

EDUCACIÓN, CREATIVIDAD E INTELIGENCIA ARTIFICIAL: NUEVOS HORIZONTES PARA EL APRENDIZAJE. ACTAS DEL VIII CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAJE, INNOVACIÓN Y COOPERACIÓN, CINAIC 2025

María Luisa Sein-Echaluce Lacleta, Ángel Fidalgo Blanco y Francisco José García Peñalvo (coords.)

1º Edición. Zaragoza, 2025

Edita: Servicio de Publicaciones. Universidad de Zaragoza.



Servicio de
Publicaciones
Universidad Zaragoza

EBOOK ISBN 978-84-10169-60-9

DOI 10.26754/uz.978-84-10169-60-9



Esta obra se encuentra bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento – NoComercial (ccBY-NC). Ver descripción de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Referencia a esta obra:

Sein-Echaluce Lacleta, M.L., Fidalgo Blanco, A. & García-Peñalvo, F.J. (coords.) (2025). *Educación, Creatividad e Inteligencia Artificial: nuevos horizontes para el Aprendizaje. Actas del VIII Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Cooperación. CINAIC 2025 (11-13 de Junio de 2025, Madrid, España)*. Zaragoza. Servicio de Publicaciones Universidad de Zaragoza. DOI 10.26754/uz.978-84-10169-60-9

"Desequilibrio STEAM" barreras y retos para una transversalidad real en Secundaria y Bachillerato

"STEAM Imbalance" Barriers and Challenges to Achieving True Transversality in Secondary and Upper Secondary Education

Alejandro Iglesias Dávila¹, Javier Herrero Martín¹, David Fonseca Escudero², Inmaculada Pallejà Massip²
alejandros.iglesias@lasallescampus.es, j.herrero@lasallescampus.es, david.fonseca@salle.url.edu, imma.palleja@salle.url.edu

¹Grupo de investigación INAEX
Centro Superior Estudios Universitarios La Salle
Madrid, Spain

²Human environment research group. HER line.
La Salle Universitat Ramon Llull
Barcelona, Spain

Resumen- Este trabajo de investigación enmarcado en la metodología STEAM, tiene como finalidad establecer los niveles de correlación en el rendimiento académico de las disciplinas que conforman la metodología. Los antecedentes de este trabajo analizan el estado del arte de esta metodología y han detectado necesidades docentes derivadas de la transversalidad. Para conseguir el objetivo del estudio se transfieren las disciplinas a asignaturas de la etapa de Educación Secundaria Obligatoria, desde esa transferencia se realizan análisis estadísticos utilizando las notas medias de estas asignaturas desde los que se establece la correlación entre las disciplinas de la metodología STEAM. Los resultados del estudio sugieren descompensaciones entre las disciplinas que componen la metodología en dos bloques.

Palabras clave: STEAM, transversalidad, correlación disciplinar

Abstract- This research work, framed within the STEAM methodology, aims to establish the levels of correlation in the academic performance of the disciplines that make up the methodology. The background of this study analyzes the state of the art of this methodology and has identified teaching needs arising from its transversality. To achieve the study's objective, the disciplines are transferred into subjects of the Secondary School, and statistical analyses are conducted using the average grades of these subjects to determine the correlation between the disciplines within the STEAM methodology. The study results suggest imbalances between the disciplines, grouping them into two blocks.

Keywords: STEAM, transversality, disciplinary correlation.

1. INTRODUCCIÓN

El propósito de la educación ha cambiado con el tiempo. Las tendencias educativas actuales se proyectan desde una perspectiva humanista en la que el desarrollo completo y equilibrado del alumnado es el protagonista y queda plasmado en los procesos de enseñanza-aprendizaje (Mena Zamora, 2018). Para ello se han diseñado y emplean metodologías educativas que persiguen este fin.

Según el estudio realizado por Forsythe (2024) el foco de la transformación educativa sobre la metodología STEM se ha perdido y por tanto es necesario reorientar el propósito de los procesos de enseñanza-aprendizaje. STEM es un enfoque

pedagógico basado en la integración de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas para promover un aprendizaje holístico y aplicado. Forsythe estima que la base de la metodología en la conceptualización humanista de la educación es correcta. Considera que en el proceso de implementación metodológica han intervenido agentes que han desvirtuado los procesos de enseñanza-aprendizaje. Además, la percepción docente sobre el alumnado que llega a las aulas es de individuos menos capacitados que deben someterse a los procesos de enseñanza-aprendizaje independientemente de las barreras con las que pueden encontrarse. Estas barreras perpetúan y agravan la situación de los estudiantes en peligro de exclusión (Asai, 2020) y conceptualmente, esto es contradictorio a la corriente de pensamiento humanista.

Otra dificultad añadida es el marco legislativo en el que se desarrollan los procesos de enseñanza-aprendizaje. La legislación condiciona propuestas de integración metodológica y aunque es posible realizar adaptaciones a la legislación, aspectos rígidos de la misma condicionan los procesos de enseñanza-aprendizaje (Le & Nguyen, 2021).

En el contexto educativo español, la ley designa las bases estructurales en cuanto a contenido de los diferentes cursos académicos. La ley que regula la educación en la que se enmarca esta investigación es la Ley Orgánica de Modificación de la Ley Orgánica de Educación (LOMLOE, s. f.), 2020. En ella se desarrolla la estructura básica de la educación, su carácter obligatorio, la composición en cuanto a asignaturas se refiere, contenidos y competencias básicas que desarrollar. Existen ciertos márgenes de actuación e interpretación para cada comunidad autónoma relativas a su grado de autonomía para gestionar partes específicas del currículo que marca el gobierno central.

Este estudio se desarrolla en la etapa de Educación Secundaria Obligatoria de la Comunidad Autónoma de Madrid. En esta comunidad autónoma, el currículo determina las asignaturas obligatorias a todos los alumnos en los distintos cursos y la estructura de las asignaturas optativas

junto con sus posibilidades. A partir de estas directrices, se ha determinado una matriz ilustrada en la Tabla 1 que interseca las disciplinas STEAM con las asignaturas del ciclo de Educación Secundaria Obligatoria.

Tabla 1. Currículo y STEAM

Disciplina STEAM	1ºCurso	2º curso	3º curso	4ºcurso
(S) Ciencia	Biología y Geología	Física y Química	Física y Química	Física y Química
(T) Tecnología	Tecnología	Tecnología y digitalización	Tecnología y digitalización	Tecnología
(E) Ingeniería	Matemáticas	Matemáticas	Matemáticas	Matemáticas A y B
(A) Arte	Música	Educación plástica, visual y audiovisual	Educación plástica, visual y audiovisual	Expresión artística
(M) Matemáticas	Matemáticas	Matemáticas	Matemáticas	Matemáticas A y B

En la metodología STEAM se combina las disciplinas de forma transversal y colaborativa con la finalidad de generar conocimiento y aportar en la construcción del alumnado como ser, como individuo, y es por ello que en 2006 se introduce el arte a estas disciplinas técnicas (Skowronek et al., 2022). El conocimiento se genera durante la realización de los proyectos, en los procesos y a través de la convergencia de disciplinas, de aquí el carácter transversal de la metodología que es donde se encuentra la verdadera riqueza de este método (Zhang & Jia, 2024). En la intersección entre las disciplinas que convergen en los proyectos se generan oportunidades de aprendizaje en las que el alumno adquiere y desarrolla las competencias transversales (Chen & Ding, 2024). Lo que lleva a la siguiente cuestión: ¿Desde qué disciplinas deben plantearse las propuestas de construcción del conocimiento STEAM?

2. CONTEXTO Y DESCRIPCIÓN

Este estudio responde a una investigación previa en la que pretende descifrar los significados del arte en la metodología STEAM. Se ha realizado una revisión sobre el estado del arte de esta metodología y se ha determinado que, si bien la metodología responde a las necesidades contemporáneas, los docentes no se encuentran formados en las diferentes disciplinas que componen esta metodología, son docentes especialistas de una de las disciplinas que compone la metodología y proyectan el conocimiento desde su disciplina. En esta metodología se presupone un clima de trabajo colaborativo interdisciplinar pero un análisis de la realidad arroja que los docentes de cada disciplina trabajan de forma autónoma. (Iglesias et al., 2025).

La pregunta de investigación es si existen diferencias de criterio y representación en la conceptualización de las áreas

de contenidos STEAM en la atribución del profesorado (docente y evaluadora).

A. Procedimiento

Identificadas las asignaturas que corresponden con las disciplinas STEAM, mostradas en la Tabla 1, se procede al análisis de las calificaciones medias de 11 centros escolares que corresponden al curso 2024 de los concertados-privados de la Comunidad Autónoma de Madrid agrupadas por disciplinas de la metodología (determinadas en las categorías STEAM) en el ciclo de Educación Secundaria Obligatoria. En total se han identificado 4 asignaturas que responden a las disciplinas de la metodología STEAM mostradas en la Tabla 1 por curso. Matemáticas e Ingeniería se identifican con la asignatura de Matemática y Matemática A y B puesto que la base del conocimiento de ingeniería se basa en la matemática.

Para la selección muestral se siguió un criterio no probabilístico, configurando un conjunto de 11 centros pertenecientes a la agrupación regional de Madrid, Carstilla La Mancha, Extremadura y Canarias. La estructura de la matriz de datos define las siguientes variables: *id_colegio* (corresponde al número de identificación del centro que garantiza la anonimización de los datos), *centro* (nombre del centro), *id_curso* (número de identificación del curso común a los centros), *id_asignatura* (código de identificación de las asignaturas, mismo número de asignatura para cada centro), *nombre* (corresponde al nombre de la asignatura para cada centro) y *AVG(n.nota)* que corresponde con el cálculo de la nota media de la asignatura con un máximo de 6 decimales. El tratamiento de los datos se ha realizado según el siguiente proceso:

1. Extracción de datos de la plataforma digital Moodle: en total 1084 notas media.
2. Filtrado por código de asignatura, un total de 163 notas medias válidas: 48 notas medias de matemáticas, 43 notas medias de ciencia, 39 notas medias de tecnología y 33 notas medias de arte.
3. Extracción de los datos válidos para el análisis para su posterior procesado en la herramienta de análisis estadístico SPSS.
4. Se aplican las pruebas de análisis univariado de varianza.
5. Se aplica la prueba post-hoc, HSD de Tukey para determinar las diferencias entre la variable categórica.
6. Análisis de las medias marginales de Nota_Media

A continuación, se presenta la sección de resultados con la aplicación de las pruebas anteriormente citadas y sus correspondientes datos. Las tablas y figuras que se muestran son extracciones directas de la herramienta estadística.

3. RESULTADOS

El objetivo principal del análisis practicado consistió en determinar el patrón de posible agrupamiento de las calificaciones obtenidas (resultados finales del curso

académico para el conjunto poblacional) por el alumnado participante en el estudio.

Para la determinación de la homogeneidad de los grupos se practicó un análisis univariado de varianza (ANOVA, SPSS, IBM Corp. V30). La tabla 2 muestra los resultados de la comparación entre sujetos tomando la nota media como variable dependiente.

Tabla 2. Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Nota_Media					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	39,721 ^a	3	13,240	18,189	<,001
Intersección id_STEAM	6350,952	1	6350,952	8724,882	<,001
Error	115,738	159	,728		
Total corregido	6501,143	163			
Total	155,459	162			

a. R al cuadrado = ,256 (R al cuadrado ajustada = ,241)

Como puede observarse, la relación entre los niveles de la variable categórica (categorías STEAM) devolvió un contraste diferencial significativo ($p < 0,05$), mostrando la relevancia de las distancias evaluativas en relación con los resultados académicos en las asignaturas. A partir de ello, se tomaron medidas post-hoc para determinar la existencia de grupos homogéneos que aglutinasen estos espacios de significación, lo que representaría la posibilidad de que existan argumentos diferentes en la consideración evaluativa de los resultados de aprendizaje en relación al área o disciplina de conocimiento en la Tabla 3.

Tabla 3. Nota_Media

	id STEAM	N	Subconjunto	
			1	2
Tukey ^{a,b,c}	Matemáticas	48	5,61564967627	
	Biología y Geología	43	6,06169774619	
	Tecnología y Digitalización	39		6,73373041123
	Arte	33		6,79420009006
	Sig.			,094

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas. El término de error es la media cuadrática (Error) = ,728.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 39,987.

b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

c. Alfa=0,05

La prueba de Tukey (asunción de varianzas iguales) demostró la existencia de dos grupos homogéneos. El primero, conformado por la agrupación evaluativa de las asignaturas del subconjunto de Matemáticas y del de Biología y Geología, y un segundo agrupamiento configurado por los subconjuntos

de Tecnología y Digitalización y Arte. Por tanto, los resultados del estudio preliminar demostraron la existencia de diferencias de calado entre la evaluación de disciplinas vinculadas a ciencia y matemática frente a tecnología y arte.

Esta representación parece dar cuenta de la existencia de un claro desequilibrio en la consideración evaluativa de los elementos que constituyen la estructura STEAM.

Finalmente, para determinar la tendencia manifestada en el modelo evaluativo hallado en el conjunto de la muestra de estudio, se analizaron los promedios (medias marginales estimadas) para subcategoría. El resultado gráfico se presenta en la Figura 1.

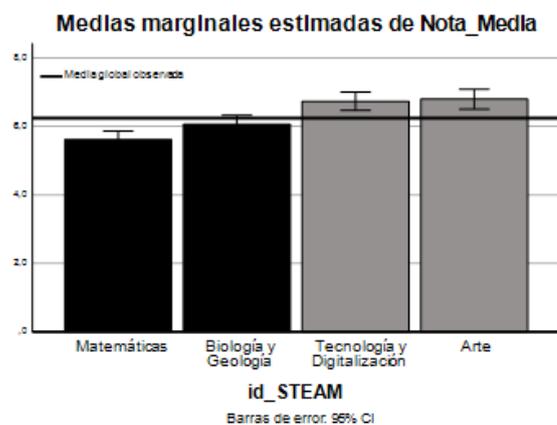


Figura 1. Medias marginales de Nota_Media

El gráfico expresa un incremento notable entre el promedio de calificación observado en las asignaturas del grupo del área matemática y las del grupo del área artística, a favor de esta última. Puede observarse, además, la progresión aparente entre áreas y, en particular, la distancia evaluativa entre ambos subgrupos estudiados.

En conclusión, los resultados muestran un desequilibrio manifiesto en el carácter evaluativo de los dos subgrupos de disciplinas hallados, que constituyen la base de la caracterización STEAM. Este hecho diferencial parece solaparse, en línea con lo establecido en la presentación de este trabajo, con el aparente desequilibrio estructural en la proyección curricular de la dinámica STEAM, no solo en cuanto a la distribución de la carga y la presencia de contenidos en el transcurso del desarrollo académico como por la consideración evaluativa diferente que parecen mostrar los resultados hallados en la Figura 1.

Este resultado tiene, además, un impacto particular sobre el análisis de lo que ocurre en la escuela secundaria, respecto a la forma de articular un proceso evaluativo. Queda, en este sentido, profundizar sobre la organización docente del profesorado, probablemente concurrente con los subgrupos de significatividad estadística. Así, si el profesor o profesora de arte coincide con otra disciplina en su modelo de impartición, habría que analizar si es con tecnología o lo mismo podría

sucedir en las interacciones docentes entre matemáticas y ciencias. Ello hablaría de un factor intra-sujetos que marcan una cierta y, al menos, relativa influencia cultural debida a la percepción de la exigencia, o de carácter metodológico y evaluativo.

4. CONCLUSIONES

La organización curricular de la etapa secundaria muestra, en el sistema actual, descompensaciones en la consideración del conocimiento como un conjunto integrado de carácter holístico y adaptativo. Un hecho diferencial se manifiesta en el carácter evaluativo de las distintas disciplinas que caracterizan conceptualmente el término STEAM, pues al desequilibrio aparente en las cargas curriculares parece sumarse el hallado en la distancia significativa respecto a los grupos de calificación de las áreas de matemáticas y ciencias frente a tecnología y arte.

Algunos autores han señalado el papel singular del arte como integrador interdisciplinar de áreas críticas del conocimiento matemático, científico y tecnológico y cómo ello favorece, de manera combinada, el desarrollo del pensamiento crítico (Belbase et al., 2022), refiriendo, en línea con nuestros resultados, la necesidad de identificar entornos equilibrados de integración curricular, de manera que la propuesta de desarrollo individual del estudiantado pueda conectar con el consiguiente y necesario factor prospectivo de liderazgo intelectual, social y emocional. Es en esta línea de mejora del impacto donde se requiere una revisión de la aproximación curricular actual que garantice la creatividad y la innovación como un eje real sobre el que puedan pivotar las actividades transversales en la escuela secundaria.

El estudio se encuentra limitado por el acceso a los datos de nota media, por lo que sus resultados son aplicables únicamente a los centros que implementan la metodología NCA en la etapa de ESO. Aunque el tamaño de la muestra es amplio, la escalabilidad del estudio se vería reforzada con futuras investigaciones que incluyan una mayor diversidad de centros y metodologías, así como un acceso más amplio a indicadores académicos.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación está aprobada por el Distrito ARLEP de La Salle y financiada por el proyecto NCA-i 2024-25 con código NCAi-05 y NCAi-07.

REFERENCIAS

- Asai, D. J. (2020). Race Matters. *Cell*, 181(4), 754-757. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.03.044>
- Belbase, S., Mainali, B., Bhash Raj, Kasemsukpipat, Wandee, Tairab, Hassan, Gochoo, Munkhjargal, & Jarrah, A. (2022). At the dawn of science, technology, engineering, arts, and mathematics (STEAM) education: Prospects, priorities, processes, and problems. *International Journal of Mathematical Education in Science and*

Technology, 53(11), 2919-2955. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1922943>

- Chen, S., & Ding, Y. (2024). Advancing STEAM education: A comprehensive assessment of competence. *Journal of Computers in Education*. <https://doi.org/10.1007/s40692-024-00322-1>
- Forsythe, D., Jaswal, S., Dewsbury, B., & McGowan, S. (2024). Centering Humanism in STEM Education. *Biology, Chemistry, and Environmental Sciences Faculty Books and Book Chapters*. https://digitalcommons.chapman.edu/sees_books/22
- Iglesias Dávila, A., Herrero Martín, J., Fonseca Escudero, D., & Pallejà Masi, I. (2025). *STE(A)M, el arte como integrador en los procesos de enseñanza aprendizaje: Una Revisión Sistemática de la literatura*.
- Le, K., & Nguyen, M. (2021). Education and political engagement. *International Journal of Educational Development*, 85, 102441. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2021.102441>
- LOMLOE. (s. f.). Recuperado 10 de marzo de 2025, de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2020-17264>
- Mena Zamora, A. A. (2018). *La educación humanista reinterpretada desde la filosofía teológica—Eudaimonista aristotélica*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16417>
- Skowronek, M., Gilberti, R. M., Petro, M., Sancomb, C., Maddern, S., & Jankovic, J. (2022). Inclusive STEAM education in diverse disciplines of sustainable energy and AI. *Energy and AI*, 7, 100124. <https://doi.org/10.1016/j.egyai.2021.100124>
- Zhang, C., & Jia, B. (2024). Enriching STEAM education with visual art: Education benefits, teaching examples, and trends. *Discover Education*, 3(1), 247. <https://doi.org/10.1007/s44217-024-00354-w>