "care" dimension—that is, when they perceive a genuine interest from the instructor in their learning, fostering a comfortable environment and promoting active learning.

Keywords –Academic motivation, STEM, Active learning, Engineering education, Engineering perception.

¹Versión extensa y revisada de la ponencia presentada en el XVI CIBIM

1. INTRODUCCIÓN

La motivación académica influye significativamente en el desarrollo y el rendimiento de los estudiantes [1]. En particular, la motivación para las disciplinas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) ha sido objeto de creciente interés debido a la necesidad global de profesionales en estos campos [2]. Diversos estudios han demostrado que la exposición temprana a actividades educativas innovadoras puede incrementar el interés y la motivación de los estudiantes hacia las carreras STEM [3, 4, 5], lo que a su vez puede contribuir a cubrir la demanda de especialistas en estos sectores.

Este artículo se enmarca en el proyecto STEMPATHY, que tiene como objetivo principal evaluar cómo la percepción de la ingeniería y la motivación académica de los estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) se ven influenciadas por la interacción con estudiantes universitarios de áreas técnicas, quienes actúan como facilitadores del aprendizaje durante intervenciones que están especialmente diseñadas para el fomento de las vocaciones STEM.

La investigación se centra en estudiantes de cuarto curso de ESO de diversos centros educativos de la isla de Tenerife (Canarias, España). Los facilitadores son estudiantes, hombres y mujeres, de diferentes grados y másteres de áreas STEM de la Universidad de La Laguna (Canarias, España), quienes han participado activamente en la creación y ejecución de las intervenciones mencionadas en el párrafo anterior. Estas intervenciones se basan en la resolución de un problema que puede afectar a una o varias personas, mediante el prototipado de una solución técnica basada en LEGO®.

El objetivo principal de este estudio es realizar una comparación de la motivación académica entre los diferentes grupos de estudiantes que participaron en estas intervenciones, con el fin de identificar cambios significativos y determinar la eficacia de los talleres, dando respuesta a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo afecta a la motivación académica la realización de talleres basados en aprendizaje activo y diseñados para el fomento de vocaciones STEM?

2. INSTRUMENTO, DISEÑO Y DESARROLLO DE LAS SESIONES

2.1. Instrumentos validados

Los test, o instrumentos, que contestaron los estudiantes fueron previamente validados y se pueden agrupar en cuatro bloques:

- Análisis de los estereotipos de las personas que se dedican a la ingeniería: compuesta por 16 ítems divididos en tres factores: personalidad, relaciones interpersonales y competencia.
- Análisis de actitudes hacia las asignaturas científico-tecnológicas y su enseñanza: compuesta por 23 ítems.
- Análisis de actitudes hacia la Ciencia y la Tecnología: compuesta por 9 ítems.
- Análisis de la percepción del alumno sobre el profesor y su docencia (modelo MUSIC®) [6]: desarrollada por Jones y adaptada por Mora [7], que consta de 26 ítems organizados en los cinco factores que analiza el modelo.

El interés intrínseco por las tecnologías y las STEM en general se discriminó mediante dos grupos de estudiantes: un primer grupo que cursaba una asignatura de carácter optativo de Tecnología, y un segundo grupo que eligió no cursar dicha asignatura.

Todos los cuestionarios que contestaron, antes y después de la intervención de los estudiantes, se medían en una escala tipo Likert de 11 niveles, desde un valor 0, que implica que la persona no está en absoluto de acuerdo con la afirmación de la pregunta, hasta un valor 10, que implica que está totalmente de acuerdo.

En este trabajo se analizan únicamente las respuestas de los estudiantes al instrumento basado en el modelo MUSIC® adaptado por Mora *et al.* Se evalúan los cinco factores que la caracterizan para conseguir un aprendizaje más efectivo: Empoderamiento, Utilidad, Éxito, Interés y Cuidado, respondiendo a 26 preguntas relacionadas con los cinco factores de aprendizaje.

2.2. Modelo MUSIC®

El modelo MUSIC® [1], desarrollado por el profesor Brett D. Jones de la universidad Virginia Tech, describe cinco aspectos clave para el aprendizaje de los estudiantes. La información completa sobre el modelo y sus actualizaciones está disponible en una página web [6].

Cada letra del acrónimo MUSIC® representa una dimensión del modelo:

M (eMpowerment, eMpoderamiento): Los estudiantes deben tomar decisiones sobre su trabajo, organizando grupos y tiempos, bajo la supervisión parcial del profesor.

U (Usefulness, Utilidad): Los estudiantes deben comprender la utilidad de su aprendizaje, tanto para su carrera profesional como para la vida cotidiana.

S (Success, Éxito): Es crucial que los estudiantes perciban su éxito al alcanzar los objetivos, ajustando el nivel de dificultad para mantener el equilibrio adecuado.

I (Interest, Interés): El interés del estudiante se ve influenciado por factores afectivos y cognitivos. Se deben diseñar actividades que mantengan el interés personal y ocasional.

C (Caring, Cuidados): La atención y el interés genuino del profesor por el aprendizaje del estudiante favorecen un ambiente cómodo y un aprendizaje activo.

El instrumento asociado a este modelo, desarrollado por Jones [1] y adaptado a este estudio a partir del trabajo de Mora *et al.* [7], consta de 26 ítems organizados en los cinco factores (ver tabla 1) que analiza el modelo. El instrumento se administró a todos los estudiantes que participaron en las intervenciones, incluyendo además información demográfica, como el género, si cursaban o no asignaturas relacionadas con la tecnología, el centro al que pertenecía cada estudiante, el grupo en el que participaron en la intervención y el facilitador o facilitadora asignado.

Los cuestionarios para la valoración de las cinco dimensiones del modelo MUSIC® se aplicaron al finalizar las intervenciones. Como se ha indicado con anterioridad, los ítems del instrumento asociado al citado modelo se miden a través de una escala tipo Likert de 11 niveles, desde un valor de 0, que indica que la persona no está en absoluto de acuerdo con la afirmación de la pregunta, hasta una puntuación de 10, que indica que está totalmente de acuerdo. Aunque normalmente no se aconseja usar una escala Likert de más de 7 niveles, en este caso se utilizó una valoración de 0 a 10 debido a que es la forma en que el alumnado de enseñanzas medias de los centros participantes está acostumbrado a recibir los resultados de las evaluaciones de las asignaturas que cursan.

En cuanto al análisis estadístico, y previa comprobación de la consistencia del modelo a través del Alpha de Cronbach y del análisis de las correlaciones de los ítems de los cuestionarios, se realizaron pruebas no paramétricas y la representación gráfica mediante diagramas de caja de las medianas de las distintas valoraciones de cada una de las dimensiones del modelo MUSIC®, en busca de tendencias y/o diferencias teniendo en cuenta los datos demográficos obtenidos a través de los cuestionarios mencionados anteriormente.

Tabla 1. Relación de los 26 ítems del cuestionario MUSIC® con cada una de sus dimensiones.

Dimensiones	Ítems del cuestionario
Empoderamiento	2,8,12,17,26
Utilidad	3,5,19,21,23
Éxito	7,10,14,18
Interés	1,6,9,11,13,15
Cuidados	4,16,20,22,24,25

2.3. Pasos previos

En este proyecto, los facilitadores eran estudiantes universitarios de áreas STEM vinculadas a las Ingenierías, Ciencias Físicas y Ciencias de la Computación. Su rol consistía en guiar al alumnado de secundaria a través de una metodología de aprendizaje activo, mientras trabajaban en pequeños equipos de hasta tres integrantes. Este método seguía un proceso de cinco pasos, desde el planteamiento de un problema hasta la validación de una solución técnica. Los pasos son los siguientes:

1. *Clarificación*: Entender y comprender el problema definido en la propuesta. Discutir el problema para focalizarlo y vincularlo con las habilidades del alumnado.

2. *Tormenta de ideas*: Definir cómo se resolverá el problema de forma concreta y realizable, especificando las tareas necesarias para desarrollar una solución viable.

3. *Planificación del trabajo*: Organizar la gestión del trabajo, incluyendo los roles de cada miembro del equipo y la organización temporal de las tareas.

4. *Desarrollo del proyecto*: Ejecutar las distintas tareas, donde el alumnado construye la solución planificada en el paso anterior.

5. *Comprobación y síntesis*: Verificar que el dispositivo resuelve efectivamente el problema y comunicar los resultados del proyecto.

Dado que los facilitadores eran estudiantes universitarios sin experiencia previa en intervención educativa y gestión de grupos y equipos, fueron capacitados para trabajar con el alumnado preuniversitario dentro de las intervenciones del proyecto STEMPATHY. Para ello, recibieron una formación organizada por los miembros del grupo de investigación, donde se familiarizaron con las dimensiones del modelo MUSIC® y las estrategias basadas en este modelo para motivar al alumnado, así como con el proceso de cinco pasos para el desarrollo de las distintas intervenciones. Asimismo, dado que la intervención se diseñó de forma que los estudiantes participasen de forma activa, se formó a los facilitadores sobre técnicas y conceptos clave vinculados al Aprendizaje Basado en Proyectos, Orientado a Problemas. De esta forma, se pretendía que los equipos de estudiantes alcanzaran sus objetivos y cumplieran sus tareas de forma autónoma. El desempeño del equipo de facilitación fue evaluado recogiendo las percepciones del alumnado a partir de las dimensiones de la escala MUSIC®, a través de la dimensión de Cuidados que se describirá más adelante.

Para aumentar la vinculación de los facilitadores con el proyecto STEMPATHY, el problema al que se enfrentaría el alumnado de Educación Secundaria fue escogido con ellos mediante un proceso participativo de embudo. Se partió de múltiples problemas sugeridos por los facilitadores, que se fueron descartando progresivamente hasta seleccionar uno que cumpliera con las siguientes especificaciones:

- Debía afectar a una persona.
- El alumnado debía ser capaz de identificarse con la persona que tiene el problema.
- Debía ser posible resolverlo a través de una solución técnica mediante LEGO®.
- No debía requerir conocimientos avanzados de ingeniería.
- La solución técnica tenía que poder desarrollarse dentro de las cuatro horas asignadas a cada intervención.

Teniendo en cuenta que las intervenciones se desarrollaron a lo largo de los cursos 2022-23 y 2023-24, se involucró a diferentes estudiantes de ingeniería para cada curso académico, lo que implicó realizar dos capacitaciones y seleccionar un problema distinto para cada curso académico. Sin embargo, los problemas debían cumplir rigurosamente con las limitaciones mencionadas anteriormente para que las intervenciones fueran comparables. Los problemas finalmente escogidos para cada curso académico fueron los siguientes:

- Curso 2022-23: Una persona no tiene movilidad suficiente para poder usar un tubo de dentífrico, necesitando un dispositivo que le facilite la labor.
- Curso 2023-24: Una persona no tiene movilidad suficiente para poder levantar y cerrar la tapa del inodoro, necesitando un dispositivo que le facilite la labor.

2.4. Desarrollo

Se realizaron cuatro intervenciones con estudiantes de cuarto de la ESO en dos centros de Educación Secundaria de áreas metropolitanas durante los cursos 2022-23 y 2023-24.

El diseño de las intervenciones en los centros fue el mismo en todas las ocasiones. Cada intervención se dividió en dos sesiones de dos horas cada una. En cada sesión, los estudiantes, divididos en equipos de máximo tres personas, intercambiaron ideas y desarrollaron soluciones para resolver el problema al que el alumnado fue expuesto al inicio de la primera sesión. Asimismo, la asignación de los equipos también se realizó en la primera sesión de forma aleatoria, manteniéndose los equipos en la segunda sesión. El trabajo a lo largo de ambas sesiones siguió una secuencia preestablecida a lo largo de seis fases (ver tabla 2) alineadas con el proceso de cinco pasos descrito en la sección anterior, siendo cada fase regulada por el facilitador o facilitadora.

Tabla 2. Detalle de las fases planificadas en las dos sesiones de trabajo en los centros

Planificación	
Sesión	Etapas en cada sesión
Primera	Bienvenida, presentación y cuestionario pre-intervención (20') Fase 1: Entender el problema (15') Fase 2: Tormenta de ideas (30') Fase 3: Búsqueda de recursos y Planificación (40') Recogida del material (5') Cierre de la sesión (5')
Segunda	Presentación segunda sesión (5') Fase 4: Desarrollo del proyecto (55') Fase 5: Marketing (15') Fase 6: Presentación del producto final a los compañeros (20') Cuestionario post-intervención (10') Recogida de material (5') Agradecimientos y despedida (5')

El proceso seguido para cada una de las fases es el siguiente:

- Fase 1 (Paso 1, clarificación): Los integrantes del equipo eran expuestos al problema. Para ello, el facilitador o facilitadora lo presentaba a través de la experiencia de un personaje ficticio con el que el alumnado pudiera empatizar. Durante esta fase, el alumnado debía entender las implicaciones del problema y la importancia de encontrar una solución que facilitara la vida diaria del personaje ficticio.
- Fase 2 (Paso 2, tormenta de ideas): El alumnado participante debía proponer soluciones a través de un proceso iterativo donde participaran todos los integrantes, con el objetivo de encontrar un planteamiento que permitiera llegar a una solución al reto propuesto. Para ello, eran guiados por su facilitador o facilitadora, quien debía asegurarse de que existiera al menos una idea por participante. El proceso debía implicar que todos los miembros del equipo sintieran como propia la idea escogida. Las principales herramientas creativas para esta fase fueron el lápiz y el papel, siendo necesaria cierta presión por parte del facilitador o facilitadora para que los integrantes del equipo pensarán por sí mismos.
- Fase 3 (Paso 3, planificación del trabajo): Durante esta fase se determinaban los recursos necesarios para que la solución propuesta fuese viable mediante el desarrollo del proyecto. Se les proporcionaba una caja con piezas de un juego educativo de construcción de la marca LEGO®, modelo Mindstorms Education EV3 (Fig. 1), con diversos elementos ya disponibles, entre ellos motores programables. Además, podían utilizar otras piezas que consideraran necesarias, como gomas, cordones, cartón, etc., que debían proporcionar los propios estudiantes para la construcción. La utilización de los elementos LEGO® se hizo para que el problema fuese fácilmente resoluble en el plazo considerado, que era en total de cuatro horas, de forma lúdica y divertida. Si se detectaba la necesidad de otros elementos que no estaban disponibles, el equipo podía disponer de esos recursos y traerlos a la siguiente sesión.
- Fase 4 (Paso 4, desarrollo del proyecto): A esta fase se dedicó la mayor proporción de tiempo de la intervención. Normalmente, aparecían dificultades técnicas, que eran resueltas con la ayuda del facilitador o facilitadora, quien también se aseguraba de que el equipo no se desviara de la solución planificada y que, si era necesario, volvieran a la etapa de planificación para solucionar algún problema que pudiera impedir la ejecución del proyecto.
- Fase 5 (Paso 5, comprobación y síntesis): Esta fase se realizaba al final del desarrollo, donde el equipo debía asegurarse de que el producto elaborado resolvía efectivamente el problema planteado inicialmente (Fig. 2). Además, debían ser capaces de comunicar las fortalezas y debilidades de su proyecto de manera convincente.
- Fase 6 (Paso 5, comprobación y síntesis, continuación): Finalmente, cada equipo exponía su proyecto al resto de los equipos de su clase, quienes a su vez evaluaban el proyecto y justificaban la puntuación otorgada. Durante la elaboración del ranking de las puntuaciones, todo el alumnado contestaba el cuestionario MUSIC® y, justo después de contestarlo, se hacía público el ranking con los mejores proyectos y se felicitaba a todos los equipos participantes. El objetivo de contestar el cuestionario antes de conocer la puntuación era que las respuestas obtenidas no estuvieran influenciadas por el nivel de éxito o fracaso percibido por el alumnado participante.



Fig. 1. Caja con los elementos de que disponían para el montaje y resultado del diseño realizado.

3. RESULTADOS

De todas las respuestas, fue necesario eliminar aquellas no válidas:

- Aquellas procedentes de estudiantes que no participaron en las dos sesiones.
- Aquellas en las que no se obtuvieron los datos demográficos mínimos para el estudio.
- Aquellas en las que no se contestaron todos los ítems del cuestionario.

En total se obtuvieron 71 respuestas, siendo 64 de ellas válidas para el estudio (ver Tabla 3). Los primeros tres grupos de alumnado preuniversitario cursaban la asignatura optativa de Tecnología y el cuarto grupo no había cursado esa asignatura.

El análisis de las respuestas se hizo agrupando las puntuaciones de los ítems vinculados a cada una de las dimensiones del instrumento utilizado, ya indicadas en la Tabla 1, de forma que la suma de los ítems de cada una de las dimensiones se ponderó para obtener un máximo de 10 puntos. En la Tabla 4 se muestran los resultados de las variables estadísticas básicas correspondientes a cada una de las dimensiones analizadas: media, mediana, varianza, desviación estándar y los cuartiles superior e inferior correspondientes. En la Tabla 5 esos mismos valores están agrupados por dimensiones según la Tabla 1.

Tabla 3. Relación del alumnado que participó en el estudio.

Identificación	Curso	Participantes
Grupo 1	curso 23/24	22
Grupo 2	curso 23/24	18
Grupo 3	curso24/25	16
Grupo 4 (No Tecnología)	curso24/25	8
Total		64

Tabla 4. Análisis preliminar de las características estadísticas de las respuestas de forma separada.

	\bar{x}	P50	s^2	s	P25	P75
Music2	7,667	8	4,041	2,010	6,000	9,750
Music8	7,621	8	3,070	1,752	7,000	9,000
Music12	8,424	9	2,556	1,599	8,000	10,000
Music17	8,258	8,5	2,963	1,721	8,000	10,000
Music26	9,000	9	1,631	1,277	9,000	10,000
Music3	7,682	8	3,666	1,915	6,000	9,000

Music5	8,015	8,5	3,492	1,869	7,000	10,000
Music19	7,788	8	4,754	2,180	6,000	10,000
Music21	8,136	9	2,858	1,691	7,000	10,000
Music23	8,136	9	3,904	1,976	7,000	10,000
Music7	8,545	9	3,144	1,773	8,000	10,000
Music10	8,424	9	2,710	1,646	8,000	10,000
Music14	8,076	8	3,486	1,867	7,250	10,000
Music18	7,955	8	3,244	1,801	7,000	9,000
Music1	8,121	8	3,031	1,741	7,000	10,000
Music6	8,500	9	3,731	1,932	7,250	10,000
Music9	8,561	9	2,927	1,711	8,000	10,000
Music11	8,121	8	3,308	1,819	7,000	10,000
Music13	8,848	9,5	2,592	1,610	8,000	10,000
Music15	8,409	9	3,938	1,984	8,000	10,000
Music4	8,909	10	3,899	1,975	9,000	10,000
Music16	9,136	10	2,735	1,654	9,000	10,000
Music20	9,121	10	1,831	1,353	9,000	10,000
Music22	9,470	10	2,099	1,449	10,000	10,000
Music24	9,545	10	1,821	1,349	10,000	10,000
Music25	9,197	10	2,007	1,417	9,000	10,000

Tabla 5. Análisis preliminar de las características estadísticas de las respuestas agrupadas por dimensiones.

Dimensión	\bar{x}	P50	s^2	s	P25	P75
Empoderamiento	8,184	8,400	1,986	1,409	7,600	9,400
Utilidad	7,950	8,400	2,376	1,541	7,000	9,200
Éxito	8,238	8,500	2,435	1,561	7,500	9,250
Interés	8,435	8,833	2,156	1,468	7,833	9,667
Cuidado	9,227	9,833	1,639	1,280	9,167	10,000

La verificación de la consistencia del instrumento se ha realizado a través del análisis del coeficiente Alfa de Cronbach, el da una medida de la fiabilidad o consistencia interna de los datos para cada una de las dimensiones o factores del instrumento utilizado. El resultado obtenido en la Tabla 6 indica un valor estimado superior de $\alpha = 0.8$ para cada una de las 5 dimensiones analizadas. El valor mínimo de α es además 0.776, con un límite de confianza del 95% lo que refuerza la fiabilidad de los resultados, que tienen una buena consistencia, pero sin redundancia, al no superar los el valor estimado el límite de 0.95.

Tabla 6. Análisis de consistencia del modelo MUSIC® por dimensiones.

Dimensión	α_{estimado}	s	95% CI	
			α_{inferior}	α_{superior}
Empoderamiento	0.885	0.032	0.823	0.947
Utilidad	0.850	0.037	0.776	0.923
Éxito	0.897	0.030	0.839	0.955
Interés	0.892	0.029	0.825	0.949
Cuidados	0.899	0.019	0.861	0.936

Asimismo, se ha realizado un estudio de la correlación entre los diferentes factores de aprendizaje y los grupos de estudio considerando, en primer lugar, los cuatro grupos simultáneamente (Figura 2) y posteriormente de uno en uno (Fig. 3).

En la Figura 2 se representan las correlaciones entre los factores del instrumento utilizado (Empoderamiento, Utilidad, Éxito, Interés y Cuidado), considerando de forma global los cuatro grupos estudiados y todos los factores de aprendizaje. Según la barra de colores que acompaña a la figura, el color azul más oscuro indica una máxima correlación. Esto se puede apreciar en los valores de la diagonal donde se compara cada factor consigo mismo, por lo que se alcanza un valor de correlación de 1.0. Se obtienen valores menores, indicado en colores más suaves, cuando se comparan distintos factores de aprendizaje. Se destaca la correlación entre los factores Éxito, Interés y Cuidados, con colores más intensos, que indican correlaciones por encima de 0.8.

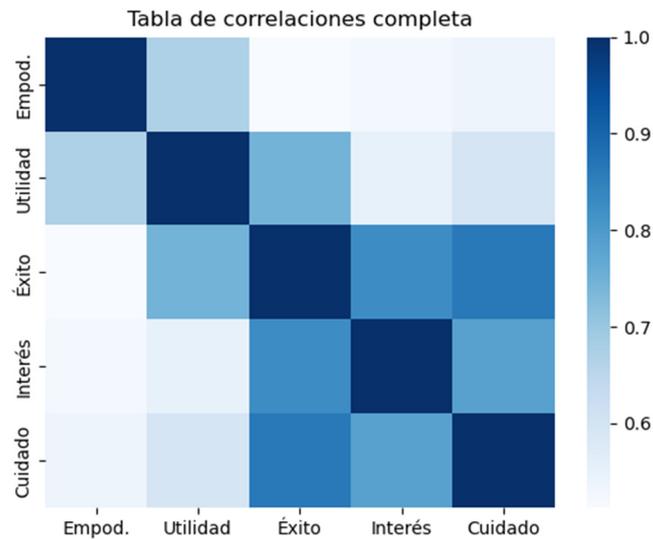


Fig. 2. Figura que muestra la correlación de todos los factores de aprendizaje considerando todos los grupos.

Del mismo modo, se hizo el análisis de correlación de los factores del instrumento para cada grupo por separado. En la Fig. 3 se muestran los gráficos de correlación de cada uno de los grupos que se muestran en la Tabla 3. Según se observa, en los grupos 1, 3 y 4, hay una correlación muy alta (por encima de 0,8) entre los ítems y cada uno de los factores Éxito, Interés y Cuidado. Mientras en el grupo 2 la correlación entre Interés y Cuidado tiene valores más bajos (aunque por encima de 0,6). En el grupo 4 la correlación entre los ítems y los factores de Éxito y Utilidad tienen una correlación superior a los otros. Dichas correlaciones confirman la fortaleza del instrumento MUSIC® que ha sido ampliamente validado con anterioridad.

En el estudio se usaron pruebas no paramétricas para el análisis de los resultados, específicamente mediante el empleo del test de Kruskal-Wallis para comparaciones entre más de dos grupos, y el test de Mann-Whitney para la realización de comparaciones entre dos grupos independientes.

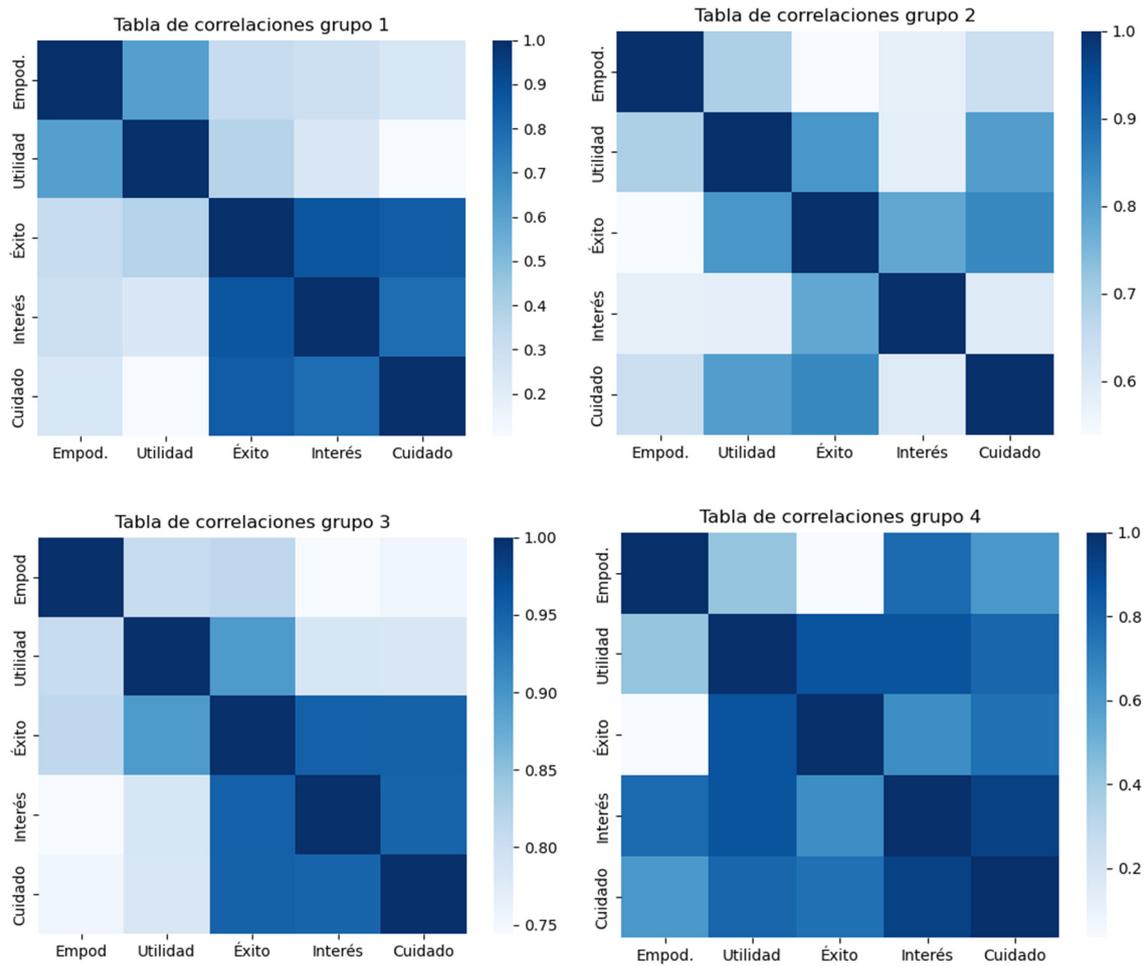


Fig. 3. Figura que muestra la correlación de todos los factores de aprendizaje considerando cada grupo de estudiantes de la Tabla 3. de forma individual.

Inicialmente, se buscaron diferencias significativas de las dimensiones del modelo MUSIC® entre los distintos grupos que sí cursaban la asignatura de tecnología (grupos 1, 2 y 3; ver Tabla 7) no encontrando diferencias significativas entre ellos en ninguna de las dimensiones (Fig. 4).

Tabla 7. Valores estadísticos del test de Kruskal-Wallis de los grupos con la asignatura optativa de Tecnología

Kruskal-Wallis	Valor H	p	Significativo
Empoderamiento	0,253	0,881	NO
Utilidad	1.003	0.606	NO
Éxito	1.503	0.472	NO
Interés	0.559	0.756	NO
Cuidado	3.035	0.219	NO

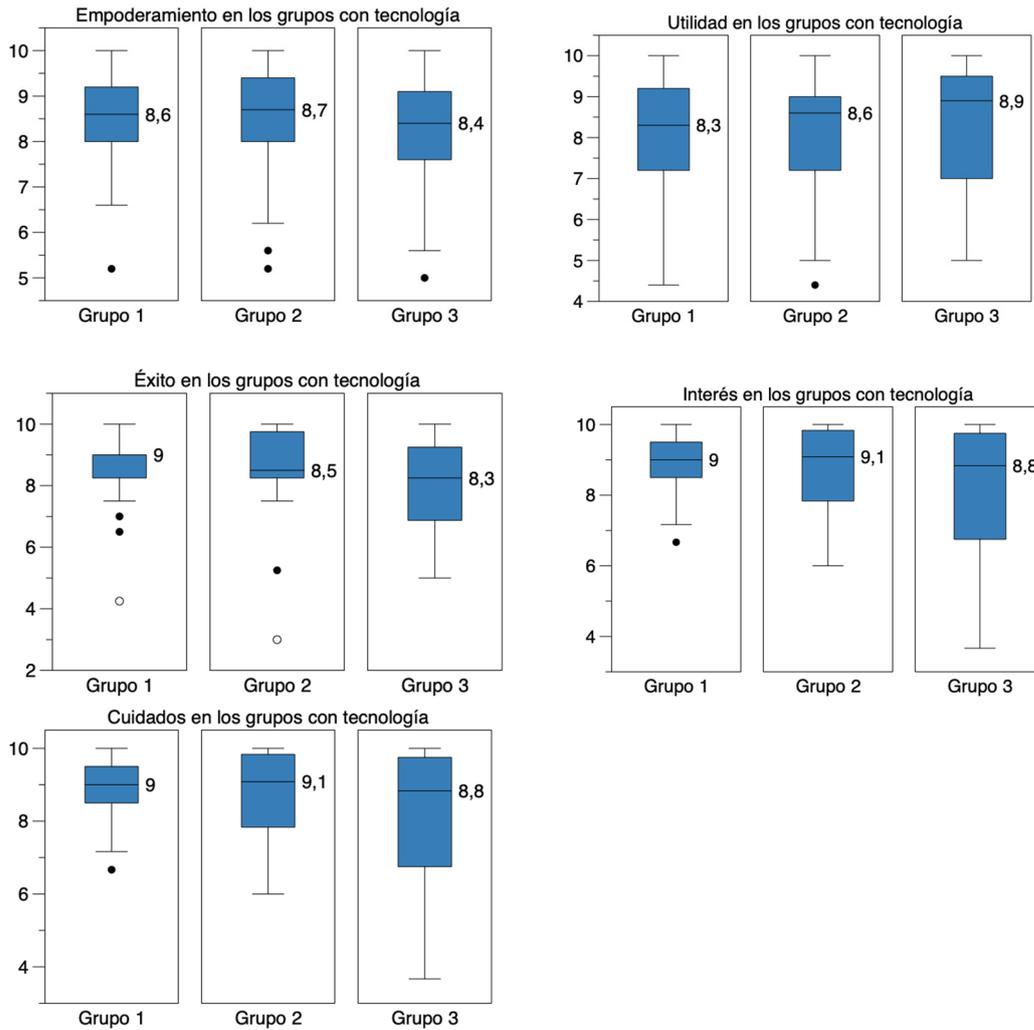


Fig. 4. Comparativa del análisis de todas las dimensiones del modelo MUSIC para los tres grupos con Tecnología.

A continuación, se compararon todas las dimensiones correspondientes a las dimensiones del modelo MUSIC® entre los grupos que sí cursaban (grupos 1, 2, y 3), y los que no cursaban (grupo 4), la asignatura de tecnología (Tabla 8). Los resultados muestran diferencias significativas en las dimensiones de Utilidad, Interés y Cuidados entre ambas agrupaciones de alumnos, de forma que el alumnado que no cursa la asignatura de Tecnología aparece con un nivel de motivación significativamente inferior al alumnado que sí cursa la asignatura de tecnología (Fig. 6).

Considerando que las diferencias anteriores podrían deberse al género, se hizo un análisis diferenciando en cada grupo el cursar o no la asignatura optativa, así como el género. Para minimizar el riesgo de cometer un error tipo I al realizar múltiples comparaciones, se reorganizaron los grupos de análisis incluyendo ahora el género como una categoría adicional. Los grupos considerados ahora son: estudiantes con Tecnología Hombres (TH, n=40), estudiantes con Tecnología Mujeres (TM, n=4), estudiantes sin Tecnología Hombres (no TH, n=16) y estudiantes sin Tecnología Mujeres (no TM, n=4). De esta forma, fue posible analizar las posibles diferencias realizando una única comparación a través del test de Kruskal-Wallis (Tabla 9).

Tabla 8. Valores estadísticos del test de Mann-Whitney considerando dos grupos: grupo con Tecnología y sin Tecnología.

Dimensiones	Valor Z	p	Significativo
Empoderamiento	1,313	0,189	NO
Utilidad	2,145	0,031	SÍ
Éxito	1,287	0,198	NO
Interés	2,107	0,035	SÍ
Cuidados	2,202	0.028	SÍ

Comparación entre alumnado que no cursa y sí cursa Tecnología

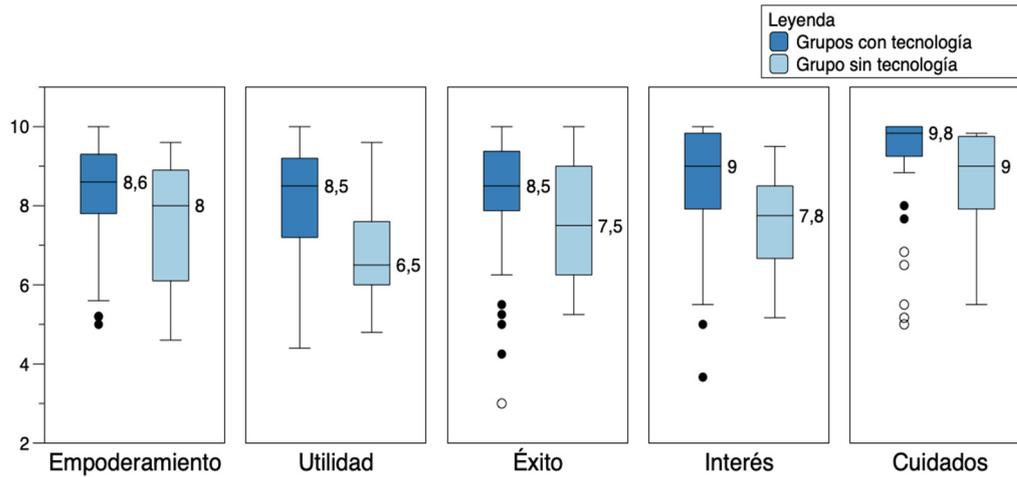


Fig. 5. Comparativa de todas las dimensiones del modelo MUSIC entre los grupos que sí cursan tecnología y el grupo que no cursa tecnología.

Tabla 9. Valores estadísticos del test de Kruskal-Wallis para análisis de grupos con y sin tecnología a su vez diferenciados por el género

Dimensiones	Valor H	p	Significativo
Empoderamiento	2,33	0,5073	NO
Utilidad	6,61	0,0854	NO
Éxito	8,54	0,0360	SÍ
Interés	6,90	0,0753	NO
Cuidado	6,83	0,0776	NO

Si bien se muestra una diferencia significativa únicamente en la percepción del Éxito, las dimensiones Utilidad, Interés y Cuidado muestran valores p próximos a 0.05. En un análisis más detallado, comparando gráficamente el comportamiento de las medianas y los cuartiles en los cuatro nuevos grupos, se observa que existe una tendencia marcada a niveles de motivación entre las mujeres que no cursan tecnología y el resto de los grupos, incluyendo el grupo de mujeres que sí cursan tecnología (Figura 6).

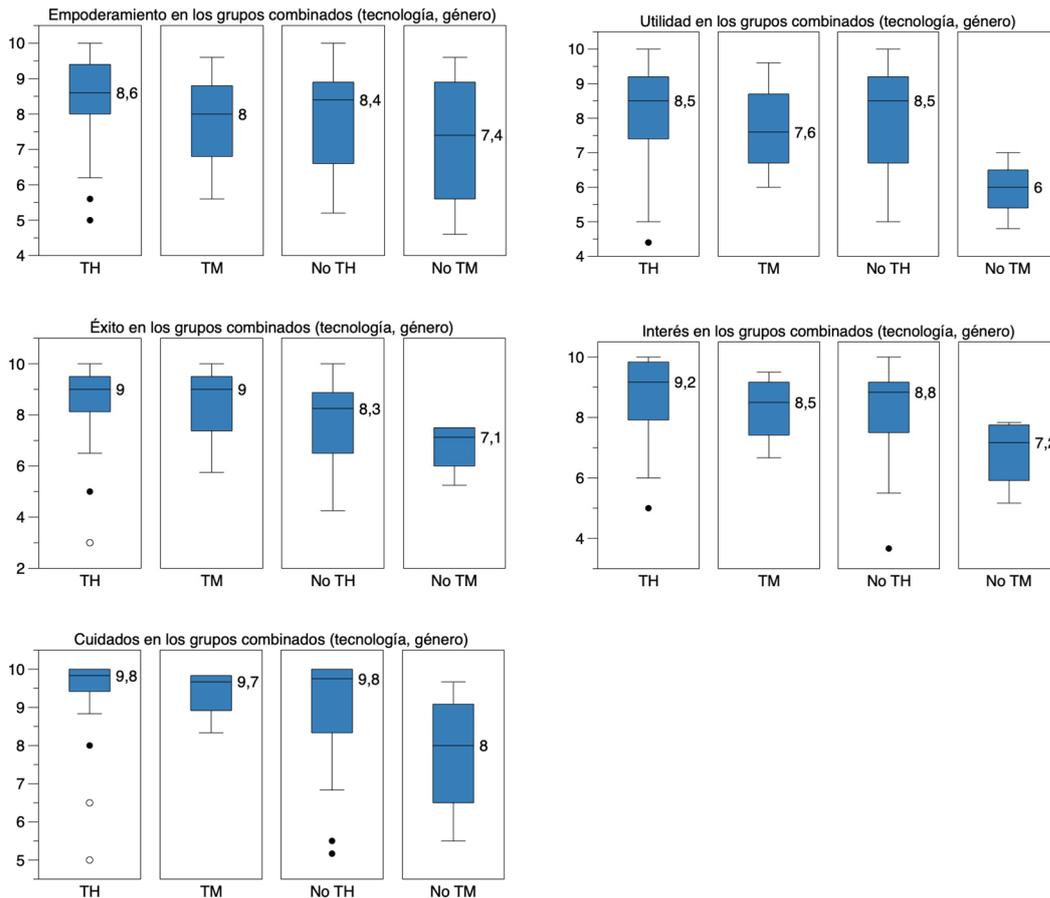


Fig. 6. Comparativa de todas las dimensiones del modelo MUSIC entre los grupos que sí cursan tecnología y el grupo que no cursa tecnología incluyendo el género.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En este estudio se analizó el comportamiento de la motivación académica percibida por el alumnado vinculado especialmente al ámbito de la tecnología y la ingeniería. Parte del alumnado cursaba ya una asignatura vinculada con la tecnología, la cual era optativa (grupos 1, 2 y 3), mientras que otra parte del alumnado había elegido otras asignaturas no vinculadas con la tecnología (grupo 4). Aparentemente, si no se tiene en cuenta el género, cuando se realizan actividades orientadas a incrementar el atractivo de las opciones STEM, la motivación académica mostrada por el alumnado depende del interés previo que puedan tener, en este caso, por la tecnología. No obstante, al incluir el género en el estudio, parece que éste es un segundo factor determinante que afecta al nivel de motivación académica vinculada a la ingeniería y la tecnología. Las mujeres tienen valores más bajos en todas las dimensiones, principalmente en la que denota la valoración de la utilidad, manifestando de forma general menos afinidad con las STEM. Sin embargo, su percepción mejora significativamente cuando se analiza la dimensión cuidados, es decir cuando perciben que hay un interés genuino del profesor por el aprendizaje del estudiante que favorece un ambiente cómodo y un aprendizaje activo. Si bien el estudio realizado está limitado en cuanto al número de estudiantes mujeres que participaron (4 estudiantes que cursaban Tecnología y 4 que no cursaban Tecnología), resulta muy llamativo que las mujeres que sí tienen un interés previo por la tecnología tienden a tener niveles de motivación académica superiores al resto de mujeres al comparar las medianas de las 5 dimensiones de modelo MUSIC (Fig. 6). Sin embargo, entre las mujeres y los hombres que tienen un interés previo por la tecnología, no existe ninguna diferencia significativa. Además, los hombres que no tienen un interés previo por la tecnología

tampoco mostraron una diferencia significativa frente a mujeres y hombres que sí tienen un interés previo por la tecnología, mostrando medianas muy similares en cada una de las dimensiones del modelo MUSIC®.

Teniendo en cuenta que, durante la realización de las actividades, la asignación de los alumnos a los equipos fue aleatoria, y que no había equipos enteramente de mujeres, la nueva hipótesis que se plantea es que el género, junto con las experiencias pasadas vinculadas al interés previo por la ingeniería, puedan afectar negativa o positivamente a la motivación académica vinculada a las profesiones STEM. Estas conclusiones, aunque están alineadas con los resultados obtenidos por los autores en experiencias previas [7], debido a las limitaciones del estudio, no pueden ser generalizadas fuera del ámbito en el que se realizaron las intervenciones, requiriendo un estudio en mayor profundidad para analizar cómo el género y el interés previo por la tecnología pueden afectar negativa o positivamente a la percepción que el alumnado tiene de las profesiones STEM.

No obstante, y con las limitaciones antes descritas, se puede deducir de este trabajo, por un lado, que si los estudiantes ya tienen una motivación positiva previa, la influencia de una actuación encaminada a potenciar su interés es similar en hombres y mujeres y, por otro, que cuando no se ha dado previamente esa motivación positiva en las mujeres hay un cambio importante en su interés por la tecnología cuando el entorno es intencionalmente proactivo y el docente se muestra interesado en su aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS

El actual trabajo se ha realizado gracias a la financiación de La Fundación Bancaria Canaria Caja General de Ahorros de Canarias – Fundación CajaCanarias, a través de la Convocatoria de Proyectos de Investigación 2020, a través del proyecto Empatía y responsabilidad social para el fomento de las vocaciones STEM (STEMPATHY), con referencia CAJACANARIAS.20.

Los autores quieren además agradecer al Parque Científico Tecnológico de Tenerife (PCTT) la colaboración en el préstamo del material necesario para las intervenciones realizadas en los centros preuniversitarios. Por último, queremos agradecer la participación de los estudiantes y la implicación de sus centros educativos.

REFERENCIAS

- [1] Jones, B.D. “Motivating students to engage in learning: The MUSIC Model of Academic Motivation”. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, **21**(2), 272-285. (2009)
- [2] Hamm, J., Perry, R., Chipperfield, J., Hladkyj, S., Parker, P., & Weiner, B. “Reframing Achievement Setbacks: A Motivation Intervention to Improve 8-Year Graduation Rates for Students in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Fields”. *Psychological Science*, **31**, 623 - 633. (2020) <https://doi.org/10.1177/0956797620904451>
- [3] Connors-Kellgren, A., Parker, C., Blustein, D., Barnett, M. “Innovations and Challenges in Project-Based STEM Education: Lessons from ITEST”. *Journal of Science Education and Technology*, **25**, 825-832 (2016). <https://doi.org/10.1007/S10956-016-9658-9>.
- [4] Dailey, D., Cotabish, A., Jackson, N. “Increasing Early Opportunities in Engineering for Advanced Learners in Elementary Classrooms: A Review of Recent Literature”. *Journal for the Education of the Gifted*, **41**, 105 - 93. (2018). <https://doi.org/10.1177/0162353217745157>.
- [5] LaForce, M., Noble, E., Blackwell, C. “Problem-Based Learning (PBL) and Student Interest in STEM Careers: The Roles of Motivation and Ability Beliefs”. *Education Sciences*, **7**, 92 (2017). <https://doi.org/10.3390/EDUCSCI7040092>.
- [6] <https://www.themusicmodel.com/> (17 de enero de 2025)
- [7] Mora, C.E., Jones, B.D., Añorbe-Díaz, B., González-Marrero, A., Martín-Gutiérrez, J. “Motivational factors to consider when introducing problem-based learning in engineering education courses”. *International Journal of Engineering Education*, **33**(3), 1000-1017 (2017)