



Páginas: 36-47

Recibido: 2023-03-13

Revisado: 2023-03-31

Aceptado: 2023-09-08

Preprint: 2023-12-15

Publicación Final: 2024-01-15

www.revistascientificas.us.es/index.php/fuentes/index

DOI: <https://doi.org/10.12795/revistafuentes.2024.23324>

Estrategias de aprendizaje y rendimiento académico en materias STEM en Educación Secundaria

Learning strategies and academic performance in STEM subjects in secondary education

  **Amaya Satrústegui Moreno**
Universidad de Zaragoza (España)

  **Alberto Quílez-Robres**
Universidad de Zaragoza (España)

  **Ester Mateo González**
Universidad de Zaragoza (España)

  **Alejandra Cortés-Pascual**
Universidad de Zaragoza (España)

Resumen

Aunque desde hace décadas se conoce la importancia que tienen las estrategias de aprendizaje para que éste sea significativo, en numerosas ocasiones se siguen enseñando las asignaturas de ciencias sin tener en cuenta el control que pueden tener los estudiantes sobre sus procesos cognitivos. Muchos educadores son conscientes y quieren que su alumnado reciba una enseñanza de calidad, pero antes de enseñar estrategias se debe analizar el conocimiento y la práctica que el estudiantado tiene sobre estos procesos y cómo afectan a su aprendizaje. En el presente estudio se ha utilizado el Cuestionario de Estrategias de Aprendizaje (CEA) para estudiar cómo utilizan estas estrategias 252 estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria. El análisis estadístico inicial indicó la existencia de una relación significativa moderada entre todas las estrategias de aprendizaje estudiadas y el rendimiento académico en asignaturas de ciencias salvo el caso de la actitud, la organización y la recuperación. Posteriormente, el análisis de regresión indicó que únicamente las variables de motivación, transferencia y control emocional son capaces de explicar hasta un 26.4% del rendimiento académico en asignaturas STEM, dejando fuera de este modelo variables importantes como son el pensamiento crítico y creativo. Se concluye que los estudiantes con mayor manejo de destrezas metacognitivas y afectivo-sociales obtienen mejores calificaciones en ciencias.

Abstract

Although the importance of learning strategies for meaningful learning has been known for decades, science subjects continue to be taught on many occasions without taking into account the control that students can have over their cognitive processes. Many teachers are aware of that and want their students to receive high-quality education, but before teaching strategies, the knowledge and practice that students have about these processes and how they affect their learning should be analyzed. In the present study, the Cuestionario de estrategias de Aprendizaje (CEA) was used to study how 252 students of Secondary Education use these strategies. The initial statistical analysis indicated the existence of a moderate significant relationship between all the learning strategies studied and academic performance in science subjects except for attitude, organization and retrieval. Subsequently, the regression analysis indicated that only the variables of motivation, transfer and emotional control are able to explain up to 26.4% of academic performance in STEM subjects, leaving out of this model important variables such as critical and creative thinking. It is concluded that students with better management of metacognitive and affective-social skills obtain better grades in science.

Palabras clave / Keywords

Proceso de aprendizaje, Rendimiento escolar, Enseñanza de las ciencias, Enseñanza Secundaria, Pensamiento crítico, Educación tradicional, Creatividad, Análisis cuantitativo
Learning processes, Academic achievement, Science education, Secondary education, Critical Thinking, Traditional education, Creativity, Quantitative analysis

1. Introducción

La sociedad se encuentra en un estado de constante cambio, con avances tecnológicos que se suceden a gran velocidad. Esta dinámica ha generado una creciente demanda de profesionales especializados en el uso de este tipo de herramientas (Marín-Marín et al. 2021). En este sentido, el informe Rocard (Rocard et al., 2007) ya ponía de manifiesto el posible impacto económico derivado del bajo número de vocaciones científico-tecnológicas, así como los efectos negativos en la equidad, especialmente cuando estas vocaciones son aún más escasas en alumnas y estudiantado de origen socioeconómico humilde (Domènech-Casal, 2018). Teniendo en cuenta esto y, con el objetivo de preparar a los jóvenes para poder enfrentarse de manera efectiva a su futuro profesional, en los últimos años, ha cobrado un especial protagonismo el movimiento STEM (Sciences, Technology, Engineering and Mathematics), o STEAM (añadiendo la A de “arts”) en la didáctica de las ciencias (Barlow & Brown, 2020; García-Carmona, 2020; Pérez-Torres, 2021). Este término va más allá de la integración de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, ya que la educación STEM/STEAM se centra en el desarrollo de competencias científico-tecnológicas que permitan al estudiantado proponer soluciones a problemas relevantes de manera argumentada y con valores (Couso, 2017). Es relevante destacar que, aunque en las últimas décadas ha ido aumentando el número de proyectos en los que se introduce la rama más artística del aprendizaje, la mayor parte de la investigación se ha centrado en la parte científica de esta metodología. Se ha estudiado la influencia que tiene la pertenencia a una cultura determinada o el sexo, las habilidades que se mejoran o las necesidades del profesorado para enseñar bajo este enfoque (Marín-Marín et al., 2021).

Al mismo tiempo, el concepto de aprendizaje ha experimentado una evolución notable, transitando desde planteamientos conductistas, donde el docente ejercía un papel activo y expositivo, y el estudiantado adoptaba un papel más pasivo, hacia enfoques cognitivistas, que consideran a profesorado y alumnado como facilitadores y agentes activos en el proceso educativo (Beltrán, 2003; Marsico, 2018). Debido a esta evolución, aunque durante muchos años, el estudio de la ciencia en las diferentes etapas de educación, pero especialmente a partir de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), siguió una tradición academicista, con una estructura cerrada y centrada en el currículo, poco a poco se está reconociendo la necesidad de tener en cuenta otros criterios (Kusumoto, 2018; Lombardi et al., 2021; Pozo, 1996). Si se acepta que el aprendizaje parte de una construcción de significados y no es simplemente una memorización de contenidos, entonces se deben redefinir nuevos métodos para ayudar al estudiantado a realizar un aprendizaje de calidad (Beltrán, 2003; Quílez-Robres et al., 2021; Tyas & Naibaho, 2021).

En este sentido, en las últimas décadas se ha ido asentando el concepto de aprendizaje autorregulado (Self-regulated learning o SRL), que se basa en la idea de que para que se produzca un aprendizaje significativo se deben activar las estrategias adecuadas (Solano et al., 2016). El concepto de estrategias de aprendizaje apareció al final de los años 60 derivado de los estudios sobre técnicas de estudio y estrategias memorísticas y de la investigación sobre las nuevas teorías cognitivas (McCombs, 2017). Según la SRL, las estrategias de aprendizaje se organizan en tres grupos: las estrategias cognitivas, metacognitivas y afectivo-sociales (Solano et al., 2016).

Las primeras, están relacionadas con aquellas tareas que utilizan las personas para procesar la información con fines de conocimiento y, a su vez, con las tareas de aprendizaje (es decir, el ensayo, la elaboración y la organización) (Mazzeti et al., 2020). Por ello, el estudiantado, ayudado por sus estrategias cognitivas, incluye y organiza toda la información nueva en las estructuras ya existentes (Theobald, 2021). Del mismo modo, para la evaluación de estas estrategias, Beltrán (2006) hace referencia a dos escalas: la personalización y la elaboración. Dentro de la primera se encontrarían los siguientes elementos: a) el pensamiento crítico y creativo, entendido como la capacidad de decidir qué hacer o creer de forma argumentada, b) la recuperación, o lo que es lo mismo, el acceso a la memoria a largo plazo para obtener la información allí almacenada y c) la transferencia que es la capacidad de usar el conocimiento o las actitudes adquiridas en un contexto nuevo. Además, dentro de la segunda escala se encuentran factores como la selección, descrito como la discriminación de la información importante de la irrelevante, la organización o estrategia que establece relaciones entre la información seleccionada para formar un todo coherente y, la elaboración o relación de la nueva información con la ya existente para ampliar y mejorar el conocimiento.

Las estrategias metacognitivas permiten al estudiantado planificar, controlar y regular su estudio y, por lo tanto, los estudiantes que tienen más estrategias de este tipo pueden aprender en profundidad (Hayat et al., 2020). Los discentes con mayores habilidades metacognitivas (planificación, seguimiento y evaluación) son conscientes de los procesos que participan en su aprendizaje y pueden actuar para optimizarlos (Pradhan & Das, 2021). Desde otro punto de vista, aunque en la misma línea, encontramos lo establecido por Beltrán et

al. (2006), que indican que las estrategias metacognitivas se dividirán entre aquellas que están relacionadas con la planificación y evaluación, analizando la coordinación de estrategias y el control de los procesos para llegar al objetivo final y, por otro lado, con la regulación, donde se observará la existencia de una participación activa en el proceso de aprendizaje existiendo una retroalimentación que contribuya al control.

Al mismo tiempo, el aprendizaje no será significativo si el estudiantado no quiere aprender (Ausbel, 1968). Aquí entran en juego las estrategias afectivo-sociales que son: la motivación, las emociones y las actitudes (Beltrán et al., 2006). La primera de ellas se definiría como la estrategia que hace que los procesos llevados a cabo en el aprendizaje se dirijan y se mantengan de la forma deseada (Ryan & Deci, 2020). Los segundos, los sentimientos, se relacionarían con la afectividad y el control emocional entendidos como la capacidad de controlar aspectos como la ansiedad, la impulsividad y el estrés (Malagoli et al., 2021). Finalmente, las actitudes, se relacionan con la inclinación del individuo a responder de una determinada manera ante situaciones concretas (Veas et al., 2019).

Con el objetivo de mejorar estas estrategias en las áreas de ciencias, diversos investigadores han realizado estudios recientes que demuestran que el uso de cuestiones socio-científicas y la participación en actividades que promuevan la reflexión, potencian el desarrollo de la competencia argumentativa del estudiantado (Brocos & Jiménez, 2020; Magugeri González et al., 2017), y por lo tanto de su pensamiento crítico. Asimismo, uno de los elementos más importantes en el estudio de estas cuestiones es la contextualización del aprendizaje, ayudando al alumnado a dar sentido a lo aprendido, estimular el aprendizaje y generar emociones positivas (Gilbert et al., 2011; Samartí y Márquez, 2017). Además, al centrarse en las estrategias afectivo-sociales, se observa que existe una relación entre las emociones experimentadas y los conocimientos científicos consolidados (Ochoa de Alda, et al., 2019).

El segundo eje de este trabajo se centra en el concepto de rendimiento académico. Este ha sido definido como el resultado de un conjunto de valores cuantitativos y cualitativos estrechamente relacionados con el proceso de enseñanza-aprendizaje centrado en un objetivo específico: el logro en la escuela (Fleischhauer et al., 2010; Von Stumm & Ackerman, 2013). De tal manera, diferentes autores de referencia lo definen como un concepto de carácter valorativo que puede adquirir valores cuantitativos y cualitativos para aportar una idea sobre el nivel de las habilidades, conocimientos, actitudes y valores adquiridos por el estudiantado a lo largo de su aprendizaje (Olszewski-Kubilius & Corwith, 2018; Peng & Kievit, 2020). Algunos autores apoyan la idea de que se puede predecir el rendimiento académico del estudiantado conociendo si controla y planifica las actividades mentales que lleva a cabo durante su aprendizaje y, por lo tanto, las estrategias de aprendizaje juegan un papel importante para determinar el futuro éxito académico del alumnado (Greene et al., 2018; Olivier et al., 2019). De esta manera, se pueden encontrar estudios recientes que hablan de la influencia que tienen estas estrategias en el futuro académico del estudiantado (Mazetti et al., 2020). En cuanto a las estrategias afectivo-sociales, se pueden encontrar estudios que relacionan, la inteligencia emocional del alumnado con su éxito académico (Abdullah et al., 2017). Además, existen publicaciones que relacionan la habilidad del estudiantado en el empleo de este tipo de estrategias con el uso de las de tipo cognitivo. Así, El-Adl & Alkarusi (2020) concluye que el alumnado motivado y con menor ansiedad ante los exámenes puede controlar mejor su aprendizaje utilizando sus estrategias cognitivas y un aprendizaje autorregulado. Por último, investigaciones previas ponen de manifiesto la relación positiva que existe entre el uso de herramientas metacognitivas y el rendimiento académico (Trigueros et al., 2020).

Siguiendo estas ideas, resulta fundamental brindar apoyo al alumnado en el desarrollo de sus estrategias de aprendizaje para alcanzar un mayor éxito académico. Al respecto, Hincapié et al. (2016) evidenció que las metodologías tradicionales no mejoran el rendimiento académico de la misma manera que lo hacen las nuevas metodologías. Así, en el ámbito del aprendizaje de las ciencias, existen numerosas publicaciones que exploran la relación entre el método de enseñanza y el éxito académico del estudiantado. Por ejemplo, Toli & Kallery (2021) realizaron una intervención que integraba experimentos prácticos y simulacros que aumentaron el interés del alumnado de Secundaria por el concepto de la energía aumentando del mismo modo su rendimiento académico. Asimismo, Osman (2021) analizó la influencia del uso de dibujos conceptuales en el estudio de biología descubriendo un incremento significativo del rendimiento académico. Por otro lado, es bien conocido que las metodologías activas, centradas en los intereses del estudiantado, les motivan y les permiten formar parte de su propio aprendizaje. En este sentido, Piila et al. (2021), realizaron una intervención de aprendizaje STEAM y compararon sus resultados con los del alumnado que durante el mismo periodo estudió materias STEM de forma más tradicional. De manera sorprendente, observaron que después de la intervención, el rendimiento aumentaba en mayor grado en el estudiantado que mayores calificaciones tenía. Por ello, los docentes muestran opiniones positivas a la hora de utilizar el aprendizaje por indagación para

avanzar en la alfabetización científica del estudiantado, pero también, muestran frustración por falta de tiempo y recursos, entre otras cosas (Romero-Ariza et al., 2020).

Por todo lo expuesto, la presente investigación tiene como objetivo conocer la relación que existe entre las diferentes estrategias de aprendizaje del alumnado de un contexto concreto en la etapa de ESO con su rendimiento académico en las áreas STEM y analizar la posibilidad de predecirlo. De esta manera, se aporta una visión nueva sobre el estudio de las ciencias ya que, aunque existe bibliografía que analiza el rendimiento académico o alguna estrategia de aprendizaje en esta área de conocimiento, son escasos los estudios que contemplan todas ellas y que llegan a predecir el éxito académico del estudiantado en las asignaturas científico-matemáticas.

2. Método

2.1. Muestra

Tal y como se puede observar en la tabla 1, la muestra estuvo formada por 252 estudiantes (46,8% mujeres, 53,2% hombres) con edades comprendidas entre los 12 y los 17 años y que estaban cursando ESO en el curso 2020-2021. En la distribución de participantes por curso se puede ver un mayor número de alumnos en el primer y segundo año de la etapa disminuyendo progresivamente en tercero y cuarto. Todos ellos procedían de un mismo centro educativo de la ciudad de Zaragoza (España) cuya metodología de enseñanza principal es la clase magistral interactiva, basada en el acto expositivo del docente y en la que se espera que los alumnos respondan preguntas y realicen ejercicios (Berbén et al., 2007; Sánchez, 2011).

Tabla 1

Datos descriptivos de la muestra utilizada en este estudio

Curso	N	N Mujeres	N Hombres	%
1º ESO	68	31	37	27,00%
2º ESO	74	35	39	29,40%
3º ESO	57	30	27	22,60%
4º ESO	53	22	31	21,00%
TOTAL	252	118	134	100,00%

2.2. Instrumentos

En el presente estudio se evaluaron dos variables y para ello, se utilizaron los siguientes instrumentos de medida:

- Rendimiento académico: Para evaluar el rendimiento académico del alumnado se hizo la media aritmética de las calificaciones finales de carácter cuantitativo del curso 20-21. En ellas se tiene en cuenta la realización de pruebas escritas y la valoración cualitativa sobre las actitudes y procedimientos del estudiantado en las diferentes asignaturas que pertenecen a las áreas STEM como son: Biología y Geología, Matemáticas, Tecnología y Física y Química.
- Estrategias de aprendizaje: Se utilizó el Cuestionario de Estrategias de Aprendizaje (CEA) (Beltrán et al., 2006). La fiabilidad de la prueba se calculó por el método de formas paralelas y con el coeficiente de alfa de Cronbach, obteniendo en ambos casos un valor de fiabilidad que asciende a .95. Para justificar estadísticamente este tipo de análisis y establecer la validez del mismo se realizó un análisis factorial exploratorio obteniendo valores de adecuación muestral y de esfericidad altamente significativos ($p < .001$). El cuestionario consta de 70 ítems organizados en 4 escalas que, a su vez, se dividen en 11 subescalas (figura 1). De esta manera, las opciones de respuesta eran nunca (1),

casi nunca (2), a menudo (3), casi siempre (4) y siempre (5). Para dar respuesta a todos los ítems, se plantean situaciones como: a) preparo los exámenes a conciencia o me encuentro plenamente integrado en mi propio grupo de clase para analizar el proceso de sensibilización, b) cuando estudio, me doy cuenta de lo que es más importante y lo que es menos importante o en la clase tomo notas para recordar la información esencial para estudiar el proceso de elaboración, c) me esfuerzo por ver las cosas de manera diferente a como las ven los demás o utilizo los conocimientos o principios adquiridos en una lección de una determinada materia en otras lecciones de la misma materia para el proceso de personalización y d) evalúo los resultados obtenidos en el aprendizaje o una vez que me pongo a estudiar voy realizando las tareas señaladas sin preguntarme si las voy comprendiendo o no para entender el proceso de metacognición.



Figura 1. Escalas del Cuestionario de Estrategias de Aprendizaje (CEA)

2.3. Procedimiento

En primer lugar, se obtuvo la autorización y colaboración del centro educativo. Posteriormente se envió información del proyecto de investigación a las familias del estudiantado junto con la autorización de la participación de sus hijos completando un formulario de consentimiento informado. En todo momento se garantizó la confidencialidad de los datos aportados siguiendo lo establecido en la Declaración de Helsinki (1964) y, además, se contó con la aprobación del Comité de Ética de Aragón (CEICA) con número y código C.P. - C.I. PI21/351 en su reunión del día 22 de septiembre de 2021, Acta No 17/2021.

En el proceso de recogida de datos se contó con la colaboración del equipo de orientación y los tutores de cada curso. Las pruebas diagnósticas fueron aplicadas por un único investigador y priorizando el uso de la hora de tutoría para garantizar las condiciones de privacidad. La duración de cada sesión fue de 1 hora por grupo y tuvieron lugar en el primer trimestre del curso 2020-2021.

2.4. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se hizo uso del programa SPSS, versión 25 (IBM Corp., 2017). En primer lugar, se procedió a realizar un análisis descriptivo sobre las variables motivo de estudio mostrando puntuaciones medias y desviación estándar, así como puntuaciones mínimas y máximas para cada una de ellas. Posteriormente y como comprobación de hipótesis, se procedió a un análisis correlacional con el fin de establecer un principio de relación entre variables. Estas correlaciones fueron confirmadas en un análisis de

regresión lineal que contempló a las diferentes estrategias de aprendizaje como elementos capaces de explicar el rendimiento académico en áreas STEM en estudiantado de ESO, creando un modelo explicativo del mismo y poniendo en relieve una serie de variables sobre otras.

3. Resultados

En primer lugar, se procedió a realizar un análisis descriptivo de las variables de estudio (tabla 2). Como se puede observar, la mayor parte de ellas están sesgadas ligeramente a la derecha mientras que la distribución del control emocional está ligeramente sesgada a la izquierda. En cualquier caso, todos los valores tanto de asimetría como de curtosis se encuentran entre 1 y -1, lo que indica una simetría aceptable.

Tabla 2
Estadísticos descriptivos

	M	SD	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis
Motivación	45,92	7,012	24	59	-.523	.124
Actitud	12,18	2,672	3	15	-.946	.614
Control emocional	15,61	4,168	6	25	.017	-.637
Elaboración	33,61	4,912	19	45	-.334	-.200
Organización	14,81	3,213	4	20	-.546	-.003
Selección	15,37	2,418	8	20	-.241	-0.71
Transferencia	24,06	4,48	11	35	-.235	-.132
Pensamiento crítico y creativo	39,36	5,524	23	54	-.014	.053
Recuperación	14,57	2,635	6	20	-.324	-.035
Planificación / Evaluación	25,18	4,243	11	35	-.376	.252
Regulación	14,47	2,568	8	20	-.298	-.248
Media ciencias	6,78	1,7	2	10	-.385	-.580

Nota: M = media; SD = desviación estándar, Min = mínimo; Max = máximo

En segundo lugar, se realizó un estudio correlacional empleando el coeficiente de Pearson (tabla 3). De este análisis, se destaca la relación positiva y significativa de todas las variables respecto al rendimiento académico en áreas STEM ($p < .01$) con la excepción de la actitud ($r = .037$; $p > .05$), la organización ($r = .026$; $p > .05$) y la recuperación ($r = .075$; $p > .05$). El resto de variables presentaron correlaciones significativas que variaron desde valores medios-bajos (regulación; $r = .186$; $p < .01$) a valores moderados-altos (motivación; $r = .454$; $p < .01$).

Tabla 3*Correlacionales entre las estrategias de aprendizaje y el rendimiento académico en ciencias*

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1. Motivación												
2. Actitud	.12											
3. Control emocional	.341**	.279**										
4. Elaboración	.556**	.241**	.187**									
5. Organización	.304**	.220**	.032	.321**								
6. Selección	.527**	.236**	.192**	.608**	.314**							
7. Transferencia	.624**	.219**	.259**	.670**	.267**	.513**						
8. Pensamiento crítico y creativo	.572**	.169**	.234**	.650**	.249**	.508**	.709**					
9. Recuperación	.441**	.255**	.023	.492**	.512**	.436**	.469**	.403**				
10. Planificación / Evaluación	.576**	.229**	.177**	.644**	.226**	.504**	.612**	.541**	.520**			
11. Regulación	.352**	.03	.123	.192**	.161*	.198**	.200**	.129*	.077	.240**		
12. Media ciencias	.454**	.037	.353**	.293**	.026	.328**	.215**	.254**	.075	.310**	.186**	

En un tercer análisis estadístico, se aplicó un modelo de regresión lineal múltiple que incluyó las variables estadísticamente significativas reportadas por el análisis correlacional. De esta forma, este modelo fue capaz de explicar el 26,4% de la varianza sobre el rendimiento académico en asignaturas STEM a través de distintas variables relacionadas con las estrategias de aprendizaje de manera netamente estadística (tabla 4). Se destaca la importancia y significatividad de tres de ellas: la motivación, el control emocional y la transferencia (Figura 2). El resto de variables (elaboración, selección, pensamiento crítico y creativo, planificación/evaluación y regulación) quedaron excluidas del mismo por no presentar significancia estadística dentro de dicho modelo ($p > .05$). Cabe destacar que el análisis de colinealidad da valores de VIF comprendidos entre 1 y 3. En todos los casos están por debajo de 5, por lo que no se observa que estas variables estén altamente correlacionadas.

Tabla 4*Modelo de regresión lineal sobre estrategias de aprendizaje y rendimiento académico*

	R ²	R ² ajustado	Error Estándar	F	p	
Modelo 1	.288	.264	1.460	12.182	<.001	
	B	D.T.	F	t	p	VIF
Motivación	.087	.020	0	4.423	<.001	2.233
Control emocional	.096	.024	.236	4.053	<.001	1.145
Elaboración	.025	.030	.074	.839	.402	2.611
Selección	.085	.051	.121	1.677	.095	1.757
Transfereencia	-.094	.034	-.248	-2.767	<.01	2.718
Pensamiento crítico y creativo	.002	.026	.007	.085	.933	2.417
Planificació / Evaluación	.037	.031	.093	1.191	.235	2.052

Regulación	.011	.039	.017	.293	.770	1.154
------------	------	------	------	------	------	-------

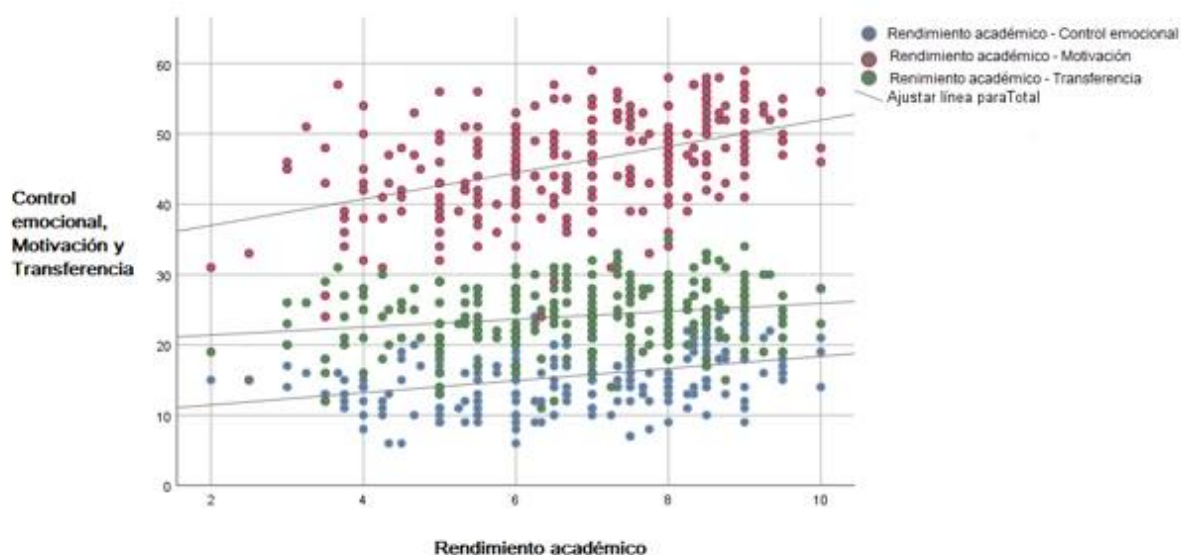


Figura 2. Gráfico de dispersión entre Control emocional, Motivación y Transferencia y el rendimiento académico

4. Discusión

Los objetivos del presente estudio se centran en conocer la relación que existe entre las diferentes estrategias de aprendizaje para una muestra de estudiantes de ESO con su rendimiento académico en las áreas STEM. Además, también se pretende analizar el poder explicativo que estas variables pueden tener sobre el logro académico con el fin de poder aplicar los resultados obtenidos en otros contextos educativos. En este sentido, la presente investigación indicó inicialmente como estrategias de aprendizaje relevantes en el desempeño en áreas STEM el pensamiento crítico y creativo, la motivación, el control emocional, la elaboración, la selección, la transferencia, la regulación, y la planificación/evaluación. Un posterior análisis estadístico basado en la aplicación de modelos de regresión lineal determinó que tan solo la motivación, la transferencia y la regulación emocional permanecían como significativas en la relación con el rendimiento académico STEM llegando a explicar un 26.4% de la varianza.

Son diferentes los autores que apoyan la relación entre las estrategias de aprendizaje y el rendimiento académico. Por ejemplo, Mazzeti et al. (2020) encontraron una asociación indirecta entre las estrategias de aprendizaje y el rendimiento académico a través de la orientación al futuro en estudiantado universitario italiano. Por el contrario, también observaron que esta asociación indirecta no fue significativa a niveles bajos de esta variable moderadora. En esa línea, la presente investigación concluye que existe una correlación positiva entre las estrategias de aprendizaje y el rendimiento académico en ESO, pero en este caso, centrándose en las asignaturas científico-matemáticas.

Si se van analizando los resultados de los diferentes tipos de estrategias, se puede observar que las estrategias afectivo-sociales, como la motivación o el control emocional, están estrechamente relacionadas con el rendimiento académico del estudiantado en las materias STEM. Estos resultados apoyan los aportados por Abdullah (2017) que vinculan la inteligencia emocional con la capacidad de resolución de problemas matemáticos en alumnado de Educación Secundaria en Malasia. Además, el presente estudio muestra una relación positiva entre las estrategias cognitivas (personalización y elaboración), como son la selección, la transferencia, el pensamiento crítico y creativo, la planificación/evaluación y la regulación con la media de las calificaciones de las materias STEM. Resultados similares obtuvieron El-Adl & Alkharusi (2020) al realizar un estudio en 238 estudiantes de Omán de entre 14 y 16 años y observar que las estrategias cognitivas mostraban una correlación positiva con la motivación, tanto intrínseca como extrínseca, y con el rendimiento en matemáticas. No obstante, en el modelo de regresión lineal presentado en este estudio, se puede observar que, dentro de las estrategias cognitivas (personalización y elaboración), solo la transferencia explica de

manera significativa el rendimiento académico de todas las asignaturas STEM dejando fuera del modelo variables como el pensamiento crítico y creativo. Esto podría atribuirse al enfoque tradicional de enseñanza seguido por los alumnos en este estudio, donde el éxito académico se basa principalmente en pruebas escritas que, en cierta medida, permiten la reproducción de contenido sin un entendimiento profundo (Pozo y Crespo, 2010). Como resultado, el pensamiento crítico y creativo podría no ser considerado como una habilidad relevante en este contexto.

Respecto a las estrategias metacognitivas, aunque correlacionan positivamente con el logro académico, no parecen significativas a la hora de su explicación. Este resultado va en contra de los obtenidos por Trigueros et al. (2020) que estudiaron a 2456 estudiantes universitarios españoles y no solo demostraron que se puede predecir el rendimiento académico a través de las estrategias metacognitivas y el pensamiento crítico (estrategia de personalización), sino que la motivación y la acción del docente están íntimamente relacionada con estas estrategias. En el mismo sentido, y centrándose en la etapa de educación secundaria, Trigueros y Navarro (2019) analizaron 545 estudiantes de una provincia española con edades comprendidas entre las 13 y los 19 años para demostrar que las estrategias de metacognición y el pensamiento crítico explican positivamente el rendimiento académico en el área de Educación Física.

Por otro lado, Cerda y Vera (2019) realizaron un estudio, en 950 jóvenes chilenos en su último año de educación secundaria, sobre el rol de las variables emocionales y cognitivas en el rendimiento en matemáticas obteniendo una situación similar a la encontrada en el modelo presentado en este artículo ya que, aunque encontraban relaciones binarias positivas entre las estrategias cognitivas y el rendimiento académico, estas estrategias no aparecían en su modelo explicativo. En este caso, manifestaban que, al igual que estudios anteriores al suyo, se podía observar que las estrategias de autorregulación tenían una influencia más importante en el rendimiento que las estrategias cognitivas. En el caso del estudio presentado en este artículo, las diferencias observadas con investigaciones anteriores, puede ser debidas al hecho de centrarse en una muestra muy concreta y pequeña, el amplio número de variables estudiadas o a la inestabilidad emocional que presentan el estudiantado que cursa ESO, debido a su desarrollo psicoevolutivo, que hace que las variables motivacionales y volitivas tengan una mayor influencia que en otras etapas (Quílez et al., 2021). Además, este estudio se centra en asignaturas de naturaleza experimental y muy relacionadas con situaciones cotidianas, hecho que puede hacer que las estrategias de aprendizaje sean menos importantes que en otras asignaturas de carácter más memorístico.

5. Conclusiones

Los análisis de correlación en este estudio establecen posibles relaciones entre las herramientas metacognitivas, cognitivas (personalización y elaboración) y afectivo-sociales del estudiantado y sus calificaciones en las asignaturas STEM, destacando especialmente la importancia de variables como la motivación, la autorregulación emocional y la transferencia a la hora de explicar parte del éxito académico. De esta manera, se ha realizado un estudio global de todas las estrategias de aprendizaje en el conjunto de las materias científico-matemáticas en la etapa de ESO ampliando en número y enfoque la perspectiva tradicionalmente utilizada en torno a las estrategias de aprendizaje.

Siendo conscientes de esta relación, y de que las estrategias de aprendizaje no mejoran por sí mismas, se deberían analizar los entornos de aprendizaje propicios para ayudar al estudiantado a desarrollar habilidades de resolución de problemas, y de esta forma, orientarles para mejorar sus habilidades de pensamiento (Hava & Koyunlu, 2021). En este sentido, se puede encontrar bibliografía que resalta la labor del profesorado en el aula, destacando su importancia a la hora enseñar estrategias para regular el estrés del alumnado (Trigueros et al., 2020).

Por otro lado, otros estudios hablan del efecto de la utilización de las metodologías activas en el aula, como pueden ser el aprendizaje basado en la indagación o el aprendizaje basado en problemas, para la mejora de la motivación y el compromiso del estudiantado (Barlow & Brown, 2020, Gómez y Suárez 2020). Con ello, no solo se mejorarían las calificaciones del alumnado sino, al mejorar su creatividad y su pensamiento crítico podríamos encontrar un efecto positivo en sus actitudes hacia la investigación y sobre el interés en realizar carreras STEM (Hava & Koyunlu, 2021) aumentando el número de profesionales que necesita una sociedad cada vez más tecnológica y en constante cambio.

Por otro lado, las limitaciones de este estudio se centran en el tamaño de su muestra en un contexto concreto que no permite la generalización de los resultados. Con un enfoque descriptivo, exploratorio y transversal que sería conveniente ampliar con un enfoque longitudinal y muestra perteneciente a contextos diversos. Además,

también sería necesario contemplar o controlar variables como la edad, el sexo, el nivel socioeconómico y perfiles parentales y docentes modificando las metodologías de enseñanza y aprendizaje.

Por ello, como propuesta de futuro, se propone realizar una intervención en diversos centros de ESO, y con un carácter longitudinal, para trabajar según el Aprendizaje Basado en Problemas y estudiar si hay un cambio en las estrategias de aprendizaje del estudiantado y, si esto influye en el rendimiento académico de éstos en áreas STEM y en el poder explicativo del modelo presentado.

Referencias

- Abdullah, A., Zakaria, R., & Rahman, S. N. & Mokhtar, M. (2017). Relationship between emotional intelligence and level of ability of non-routine problem-solving. *Man in India*, 97(19), 129-139. https://www.researchgate.net/publication/320599802_Relationship_between_emotional_intelligence_and_level_of_ability_of_non-routine_problem-solving
- Ausbel, D.P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. Holt, Rinehart, and Winston Inc.
- Barlow, A., & Brown, S. (2020). Correlations between modes of student cognitive engagement and instructional practices in undergraduate STEM courses. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 1-15. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00214-7>
- Beltrán, J. A., Pérez, J.A., & Ortega, M.I. (2006). *Cuestionario de Estrategias de Aprendizaje (CEA)*. TEA Ediciones.
- Beltrán, J. A. (2003). Estrategias de aprendizaje. *Revista de Educación*, 332, 55-73. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/67023>
- Berbén, A.B.G., Pichardo, M.C. & De la Fuente, J. (2007) Relationships between teaching preferences and undergraduates' learning approaches, *Journal for the Study of Education and Development*, 30(4), 537-550. <https://doi.org/10.1174/021037007782334319>
- Brocos, P. & Jiménez Aleixandre, M. P. (2020). El impacto ambiental de la alimentación: argumentos de alumnado de Magisterio y Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas* 38(1), 127-145. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2802>
- Cerda, G., & Vera, A. (2019). Rendimiento en matemáticas: Rol de distintas variables cognitivas y emocionales, su efecto diferencial en función del sexo de los estudiantes en contextos vulnerables. *Revista Complutense de Educación*, 30(2), 331-346. <https://doi.org/10.5209/RCED.57389>
- Couso, D. (2017). Per a què estem a STEM? Definint l'alfabetització STEM per a tothom i amb valors. *Ciències*, 34, 22-28. <https://doi.org/10.5565/rev/ciencies.403>
- 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. <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4524>
- El-Adl, A. & Alkharusi, H. (2020). Relationships between self-regulated learning strategies, learning motivation and mathematics achievement. *Cypriot Journal of Educational Science*. 15(1), 104-111. <https://doi.org/10.18844/cjes.v15i1.4461>
- Fleischhauer, M., Enge, S., Brocke, B., Ullrich, J., Strobel, A., & Strobel, A. (2010). Same or different? Clarifying the relationship of need for cognition to personality and intelligence. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 36(1), 82-96. <https://doi.org/10.1177/0146167209351886>
- García-Carmona, A. (2020). STEAM, ¿una nueva distracción para la enseñanza de la ciencia? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(2), 35-50. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.2.6533>
- Gilbert, J. K., Bulte, A. M. W. y Pilot, A. (2011). Concept development and transfer in Context-Based science education. *International Journal of Science Education*, 33(6), 817-837. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.493185>
- Greene, J. A., Cartiff, B. M., & Duke, R. F. (2018). A meta-analytic review of the relationship between epistemic cognition and academic achievement. *Journal of Educational Psychology*, 110(8), 1084. <https://doi.org/10.1037/edu0000263>
- Hava, K., & Koyunlu Ünlü, Z. (2021). Investigation of the relationship between middle school students' computational thinking skills and their STEM career interest and attitudes toward inquiry. *Journal of Science Education and Technology*, 30(4), 484-495. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09892-y>
- Hayat, A. A., Shateri, K., Amini, M. M. & Shokrpour, N. (2020). Relationships between academic self-efficacy, learning-related emotions, and metacognitive learning strategies with academic performance in medical students: a structural equation model. *BMC Medical Education* 20(1), 76. <https://doi.org/10.1186/s12909-020-01995-9>
- Hincapié, D., Ramos, A., & Chirino, V. (2016). Aprendizaje Basado en Problemas como estrategia de Aprendizaje Activo y su incidencia en el rendimiento académico y Pensamiento Crítico de estudiantes de Medicina. *Revista Complutense de Educación*, 29(3), 665-681. <http://dx.doi.org/10.5209/RCED.53581>
- Kusumoto, Y. (2018). Enhancing critical thinking through active learning. *Language Learning in Higher Education*, 8(1), 45-63. <https://doi.org/10.1515/cercles-2018-0003>
- Lombardi, D., Shipley, T. F., & Astronomy Team, Biology Team, Chemistry Team, Engineering Team, Geography Team, Geoscience Team, and Physics Team. (2021). *The curious construct of active learning. Psychological Science in the Public Interest*, 22(1), 8-43. <https://doi.org/10.1177/1529100620973974>

- Maguregi González, G., Uskola Ibarluzea, A., & Burgoa Etxaburu, B., (2017). Modelización, argumentación y transferencia de conocimiento sobre el sistema inmunológico a partir de una controversia sobre vacunación en futuros docentes. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(2), 29-50. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2237>
- Malagoli, C., Chiorri, C., Traverso, L., & Usai, M. C. (2021). Inhibition and individual differences in behavior and emotional regulation in adolescence. *Psychological Research*, 1-13. <https://doi.org/10.1007/s00426-021-01565-8>
- Marín-Marín, J. A., Moreno-Guerrero, A. J., Dúo-Terrón, P., & López-Belmonte, J. (2021). STEAM in education: a bibliometric analysis of performance and co-words in Web of Science. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 1-21. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00296-x>
- Marsico, G. (2018). The challenges of the schooling from cultural psychology of education. *Integrative Psychological and Behavioral Science*, 52(3), 474-489. <https://doi.org/10.1007/s12124-018-9454-6>
- Mazzetti, G., Paolucci, A., Guglielmi, D., & Vannini, I. (2020). The impact of learning strategies and future orientation on academic success: The moderating role of academic self-efficacy among italian undergraduate students. *Education Sciences*, 10(5), 134. <https://doi.org/10.3390/educsci10050134>
- McCombs, B.L. (2017). Historical Review of Learning Strategies Research: Strategies for the Whole Learner—A Tribute to Claire Ellen Weinstein and Early Researchers of This Topic. *Frontiers in Education*, 2, 6. <https://doi.org/10.3389/feduc.2017.00006>
- Ochoa de Alda, J. A. G., Marcos-Merino, J. M., Méndez Gómez, F. J., Mellado Jiménez, V. & Esteban Gallego, M.R. (2019). Emociones académicas y aprendizaje de biología, una asociación duradera. *Enseñanza de las ciencias*, 37(2), 43-61. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2598>
- Olivier, E., Archambault, I., De Clercq, M., & Galand, B. (2019). Student self-efficacy, classroom engagement, and academic achievement: Comparing three theoretical frameworks. *Journal of Youth and Adolescence*, 48(2), 326-340. <https://doi.org/10.1007/s10964-018-0952-0>
- Olszewski-Kubilius, P., & Corwith, S. (2018). Poverty, academic achievement, and giftedness: A literature review. *Gifted Child Quarterly*, 62(1), 37-55. <https://doi.org/10.1177/0016986217738015>
- Osman, F. (2021). The effect of concept cartoons and argumentation based concept cartoons on students' academic achievements. *Journal of Baltic Science Education* 2(6), 956-968. <https://doi.org/10.33225/jbse/21.20.956>
- Peng, P., & Kievit, R. A. (2020). The development of academic achievement and cognitive abilities: A bidirectional perspective. *Child Development Perspectives*, 14(1), 15-20. <https://doi.org/10.1111/cdep.12352>
- Pérez-Torres M., Couso D. & Márquez C. (2021). ¿Como diseñar un buen proyecto STEM? Identificación de tensiones en la co-construcción de una rúbrica para su mejora. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 18(1), 1301. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1301
- Piila, E., Salmi, H., & Thuneberg, H. (2021). STEAM-Learning to Mars: Students' Ideas of Space Research. *Education Sciences*, 11(3), 122. <https://doi.org/10.3390/educsci11030122>
- Pozo, J. I. (2016). La psicología cognitiva y la educación científica. *Investigações em ensino de ciências*, 1(2), 110-131. <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/639>
- Pozo, J. I., Gómez Crespo, M. A. (2010). Por qué los alumnos no comprenden la ciencia que aprenden: qué podemos hacer nosotros para evitarlo. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 66, 73-79.
- Pradhan, S., & Das, P. (2021). Influence of metacognition on academic achievement and learning style of undergraduate students in Tezpur University. *European Journal of Educational Research*, 10(1), 381-391. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.10.1.381>
- Quílez-Robres, A., Moyano, N., & Cortés-Pascual, A. (2021). Motivación, Emotional, and Social Factors Explain Academic Achievement in Children Aged 6-12 Years: A Meta-Analysis. *Education Sciences*, 11(9), 513. <https://doi.org/10.3390/educsci11090513>
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). Report: "Science education now: A new pedagogy for the future of Europe". *EU 22845, European Commission*. <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/rapportrocardfinal.pdf>
- Romero-Ariza, M., Quesada, A., Abril, A. M., Sorensen, P., & Oliver, M. C. (2020). Highly Recommended and Poorly Used: English and Spanish Science Teachers' Views of Inquiry-based Learning (IBL) and its Enactment. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(1), em1793 <https://doi.org/10.29333/ejmste/109658>
- Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2020). Intrinsic and extrinsic motivation from a self-determination theory perspective: definitions, theory, practices, and future directions. *Contemporary Educational Psychology*, 61, 1018160. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101860>
- Sanmartí, N. & Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 3-16. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020>
- Sánchez, M. R. (2011). Metodologías docentes en el EEES: de la clase magistral al portafolio. *Tendencias Pedagógicas*, 17, 83-103. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3653734>
- Solano, N. & Martínez, A. I. M. & Jimenez Taracido, L. (2016). Learning strategies, reading comprehension and academic achievement in Secondary Education. *Psicología Escolar e Educacional*. 20(3), 447-456. <http://dx.doi.org/10.1590/2175-3539/2015/02031011>
- Theobald, M. (2021). Self-regulated learning training programs enhance university students' academic performance, self-regulated learning strategies, and motivation: A meta-analysis. *Contemporary Educational Psychology*, 66, 101976. ISSN 0361-476X. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2021.101976>

- Toli, G., & Kallery, M. (2021). Enhancing Student Interest to Promote Learning in Science: The Case of the Concept of Energy. *Education Sciences* 11, 220. <https://doi.org/10.3390/educsci11050220>
- Trigueros, R. & Navarro, N. (2019). La influencia del docente sobre la motivación, las estrategias de aprendizaje, pensamiento crítico y rendimiento académico de los estudiantes de secundaria en el área de Educación Física. *Psychology, Society, & Education*, 11(1),137-150. <https://doi.org/10.25115/psye.v10i1.2230>
- Trigueros, R.; Padilla, A.; Aguilar-Parra, J.M.; Lirola, M.J.; García-Luengo, A.V.; Rocamora-Pérez, P. & López-Liria, R. (2020). The Influence of Teachers on Motivation and Academic Stress and Their Effect on the Learning Strategies of University Students. *International Journal Environmental Research and Public Health*, 17, 9089. <https://doi.org/10.3390/ijerph17239089>
- Tyas, E. H., & Naibaho, L. (2021). HOTS Learning Model Improves the Quality of Education. *International Journal of Research-GRANTHAALAYAH*, 9(1), 176-182. <https://doi.org/10.29121/granthaalayah.v9.i1.2021.3100>
- Veas, A., Castejón, J. L., Miñano, P., & Gilar-Corbí, R. (2019). Actitudes en la adolescencia inicial y rendimiento académico: el rol mediacional del autoconcepto académico. *Revista de Psicodidáctica*, 24(1), 71-77. <https://doi.org/10.1016/j.psicod.2018.11.001>
- Von Stumm, S., & Ackerman, P. L. (2013). Investment and intellect: a review and meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 139(4), 841-869. <https://doi.org/10.1037/a0030746>