

Aspectos motivacionales que afectan al Interés de los estudiantes en STEM

Isabel T. Martín-Mateos¹, Carlos E. Mora ², Ana M. Martín ³,
Juan A. Rodríguez-Hernández ⁴, Marta Delgado-Oliva ⁵

¹Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de La Laguna, Email: itmartin@ull.edu.es

²Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de La Laguna, Email: carmora@ull.edu.es

³Departamento de Psicología Cognitiva, Social y Organizacional, Universidad de La Laguna, Email: ammartin@ull.es

⁴Departamento de Hist. y Filosofía de la Ciencia, la Educación y el Lenguaje, Universidad de La Laguna, Email: jrodriz@ull.es

⁵Departamento de Hist. Y Filosofía de la Ciencia, la Educación y el Lenguaje, Universidad de La Laguna, Email: alu0101337470@ull.edu.es

Resumen

Este artículo investiga 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.

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

Abstract

This article investigates the behavior 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.

Keywords: Academic motivation; STEM; active learning; engineering education; engineering perception.

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 actúan como facilitadores del aprendizaje durante intervenciones que están especialmente diseñadas para el fomento de las vocaciones STEM.

La investigación se centra en estudiantes del cuarto curso de ESO de diversos centros educativos de la isla de Tenerife (Canarias, España). Los facilitadores son estudiantes 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 intervenciones

2.1. 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.

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

Los cuestionarios para la valoración de las cinco dimensiones del modelo MUSIC® se aplicaron al finalizar las intervenciones. Todos 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 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.

2.2. Títulos

En este proyecto, los facilitadores eran estudiantes universitarios de ingeniería y otras áreas STEM. 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, fueron capacitados para trabajar con el alumnado preuniversitario dentro de las intervenciones del proyecto STEMPATHY. 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.

Para aumentar la vinculación de los facilitadores con el proyecto STEMPATHY, el problema al que se enfrentaría el alumnado de 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 limitaciones:

- 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.

2.3. Desarrollo de las intervenciones

Se realizaron cuatro intervenciones con estudiantes de cuarto de la ESO en dos centros de secundaria de áreas metropolitanas durante los cursos 2023/24 y 2024/25.

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 Recogida de material Agradecimientos y despedida (20')

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 pensaran 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, 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. 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.

3. Resultados

De todas las respuestas, fue necesario eliminar aquellas no válidas, siguiendo los siguientes criterios:

- Se corresponden con estudiantes que no participaron en las dos sesiones.
- No se obtuvieron los datos demográficos mínimos para el estudio.
- No 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.

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

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.

El mantenimiento de la consistencia del instrumento se verificó a través de la comprobación de la correlación entre los ítems, según se muestra en las siguientes figuras. En la figura 1 se representan las correlaciones entre los factores del instrumento utilizado, considerando a la vez los cuatro grupos estudiados. Se destaca la correlación entre los factores Éxito, Interés y Cuidados.

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

Dimen.	\bar{x}	P50	s^2	s	P25	P75
eMpod.	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
Cuidados	9,227	9,833	1,639	1,280	9,167	10,000

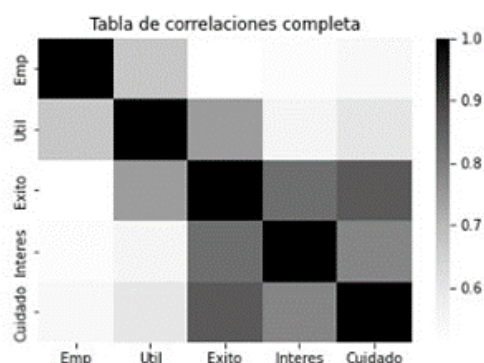


Figura 1. Figura que muestra la correlación de todos los factores de aprendizaje considerando todos los grupos.

Del mismo modo, se hizo el análisis de correlación de los factores del instrumento para cada grupo por separado. En la figura 2 se muestran los gráficos de correlación de cada uno de los grupos. Según se observa, en los grupos 1, 3 y 4 correlación muy alta (por encima de $r=0,8$) entre los ítems y cada uno de los factores Éxito, Interés y Cuidado, si bien en el grupo 2 la correlación entre Interés y Cuidado tiene valores más bajos (aunque por encima de $r=0,6$). 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.

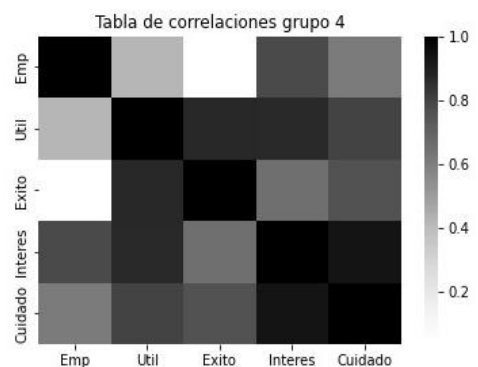
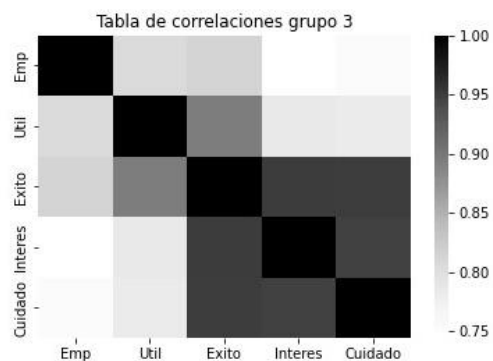
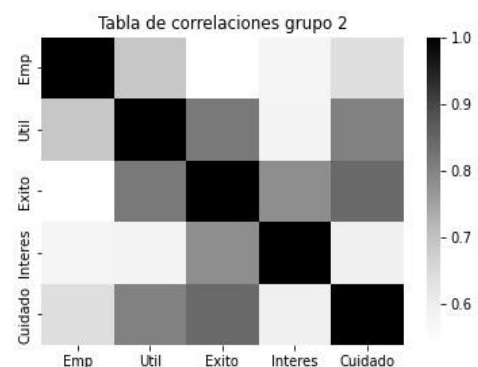
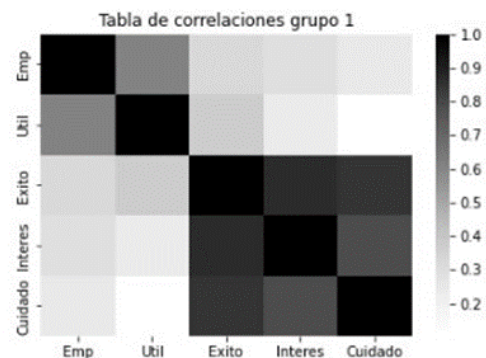


Figura 2. Figura que muestra la correlación de todos los factores de aprendizaje considerando cada grupo de forma individual

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 5) no encontrando diferencias significativas entre ellos en ninguno de las dimensiones (ver fig. 5).

Tabla 5. Valores estadísticos del test de Kruskal-Wallis de los grupos con la asignatura optativa de Tecnología.

Kruskal-Wallis	H	p	Significativo
eMpod.	0,253	0,881	NO
Utilidad	1.003	0.606	NO
Éxito	1.503	0.472	NO
Interés	0.559	0.756	NO
Cuidados	3.035	0.219	NO

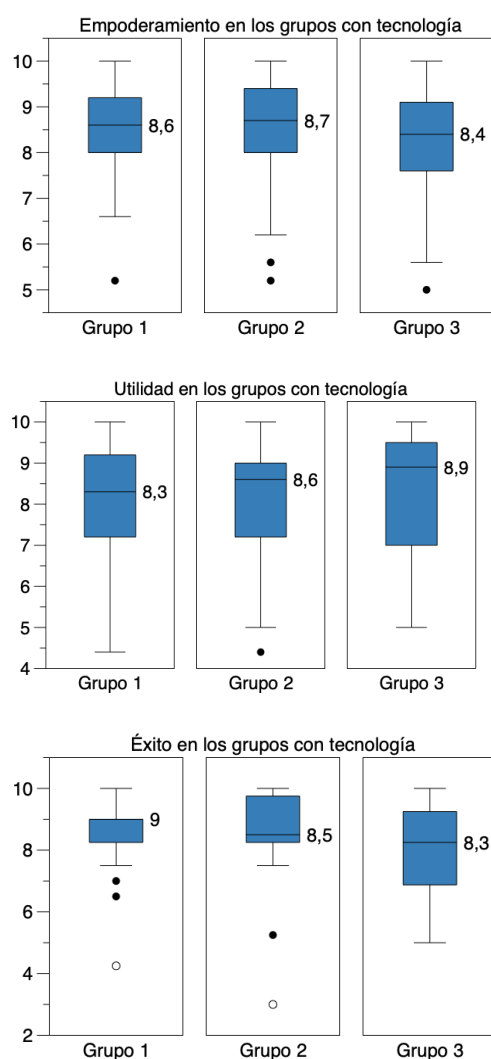


Figura 5: Comparativa del análisis de todas las dimensiones del modelo MUSIC para los tres grupos con Tecnología.

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 la cursaban (grupo 4) la asignatura de tecnología (ver tabla 7). 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 (ver fig. 6).

Tabla 7. 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

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 (ver tabla 8).

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,

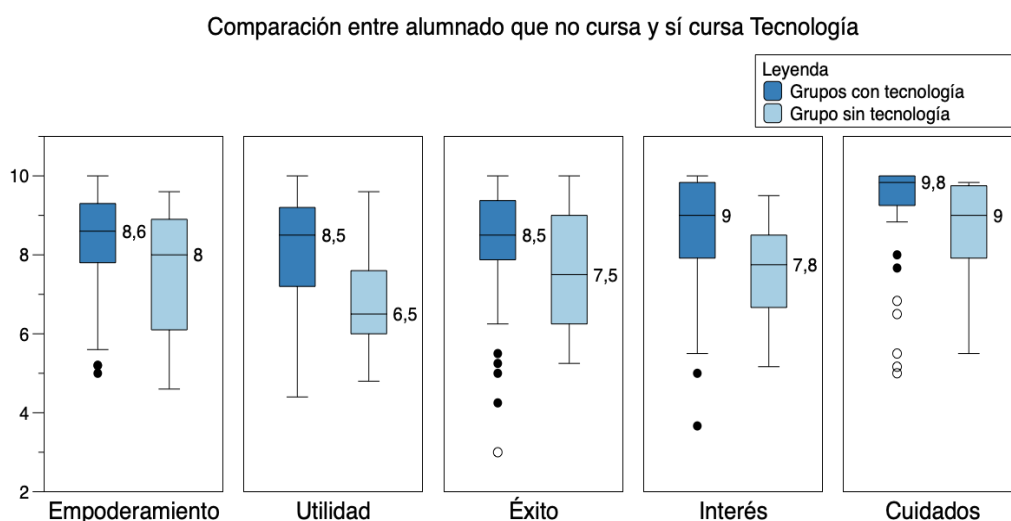


Figura 6: Comparativa de todas las dimensiones del modelo MUSIC entre los grupos que sí cursan tecnología y el grupo que no cursa tecnología.

Tabla 8: Valores estadísticos del test de Kruskal-Wallis para análisis de grupos con y sin tecnología a su vez diferenciados por el género

Dimensiones	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 (ver fig. 7).

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. 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, y además, 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.

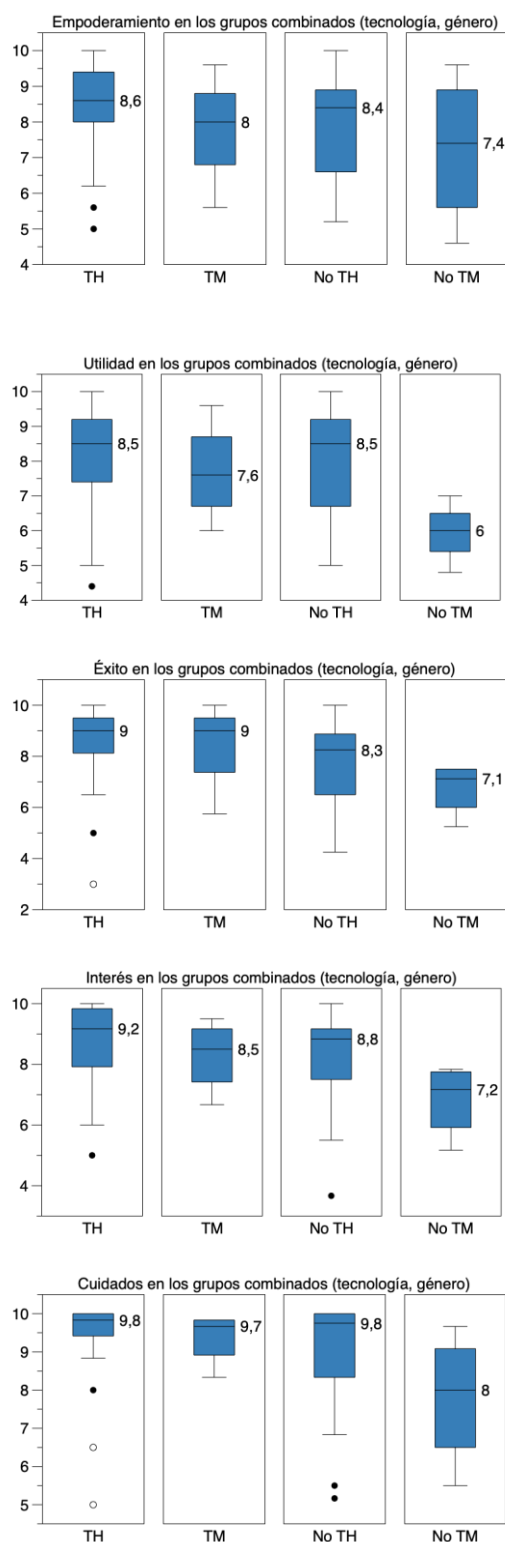


Figura 7: Comparativa de todas las dimensiones del modelo MUSIC entre los grupos que sí cursan tecnología y el grupo que no cursa tecnología incluyendo el género.

Teniendo en cuenta que, durante la realización de las actividades, la asignación de los alumnos a los equipos

fue aleatoria, y que no habían equipos enteramente de mujeres, la hipótesis de que el género, junto con las experiencias pasadas que hayan podido influir en el interés previo por la ingeniería, puede afectar negativa o positivamente a la motivación académica vinculada a las profesiones STEM. No obstante, estas conclusiones, aunque están alineadas con los resultados obtenidos por los autores en experiencias previas [7], las limitaciones del estudio implican estos resultados no pueden ser generalizados 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.

5. 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.

6. Referencias

- [1] Jones, B. D. (2009). 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.
- [2] Hamm, J., Perry, R., Chipperfield, J., Hladkyj, S., Parker, P., & Weiner, B. (2020). 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. <https://doi.org/10.1177/0956797620904451>.
- [3] Connors-Kellgren, A., Parker, C., Blustein, D., & Barnett, M. (2016). Innovations and Challenges in Project-Based STEM Education: Lessons from ITEST. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 825-832. <https://doi.org/10.1007/S10956-016-9658-9>.
- [4] Dailey, D., Cotabish, A., & Jackson, N. (2018). 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.
<https://doi.org/10.1177/0162353217745157>.

[5] LaForce, M., Noble, E., & Blackwell, C. (2017). Problem-Based Learning (PBL) and Student Interest in STEM Careers: The Roles of Motivation and Ability Beliefs. *Education Sciences*, 7, 92.
<https://doi.org/10.3390/EDUCSCI7040092>.

[6] <https://www.themusicmodel.com/> (25 de junio de 2024)

[7] Mora, C.E., Jones, B.D., Añorbe-Díaz, B., González-Marrero, A. y Martín-Gutiérrez, J. (2017). Motivational factors to consider when introducing problem-based learning in engineering education courses. *International Journal of Engineering Education*, 33(3), 1000-1017.