

Artículo de Investigación

Explorando el impacto de la reflexión cognitiva y la calibración sobre tareas creativas científicas en la educación secundaria

Exploring the impact of cognitive reflection and calibration on scientific creative tasks in secondary education

Mireia Cifre-Herrando: Universitat Politècnica de València, España.

mciher@upvnet.upv.es

Joan J. Solaz-Portolés¹: Universitat de València, España.

joan.solaz@uv.es

Vicente Sanjosé López: Universitat de València, España.

vicente.sanjose@uv.es

Fecha de Recepción: 22/07/2025

Fecha de Aceptación: 23/08/2025

Fecha de Publicación: 28/08/2025

Cómo citar el artículo

Cifre-Herrando, M., Solaz-Portolés, J. J. y Sanjosé López, V. (2026). Explorando el impacto de la reflexión cognitiva y la calibración sobre tareas creativas científicas en la educación secundaria [Exploring the impact of cognitive reflection and calibration on scientific creative tasks in secondary education]. *European Public & Social Innovation Review*, 11, 01-17. <https://doi.org/10.31637/epsir-2026-1991>

Resumen

Introducción: Dada la relevancia que la creatividad tiene en la educación y sus vínculos con las estrategias metacognitivas, los objetivos de esta investigación se centraron en la evaluación de la creatividad científica convergente (CCC) y en la influencia de la calibración, reflexión cognitiva, nivel académico y género sobre ella. **Metodología:** Se realizó una investigación cuantitativa transversal ex post facto. Participaron 153 estudiantes (86 chicos y 67 chicas) de tres cursos diferentes de la educación secundaria española. Se administraron tres pruebas, una

¹ **Autor Correspondiente:** Joan Josep Solaz-Portolés. Universitat de València (España).

de CCC de dos ítems, una de calibración de dos ítems y una de reflexión cognitiva de ocho ítems. **Resultados y discusión:** Las puntuaciones de CCC fueron bajas. Esta CCC sólo se correlacionó de forma significativa (y positiva) con calibración y reflexión cognitiva. Un análisis de regresión señaló a la calibración como la única variable predictiva significativa de la CCC. Un análisis de mediación mostró que la calibración actuó como mediadora entre reflexión cognitiva y CCC. **Conclusiones:** Estos resultados sugieren que: a) la formación académica en secundaria tuvo escaso efecto sobre la CCC; b) la variable que más influyó en la CCC fue la calibración; y c) la reflexión cognitiva tuvo un efecto indirecto significativo sobre la CCC.

Palabras clave: creatividad; creatividad científica; metacognición; calibración; reflexión cognitiva; nivel académico; género; educación secundaria.

Abstract

Introduction: In accordance with the relevance that creativity has in education and its links with metacognitive strategies, the goals of this research focused on the assessment of convergent scientific creativity (CSC) and the analysis of the influence of calibration, cognitive reflection, grade level and gender on this creativity. **Methodology:** Quantitative ex post facto cross-sectional research was conducted. A total of 153 students (86 boys and 67 girls) from three different grades of Spanish secondary education (9th, 10th, and 11th grades) participated in this study. Three tests, a two-item CSC test, a two-item calibration test, and an eight-item cognitive reflection test, were administered to participants. **Results and discussion:** CSC scores were low. This CSC only correlated significantly (and positively) with calibration and cognitive reflection. A regression analysis pointed to calibration as the only significant predictor variable of CSC. A mediation analysis showed that calibration acted as a mediator between cognitive reflection and CSC. **Conclusions:** These results suggest that: a) academic training in secondary education had little effect on CSC; b) the variable that most influenced CSC was calibration; and c) cognitive reflection had a significant indirect effect on CSC.

Keywords: creativity; scientific creativity; metacognition; calibration; cognitive reflection; grade level; gender; secondary education.

1. Introducción

Parece existir un cierto consenso en admitir que la creatividad constituye una capacidad fundamental de los humanos que comporta generar ideas (originales o existentes) válidas y apropiadas para una determinada tarea, y que pone en juego diversos procesos cognitivos (Bernal *et al.*, 2017; Hennessey y Amabile, 2010; Sawyer, 2021; Sternberg, 1999).

De hecho, de acuerdo con Runco y Jaeger (2012), la creatividad demanda poner en funcionamiento procesos cognitivos de alto nivel y es uno de los constructos que resulta más difícil de capturar de forma experimental. En un contexto educativo la creatividad del alumnado en las aulas se pone con frecuencia de manifiesto cuando se le pide formular preguntas y encontrar respuestas, proponer posibles relaciones, predecir hechos o situaciones, emitir hipótesis, investigar ideas y pensar críticamente sobre ellas (Li *et al.*, 2019).

La creatividad de las personas puede tener beneficios económicos y sociales. Por ejemplo, en la resolución de determinados problemas, la creación de productos útiles, o en el diseño y aplicación de soluciones innovadoras en la gestión de servicios (Ayas y Sak, 2014; Orkibi, 2021).

Por ello, no es de extrañar que la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) haya incidido en la necesidad de educar para la creatividad (OCDE 2004 y 2008), y que organismos gubernamentales de USA (NRC, 2012) y del Reino Unido (Department of Education, 2013) pongan el acento en que los sistemas educativos consideren a la creatividad como un activo que hay que promover. En este sentido, su relevancia en la educación se constata en la reciente incorporación de la creatividad en las pruebas PISA (Ministerio de Educación, Formación profesional y Deporte, 2023), y en su inclusión como eje transdisciplinar en el currículum en el sistema educativo español (LOMLOE, 2020).

Muchos investigadores consideran el pensamiento divergente y el pensamiento convergente como componentes de la creatividad. El pensamiento divergente posibilita los procesos de generación de ideas y el convergente permite la selección de las ideas más apropiadas en cada situación concreta (Claphan, 1997; Eysenck, 2003). Según Cortes *et al.* (2019) las tareas que se utilizan para evaluar ambos constructos por separado comportan, realmente, una mezcla de ambos pensamientos.

Los estudios de Sternberg *et al.* (2020) y de De Chantal y Markovits (2022) han puesto de manifiesto la estrecha relación entre el nivel creativo y la capacidad de razonamiento. Por su parte, Jia *et al.* (2019) mostraron el papel fundamental de la creatividad en la resolución de problemas y otras tareas académicas que requieren de estrategias metacognitivas. Todo esto está en sintonía con el modelo de Preiss (2022), en el que se formula un marco general que explica cómo los creadores controlan y piensan sobre su propia cognición cuando se dedican a la generación y exploración de ideas.

Así, existen evidencias que sugieren que durante la realización de tareas creativas se utilizan estrategias metacognitivas como la planificación, monitorización y regulación (Lebuda y Benedek, 2023; Urban y Urban, 2024). Precisamente, el presente estudio pretende ahondar en las relaciones entre metacognición y creatividad.

1.1. Creatividad científica

Se suele distinguir entre la creatividad de dominio general y la creatividad de dominio específico, aunque existen claros vínculos entre ambas (An y Runco, 2016). Una creatividad de dominio específico es la creatividad científica. Según Kind y Kind (2007) es una creatividad basada en procesos de la ciencia, esto es, en los procesos de indagación científica. Se ha señalado, sin embargo, que para Hu *et al.* (2013) la creatividad científica constituye un constructo diferente de la creatividad de dominio general porque se fundamenta en conocimientos y habilidades propias de la ciencia.

Los procesos mentales que se necesitan en la creatividad científica no difieren de los implicados en cualquier otra clase de creatividad (Lin *et al.* 2003). Sin embargo, la creatividad científica es particular porque precisa un conjunto de conocimientos y destrezas propios de la ciencia o una conjunción de estos conocimientos y destrezas con determinados procesos mentales (Bermejo *et al.*, 2016).

Es bien conocido que entre la mayoría de los científicos y las científicas la creatividad científica forma parte de su trabajo, pero en la enseñanza de las ciencias todavía no se ha hecho suficiente para fomentarla (Ramly *et al.*, 2022). En esta línea, se han presentado argumentos a favor del uso de la ciencia y sus estrategias metodológicas en la enseñanza para desarrollar el pensamiento creativo (DeHaan, 2009; Longo 2010; Meyer y Lederman, 2013; Siew *et al.*, 2014).

En concreto, las investigaciones cuantitativas llevadas a cabo por Aktamis y Ergin (2008), Yang *et al.* (2016), Sternberg *et al.* (2020) y Fernández-Vilanova *et al.* (2024) han puesto de manifiesto las relaciones significativas existentes entre las destrezas procedimentales de la ciencia (también llamadas destrezas de razonamiento científico o competencias de indagación científica) y la creatividad científica.

Se habla en la literatura de creatividad científica divergente y convergente. En el primer caso, se hace referencia a la producción de ideas para dar explicaciones, argumentos o desarrollar soluciones a problemas de carácter científico; y en el segundo caso, a la evaluación de ideas más adecuadas para la situación problemática a partir de conocimientos generales, conocimientos científicos y destrezas procedimentales de la ciencia (Yang *et al.*, 2019). Es evidente que la creatividad científica divergente y convergente se corresponden con pensamiento divergente y convergente mencionados anteriormente.

1.2. Reflexión cognitiva

Se han propuesto modelos para la cognición humana basados en un procesamiento dual (Kahneman y Frederic, 2005; Evans y Stanovich 2013). Según estos modelos, disponemos de dos sistemas, el S1 y el S2. El S1 se distingue por ser inconsciente, intuitivo, asociativo; y el S2, por el contrario, se define como consciente, lento, controlado y relacionado con la memoria de trabajo y la inteligencia fluida.

El uso del S2 depende de cada sujeto (Kahneman, 2011) y se atribuye a la denominada reflexión cognitiva de cada uno (Kahneman y Frederick, 2005). Se entiende por reflexión cognitiva a la competencia individual para modular el S1 y hacer uso de procesos y mecanismos mentales que ayuden a encontrar respuestas o tomar decisiones más fundamentadas, racionales, sensatas y lógicas (Otero *et al.*, 2022).

El constructo reflexión cognitiva está intrínsecamente vinculado al Test de Reflexión Cognitiva propuesto Frederick (Frederick, 2005; Kahneman y Frederick 2005). Gómez-Chacón *et al.* (2014) consideran que la reflexión cognitiva es un componente de la metacognición, en concreto la vinculan con las destrezas de autorregulación que permiten controlar las interacciones entre los sistemas S1 y S2.

Por otra parte, en el estudio de Toplak *et al.* (2011), la reflexión cognitiva se ha mostrado como una variable predictora de rendimiento en tareas de heurística y sesgo (tareas de razonamiento, pensamiento hipotético, justificación teórica, razonamiento científico, etc.). Además, en la investigación efectuada por Gómez-Chacón *et al.* (2014) la reflexión cognitiva correlacionó de forma positiva y significativa con las puntuaciones obtenidas en tareas de razonamiento deductivo y de matemáticas.

1.3. Calibración

Se denomina calibración al grado en que la apreciación del alumnado sobre la corrección de su desempeño en la realización de una determinada actividad o tarea se corresponde con su desempeño real obtenido con una medida objetiva (Hacker *et al.*, 2008). La calibración se ha utilizado como un indicador de un componente de la metacognición: la monitorización de los procesos mentales que se ejecutan durante la realización de una tarea (García *et al.*, 2016); Lingel *et al.*, 2019).

Oskamp (1965) cuantificó la calibración como la diferencia entre el éxito subjetivo (E) y el éxito objetivo (O). El sesgo de sobreconfianza se da si $E > O$ y el de infraconfianza si $E < O$. Dulonsky y Metcalfe (2008) propusieron calcular la calibración de una forma parecida y al éxito subjetivo le dieron el nombre de estimación del estudiante, y al objetivo puntuación del profesor.

Se ha visto que, en general, el alumnado tiene inclinación hacia el sesgo de sobreconfianza en su rendimiento de tareas académicas (De Bruin *et al.*, 2017; Zamora *et al.*, 2018). Por otro lado, se ha observado que el alumnado de mejor rendimiento académico es propenso a subestimar sus tareas y, por el contrario, el de menor rendimiento suele mostrar sobreestimación (Ardura y Galán, 2019; Kruger y Dunning, 1999).

En el trabajo de García *et al.* (2016) se recogieron diversas investigaciones en las que la apareció una relación positiva entre la calibración y el desempeño en matemáticas. En el estudio de Sáenz y Bruno (2018) se obtuvo una correlación significativa entre competencia matemática y calibración de estudiantes Grado de Maestro de Primaria. Por su parte, Ardura y Galán (2020), en una investigación con estudiantes de educación secundaria, encontraron correlaciones altas y significativas entre el desempeño en pruebas de Física y Química y calibración.

1.4. Objetivos de la investigación

En la educación secundaria se efectúan con cierta frecuencia actividades que requieren de creatividad científica convergente. En estas actividades se produce una confluencia de conocimientos y procedimientos científicos bien establecidos, y de procesos creativos. Los primeros son usualmente evaluados en el alumnado, pero los procesos creativos no lo son habitualmente. Por ello, los objetivos de la presente investigación fueron:

1. Evaluar el nivel de creatividad científica convergente en distintos niveles académicos de la educación secundaria.
2. Analizar los efectos que en estudiantes de educación secundaria tienen la reflexión cognitiva, la calibración, el nivel académico y el género sobre el nivel de creatividad científica convergente.

2. Metodología

2.1. Diseño de la investigación

Se efectuó un estudio *ex post facto*, transversal y de carácter cuantitativo. El nivel de creatividad científica convergente se tomó como variable dependiente. Las variables independientes o factores predictores fueron la reflexión cognitiva, la calibración, el nivel académico y el género. Los datos utilizados fueron recogidos en el segundo trimestre del curso académico 2023-2024.

2.2. Participantes

Participaron de forma anónima y voluntaria 43 estudiantes de 3º de ESO (9º grado), 25 hombres y 18 mujeres; 54 de 4º ESO (10º grado), 33 hombres y 21 mujeres; y 56 de 1º de Bachillerato (11º grado), 28 hombres y 28 mujeres. Así pues, el total de la muestra fue de 153 estudiantes, procedentes de un centro público de una gran ciudad española. El alumnado de 4º de ESO y 1º de Bachillerato seguía un itinerario científico-técnico y cursaba la asignatura de Física y Química. El muestreo fue no probabilístico.

2.3. Instrumentos y medidas

Para evaluar la creatividad científica convergente del alumnado de educación secundaria se utilizaron los dos ítems que propusieron Yang *et al.* (2019) en su prueba de creatividad científica. Estos ítems fueron traducidos y revisados por dos profesoras, una de ellas profesora universitaria y la otra de educación secundaria. Los dos ítems son:

1. *Por favor, observa bien el dibujo, sus objetos y las medidas que se explicitan. Tu tarea es desarrollar una estrategia para sacar agua de un tanque que está colocado encima de una mesa tal como indica el dibujo. El perro está sediento, pero no puede beber de la pecera y su cuidador no es lo suficientemente alto como para alcanzar el agua del tanque directamente. Dispones de las siguientes herramientas: una silla de 60 cm de altura, un tubo de agua (manguera) de 250 cm de longitud, algunas piedras, una pecera con 1 litro de agua y algunas bandas de goma.*
2. *Observa el dibujo y compara y redacta las diferencias entre (a) usar un termo y (b) usar un recipiente de acero, si se quiere llenarlos de leche caliente, taparlos y guardarlos en la nevera justo después de llenarlos. Explica con tus propias palabras qué pasará en los dos recipientes.*

Para la medida de calibración metacognitiva se pidió al alumnado participante determinar su nivel de confianza (alto o bajo) con las respuestas dadas a cada uno de estos ítems (nivel alto: alta confianza en que se ha dado una respuesta de buena calidad; nivel bajo: baja confianza en que la respuesta que se ha dado sea de buena calidad).

Para calificar la prueba de creatividad científica convergente se utilizó la rúbrica que aparece en la Tabla 1.

Tabla 1.

Rúbrica para la evaluación de la prueba de creatividad científica convergente

Ítem	Puntuación	Casos/Opciones
1	0	a) No hay respuesta o la explicación es totalmente incorrecta
	1	b) La respuesta incluye una pequeña parte de la opción d) (le faltan gran parte de elementos y/o la fundamentación científica es defectuosa/parcialmente incorrecta) o, simplemente, utiliza las piedras para hacer subir el nivel de agua de la pecera.
	2	c) La respuesta incluye una gran parte de la opción d) pero le faltan algunos aspectos, sobre todo en la explicación científica.
	3	d) La respuesta es completa, utiliza los elementos adecuados y explica con criterios científicos correctos cómo sacar el agua del tanque: extracción de aire de la manguera y salida del agua por el otro extremo por la diferencia de presiones.
2	0	a) No hay respuesta o la explicación es totalmente incorrecta
	1	b) La respuesta incluye una pequeña parte de la opción d) pero la fundamentación científica es defectuosa/parcialmente incorrecta
	2	c) La respuesta incluye una gran parte de la opción d) pero le faltan algunos aspectos, sobre todo en la explicación científica.
	3	d) En el caso del termo, al existir un cámara de “vacío” y a pesar de que la parte interna es de acero, la transferencia de energía en forma de calor se ve muy dificultada por la inexistencia de partículas de material que puedan participar en este proceso transferencial. Además, la parte externa tampoco es de acero (suele ser de un material de menor conductividad térmica). Así pues, si los dos recipientes están el mismo tiempo en la nevera, la diferencia de temperatura de la leche entre los dos recipientes será significativa: la leche del termo se habrá enfriado menos.

Fuente: Elaboración propia (2024).

Como puede verse en esta rúbrica cada ítem puntuó entre 0 y 3 puntos. Por tanto, la puntuación mínima en la prueba fue de 0 puntos y la máxima 6 puntos. Al nivel de confianza alto en la calidad de la respuesta del ítem se le otorgó un 1 punto y al bajo 0 puntos. La medida de calibración se obtuvo restando de la puntuación obtenida en cada ítem a partir de la rúbrica (O) la puntuación del nivel de confianza de la respuesta (E) y, finalmente, sumando el resultado (O-E) de los dos ítems. De acuerdo con esto, la puntuación mínima posible en la medida de calibración fue -2 puntos y la máxima 6 puntos.

Con la finalidad de evaluar la capacidad de reflexión cognitiva se empleó una adaptación al contexto cultural español del *Cognitive Reflection Test- Developmental* (CRT-D) de Young y Shtulman, (2020). Los ítems evalúan la capacidad para reprimir las respuestas automáticas, inmediatas, que vienen a la mente como “evidentes”. La traducción y adaptación de dicha prueba fue realizada por dos profesores, uno universitario y el otro de educación secundaria. Los ocho ítems de la prueba son los siguientes:

1. *Si estás participando en una carrera y adelantas a la persona que va en segundo lugar, ¿en qué posición estás?* [Respuesta correcta (RC): segundo].
2. *El padre de Emilia tiene tres hijas. Las dos primeras se llaman Lunes y Martes, ¿cómo se llama la tercera hija?* [RC: Emilia].
3. *Un granjero tiene cinco ovejas, todas excepto tres se han escapado. ¿Cuántas quedan?* [RC: 3].
4. *Si hay tres manzanas y tú coges dos, ¿cuántas manzanas tienes?* [RC: 2].
5. *¿Qué beben las vacas?* [RC: Agua].
6. *¿Qué pesa más: un kilo de rocas o un kilo de plumas?* [RC: Igual].
7. *¿Qué nace de un huevo de mariposa?* [RC: Oruga].
8. *Jorge está jugando al juego de "las cuatro esquinas" con tres de sus amigos: Enero, Marzo y Abril. ¿Quién es el cuarto jugador?* [RC: Jorge].

Cada uno de los ocho ítems se valoró con 0 (respuesta incorrecta) o 1 punto (correcta). En consecuencia, la puntuación mínima en esta prueba fue de 0 puntos y la máxima 8 puntos.

2.4. Procedimientos

La administración de las pruebas se llevó a cabo en dos sesiones distintas que ocuparon parcialmente las sesiones de clase ordinarias. En la primera sesión, se realizó la prueba de creatividad convergente, que lleva asociada la prueba de calibración. Se desarrolló en un período de tiempo típico de 25 minutos. En la segunda, se contestó a la prueba de reflexión cognitiva, que requirió alrededor de 5 minutos.

Los resultados de las pruebas se trasladaron a una hoja de cálculo en la que se codificaron para su procesamiento. Para los análisis descriptivos se usó Excel y para los inferenciales se empleó el paquete estadístico SPSS versión 24.0. Para corroborar la objetividad y fiabilidad en la aplicación de la rúbrica de evaluación de la prueba de creatividad convergente se determinó el grado de acuerdo interjueces. Uno de autores y un profesor universitario evaluaron independientemente un subconjunto de respuestas de 30 estudiantes elegidas al azar.

Se calculó la correlación entre ambas evaluaciones y se computó un test t de Student para saber si había diferencias significativas entre ellas. Las correlaciones fueron positivas, muy altas y significativas tanto para el ítem 1 ($r = .89, p < .001$) como para el ítem 2 ($r = .93, p < .001$). No hubo diferencias significativas entre ambos conjuntos de evaluaciones ni para el ítem 1 ($t(58) = .65, p > .10$) ni para el ítem 2 ($t(58) = .74, p > .10$). Así pues, el procedimiento de aplicación de la rúbrica resultó ser replicable y fiable. Por su parte, la fiabilidad de la prueba de reflexión cognitiva (en forma de consistencia interna) fue alta: alfa de Cronbach .92.

Para los análisis inferenciales se calcularon las correlaciones entre las variables independientes y dependiente del presente estudio y se efectuó un análisis de regresión lineal múltiple. Posteriormente, se realizó también un análisis de mediación en el que se siguió el procedimiento de Hayes (2013) y se aplicó el test de Sobel (1982) para la significatividad de los efectos.

3. Resultados

Las puntuaciones promedio de cada una de las variables (M) y sus desviaciones estándar (S.D.) en función del nivel académico del alumnado y de su género están reflejadas en la Tabla 2.

Tabla 2.

Promedios y desviaciones estándar de las variables del presente estudio, según el nivel académico y el género del alumnado

Variable	N. académico	Género	M	S.D.
Creatividad científica convergente (máx. 6)	3º ESO	Hombre	2,32	1,52
		Mujer	2,83	1,25
	4º ESO	Hombre	2,85	1,73
		Mujer	2,76	1,42
	1º Bachiller	Hombre	2,82	1,76
		Mujer	2,39	1,45
Calibración (máx. 6)	3º ESO	Hombre	1,00	1,55
		Mujer	1,94	1,21
	4º ESO	Hombre	1,38	1,54
		Mujer	1,48	1,19
	1º Bachiller	Hombre	1,71	1,72
		Mujer	1,96	1,55
Reflexión cognitiva (máx. 8)	3º ESO	Hombre	6,20	1,53
		Mujer	5,33	1,97
	4º ESO	Hombre	7,35	0,93
		Mujer	6,90	0,99
	1º Bachiller	Hombre	6,93	1,39
		Mujer	6,82	1,39

Fuente: Elaboración propia (2024).

En la Tabla 3 aparecen los coeficientes de correlación producto-momento de Pearson entre todas las variables de nuestra investigación. Puede observarse una correlación muy alta entre creatividad convergente y calibración metacognitiva, y moderada-baja, aunque significativa, entre la creatividad convergente y la reflexión cognitiva. Por el contrario, ni el nivel académico, ni el género correlacionan con dicha medida de creatividad. Asimismo, son destacables las correlaciones positivas y significativas, aunque de intensidad moderada-baja, entre la reflexión cognitiva y el nivel académico, y entre la calibración y la reflexión cognitiva.

Tabla 3.
Matriz de correlaciones entre variables

	1	2	3	4	5
1.Creatividad Científica Conv.	1	.013	-.015	.242**	.846***
2.Nivel Académico		1	.071	.262**	.120
3.Género			1	-.144	.169
4.Reflexión Cognitiva				1	.191*
5.Calibración					1

Notas: N =153; Género codificado como mujer =1, hombre =0; Nivel académico codificado como 3º ESO =0, 4ºESO =1, 1º Bachillerato =2. *p <.05, **p <.01, ***p <.001.

Fuente: Elaboración propia.

Se llevó a cabo un análisis de regresión lineal múltiple para la variable criterio (o dependiente) creatividad científica convergente. Concretamente, se utilizó un método paso a paso hacia atrás (*backward stepwise*) tomando como predictores la reflexión cognitiva y la calibración. El modelo de regresión explicó la variable dependiente de forma estadísticamente significativa ($F(1,151) = 378.98, p <.001$). En la Tabla 4 se recoge un resumen de este análisis de regresión.

Tabla 4.
Resumen del análisis de regresión con predictores de la creatividad científica convergente

Paso	V. Independiente	R ² ajustada	B	β	p	VIF
1		.718				
	Reflexión cognitiva		.090	.084	.058	1.038
	Calibración		.847	.830	<.001	1.038
2		.713				
	Calibración		.863	.846	<.001	1

Notas: N=153. B= Coeficiente de regresión no estandarizado; β = Coeficiente de regresión estandarizado; VIF = Variance Inflation Factor.

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 4 nos muestra que, en el primer paso del análisis, una de las dos variables independientes tuvo un nivel de significación marginal: la reflexión cognitiva ($p = .058$). Esto es, solo apareció la calibración como variable predictora significativa. Por esta razón, se llegó al segundo paso, donde se elimina la reflexión cognitiva. La calibración metacognitiva, por sí misma dio cuenta del 71.3% de la varianza de la variable criterio, poniendo en evidencia su gran impacto en la creatividad científica convergente.

Que la reflexión cognitiva correlacionara positiva y significativamente con la creatividad científica convergente, pero no apareciera como variable predictora significativa de la variabilidad de la creatividad científica convergente y, a la vez, que también correlacionara positiva y significativamente con la calibración, fueron indicios de un posible papel mediador de la calibración entre la reflexión cognitiva y la creatividad científica convergente. En la Tabla 5 se recogen algunos de los datos necesarios para efectuar el análisis de mediación y la prueba estadística para evaluar su significación estadística (test de Sobel).

El coeficiente “a” muestra el efecto directo (coeficiente de regresión no estandarizado) de la reflexión cognitiva sobre la calibración; el “b” recoge el efecto directo (coeficiente de regresión no estandarizado) de la calibración sobre la creatividad científica convergente; el coeficiente “c’” indica el efecto indirecto de la reflexión cognitiva sobre la creatividad científica convergente.

Tabla 5.

Datos del análisis de mediación y aplicación del test de Sobel

V. Analizada	a	b	c’	Z (Sobel)	p
Reflexión cognitiva	.201	.863	.087	2.375	.018

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el resultado del análisis, la mediación de la calibración es significativa, es decir, la reflexión cognitiva tiene un efecto indirecto significativo sobre la creatividad científica convergente.

4. Discusión

Las puntuaciones medias en la prueba de creatividad científica convergente, que se sitúan en 2.32-2.85 puntos sobre 6 (puntuación máxima), pueden considerarse bajas teniendo en cuenta las características (edad y formación) del alumnado participante. A tenor de las puntuaciones y correlaciones de la creatividad científica convergente con el nivel académico y el género, que son prácticamente nulas, parece que la creatividad científica convergente no se ve afectada de forma significativa ni por la formación académica a lo largo de la educación secundaria, ni por el género del alumnado. El escaso efecto del nivel académico y del género encontrado es totalmente coincidente con los resultados obtenidos por Hjarro-Vercher *et al.* (2023) y Fernández-Vilanova *et al.* (2024) con la creatividad científica divergente.

La correlación significativa entre reflexión cognitiva (capacidad para el uso de recursos cognitivos en la toma de decisiones fundamentadas y racionales) y calibración (autoevaluación del grado de corrección en el desempeño de una tarea) obtenida viene a constatar su relación dentro del complicado engranaje de las estrategias metacognitivas, en donde la reflexión cognitiva se vincula con la autorregulación (Chacón *et al.*, 2014) y la calibración con la monitorización (Lingel *et al.*, 2019).

Además, en el presente estudio la reflexión cognitiva ha mostrado una correlación positiva y significativa con el nivel académico, esto es, la formación académica mejora de forma ostensible esta competencia. Este hallazgo entra en contradicción con el obtenido por Doz y Sliško (2024). Estos autores no encontraron diferencias significativas en la puntuación de reflexión cognitiva entre distintos niveles académicos de educación secundaria. No obstante, se ha de señalar que emplearon un instrumento para medir la reflexión cognitiva bastante diferente al usado en este estudio.

A partir del análisis de regresión lineal múltiple llevado a cabo con las variables que han correlacionado de forma estadísticamente significativa con la creatividad científica convergente, a saber, reflexión cognitiva y calibración, se ha observado que la única que variable que predice significativamente la variabilidad de la creatividad científica convergente es la calibración. El coeficiente de regresión positivo indica que una mayor puntuación de calibración comporta un mayor nivel de creatividad científica convergente.

Es decir, el alumnado que más puntúa en la prueba de creatividad científica convergente es el que declara más infraconfianza en la ejecución de la prueba. Este resultado es congruente con la correlación significativa entre la medida de la creatividad y la autopercepción sobre el desempeño creativo de los participantes encontrada por Pesout y Nietfeld (2021).

Por último, el análisis de mediación realizado ha evidenciado que la calibración ejerció de mediadora entre la reflexión cognitiva y la creatividad científica convergente (variables que correlacionaron positiva y significativamente). La significación del efecto indirecto de la reflexión cognitiva sobre la creatividad científica ha mostrado que la reflexión cognitiva contribuye también a la variabilidad de la creatividad científica convergente.

Este resultado está en consonancia con el estudio de Corgnet *et al.* (2016), donde se obtuvo un coeficiente de correlación positivo y significativo entre la reflexión cognitiva y el pensamiento creativo convergente.

5. Conclusiones

Seguidamente, y de acuerdo con los objetivos planteados, se formularán las conclusiones que pueden deducirse de los resultados obtenidos. Sin embargo, conviene destacar que estas conclusiones están sujetas a las limitaciones del estudio que, fundamentalmente, son tres:

- 1) uso de una muestra sin muestreo probabilístico, lo que conlleva que los resultados obtenidos solo puedan ser válidos estrictamente para el alumnado participante;
- 2) la prueba de creatividad científica convergente consta únicamente de dos ítems, circunstancia que podría reducir su validez y fiabilidad; y
- 3) la medida de calibración es muy específica, asociada exclusivamente con la prueba de creatividad científica convergente.

Las puntuaciones en la prueba de creatividad científica convergente y su prácticamente nula correlación con el nivel académico y el género parecen sugerir, como primera conclusión, que el nivel de creatividad científica en la educación secundaria es bajo y que la formación científica que se proporciona a lo largo de la trayectoria académica no parece mejorarlo y no genera diferencias por género.

La segunda conclusión podría derivarse de los efectos significativos que las variables han exhibido (en el análisis de regresión lineal múltiple) sobre la creatividad científica convergente. En concreto, la calibración (componente de las estrategias metacognitivas) ha resultado decisiva en dicha creatividad, mostrando un gran impacto sobre ella. Así, todo parece indicar que mayor sesgo de infraconfianza conduce a mayor creatividad científica convergente.

La tercera conclusión tiene su origen en el análisis de mediación efectuado. Este análisis ha mostrado que la calibración actuó de mediadora entre la reflexión cognitiva y la creatividad científica convergente. Esto nos indica que la reflexión cognitiva también influyó, a través de la calibración, en la creatividad científica convergente.

A partir de estas conclusiones puede decirse que si se pretende conseguir fomentar la creatividad científica convergente en el aula podría ser de gran ayuda diseñar y llevar a cabo actividades que promuevan las estrategias metacognitivas.

En particular, aquellas en las que estén implicadas tareas en la que el alumnado tenga que tomar conciencia de la necesidad de analizar desde diferentes ángulos, basados en criterios racionales, una situación problemática antes de tomar decisiones o dar soluciones; y aquellas en las que el alumnado aprenda a conocer sus limitaciones en determinadas cuestiones, y a poner en cuestión el alcance de sus conocimientos.

Posiblemente sería útil al respecto enseñar al alumnado a utilizar estrategias metacognitivas para comprender cómo piensan sobre su propio aprendizaje. Se sugiere el uso de la formulación preguntas al alumnado sobre los procesos de planificación, control y evaluación durante las tareas que desarrollan en el aula de ciencias, especialmente cuando estas tareas son de alto nivel cognitivo, como por ejemplo en la resolución de problemas abiertos.

6. Referencias

- An, D. y Runco, M. A. (2016). General and domain-specific contributions to creative ideation and creative performance. *Europe's Journal of Psychology*, 12(4), 523-532. <https://doi.org/10.5964/ejop.v12i4.1132>
- Aktamis, H. y Ergin, Ö. (2008). The effect of scientific process skills education on students' scientific creativity, science attitudes and academic achievements. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(1), Article 4. <https://www.eduhk.hk/apfslt/>
- Ardura, D. y Galán, A. (2020). Calibración del resultado de una prueba escrita en estudiantes de ciencias de secundaria: el efecto del sexo. *Revista de Investigación Educativa*, 38(2), 329-344. <https://doi.org/10.6018/rie.384031>
- Ayas, M. B. y Sak, U. (2014). Objective measure of scientific creativity: Psychometric validity of the creative scientific ability test. *Thinking Skills and Creativity*, 13, 195-205. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2014.06.001>
- Bermejo, M. R., Ruiz-Melero, M. J., Esparza, J., Ferrando, M. y Pons, R. (2016). A new measurement of scientific creativity: The study of its psychometric properties. *Anales de Psicología*, 32(3), 652-661. <http://dx.doi.org/10.6018/analesps.32.3.259411>
- Bernal, A., Esparza J., Ruiz, M. J., Ferrando, M. y Sainz, M. (2017). The specificity of creativity: Figurative and scientific. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 15(3), 574-597. <https://doi.org/10.14204/ejrep.43.16094>
- Clapham, M. M. (1997). Ideational skills training: A key element in creativity training programs. *Creativity Research Journal*, 10(1), 33-44. https://doi.org/10.1207/s15326934crj1001_4
- Corgnet, B., Espín, A. M. y Hernán-González, R. (2016). Creativity and cognitive skills among millennials: Thinking too much and creating too little. *Frontiers in Psychology*, 7, 1626. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01626>
- De Bruin, A. B. H., Kok, E. M., Lobbstaël, J. y de Grip, A. (2017). The impact of an online tool for monitoring and regulating learning at university: overconfidence, learning strategy, and personality. *Metacognition and Learning*, 12(1), 21-43. <https://doi.org/10.1007/s11409-016-9159-5>

- De Chantal, P. L. y Markovits, H. (2022). Reasoning outside the box: Divergent thinking is related to logical reasoning. *Cognition*, 224, 105064. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2022.105064>
- DeHaan, R. L. (2009). Teaching creativity and inventive problem solving in science. *CBE – Life Sciences Education*, 8(3), 172-181. <https://doi.org/10.1187/cbe.08-12-0081>
- Department for Education. (2013). *National curriculum in England: Science programmes of study*. <https://acortar.link/SgWCHK>
- Doz, D. y Sliško, J. (2024). The cognitive reflection test and students' achievements in mathematics and physics. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 12(1), 85-96. <https://doi.org/10.30935/scimath/13832>
- Dunlosky, J. y Metcalfe, J. (2008). *Metacognition*. SAGE Publications
- Evans, J. S. B. y Stanovich, K. E. (2013). Dual-process theories of higher cognition: Advancing debate. *Perspectives on Psychological Science*, 8(3), 223-241. <https://doi.org/10.1177/1745691612460685>
- Eysenck, H. (2003). Creativity, personality, and the convergent-divergent continuum. In M. A. Runco (Ed.), *Critical Creativity Processes* (pp. 95-114). Hampton Press.
- Fernández-Vilanova, J., Solaz-Portolés, J. J. y Sanjosé-López, V. (2024). Impacto de la creatividad e identidad científica sobre las destrezas de razonamiento científico de estudiantes de Educación Secundaria. *Revista de Estilos de Aprendizaje*, 17(34), 1-13. <https://doi.org/10.55777/rea.v17i34.5918>
- Frederick, S. (2005). Cognitive reflection and decision making. *Journal of Economic Perspectives*, 19(4), 25-42. <https://doi.org/10.1257/089533005775196732>
- García, T., Rodríguez, C., González-Castro, P., González-Pineda, J. A. y Torrance, M. (2016). Elementary students' metacognitive processes and post-performance calibration on mathematical problem-solving tasks. *Metacognition and Learning*, 11, 139-170. <https://doi.org/10.1007/s11409-015-9139-1>
- Gómez-Chacón, I. M., García-Madruga, J. A., Vila, J. Ó., Elosúa, M. R. y Rodríguez, R. (2014). The dual processes hypothesis in mathematics performance: Beliefs, cognitive reflection, working memory and reasoning. *Learning and Individual Differences*, 29, 67-73. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.10.001>
- Hacker, D.J., Bol, L. y Bahbahani, K. (2008). Explaining calibration accuracy in classroom contexts: the effects of incentives, reflection, and explanatory style. *Metacognition and Learning*, 3, 101-121. <https://doi.org/10.1007/s11409-008-9021-5>
- Hennessey, B. A. y Amabile, T. M. (2010). Creativity. *Annual Review of Psychology*, 61(1), 569-598. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.100416>
- Hijarro-Vercher, A., Solaz-Portolés, J. J. y Sanjosé, V. (2023). Creatividad, metacognición y autoeficacia en la detección de errores en problemas resueltos. *Revista Fuentes*, 25(3), 256-266. <https://doi.org/10.12795/revistafuentes.2023.23050>

- Hu, W., Wu, B., Jia, X., Yi, X., Duan, C., Meyer, W. y Kaufman, J. C. (2013). Increasing students' scientific creativity: The "learn to think" intervention program. *The Journal of Creative Behavior*, 47(1), 3-21. <https://doi.org/10.1002/jocb.20>
- Jia, X., Li, W. y Cao, L. (2019). The role of metacognitive components in creative thinking. *Frontiers in Psychology*, 10, 2404. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02404>
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow*. Farrar, Straus, and Giroux.
- Kahneman, D., y Frederick, S. (2005). A model of heuristic judgement. In J. H. Keith y R. G. Morrison (Eds.), *Cambridge handbook of thinking and reasoning* (pp. 267-293). Cambridge University Press.
- Kind, P. M. y Kind, V. (2007). Creativity in science education: Perspectives and challenges for developing school science. *Studies in Science Education*, 43(1), 1-37. <https://doi.org/10.1080/03057260708560225>
- Kruger, J. y Dunning, D. (1999). Unskilled and unaware of it: How difficulties in recognizing one's own incompetence led to inflated self-assessments. *Journal of Personality and Social Psychology*, 77(6), 1121-1134. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.77.6.1121>
- Lebuda, I. y Benedek, M. (2023). A systematic framework of creative metacognition. *Physics of Life Reviews*, 46, 161-181. <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2023.07.002>
- Lin, C., Hu, W., Adey, P. y Shen, J. (2003). The influence of CASE on scientific creativity. *Research in Science Education*, 33, 143-162. <https://doi.org/10.1023/A:1025078600616>
- LOMLOE (2020). *Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación*. https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2020-17264
- Longo, C. (2010). Fostering Creativity or Teaching to the Test? Implications of State Testing on the Delivery of Science Instruction. *The Clearing House*, 83(2), 54-57. <https://doi.org/10.1080/00098650903505399>
- Meyer, A. A. y Lederman, N. G. (2013). Inventing creativity: An exploration of the pedagogy of ingenuity in science classrooms. *School Science and Mathematics*, 113(8), 400-409. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/ssm.12039>
- Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deporte (2023). *PISA 2022. Marco conceptual de Pensamiento Creativo*. Secretaria General Técnica del Ministerio. <https://libreria.educacion.gobierno.es>
- NRC (National Research Council). (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- OECD. (2004). *Innovation in the knowledge economy: Implications for education and learning*. OECD Publications.
- OECD. (2008). *Innovating to learn, learning to innovate*. OECD.

- Orkibi, H. (2021). Creative adaptability: Conceptual framework, measurement, and outcomes in times of crisis. *Frontiers in Psychology*, 11, 588172. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.588172>
- Oskamp, S. (1965). Overconfidence in case-study judgments. *The Journal of Consulting Psychology*, 29, 261-265. <https://doi.org/10.1037/h0022125>
- Otero, I., Salgado, J. F. y Moscoso, S. (2022). Cognitive reflection, cognitive intelligence, and cognitive abilities: A meta-analysis. *Intelligence*, 90, 101614. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2021.101614>
- Pesout, O. y Nietfeld, J. L. (2021). How creative am I? Examining judgments and predictors of creative performance. *Thinking Skills and Creativity*, 40, 100836. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100836>
- Preiss, D. D. (2022). Metacognition, mind wandering, and cognitive flexibility: Understanding creativity. *Journal of Intelligence*, 10(3), 69. <https://doi.org/10.3390/jintelligence10030069>
- Ramly, S. N. F., Ahmad, N. J. y Yakob, N. (2022). Development, validity, and reliability of chemistry scientific creativity test for pre-university students. *International Journal of Science Education*, 44(14), 1-16. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2116298>
- Runco, M. A. y Jaeger, G. J. (2012). The Standard Definition of Creativity. *Creativity Research Journal*, 24(1), 92-96. <https://doi.org/10.1080/10400419.2012.650092>
- Sáenz, C. y Bruno, G. N. (2018). Calibración, autoconcepto y competencia matemática. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 14, 1-14. <https://doi.org/10.35763/aiem.v0i14.178>
- Sawyer, R. K. (2021). The iterative and improvisational nature of the creative process. *Journal of Creativity*, 31, 100002. <https://doi.org/10.1016/j.vjoc.2021.100002>
- Siew, N. M., Chong, C. L. y Chin, K. O. (2014). Developing a scientific creativity test for fifth graders. *Problems of Education in the 21st Century*, 62, 109-123. <https://doi.org/10.33225/pec/14.62.109>
- Sternberg, R. J. (Ed.). (1999). *Handbook of creativity*. Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J., Todhunter, R. J., Litvak, A. y Sternberg, K. (2020). The relation of scientific creativity and evaluation of scientific impact to scientific reasoning and general intelligence. *Journal of Intelligence*, 8(2), 17. <https://doi.org/10.3390/jintelligence8020017>
- Toplak, M. E., West, R. F. y Stanovich, K. E. (2011). The Cognitive Reflection Test as a predictor of performance on heuristics-and-biases tasks. *Memory & Cognition*, 39, 1275-1289. <https://doi.org/10.3758/s13421-011-0104-1>
- Urban, M. y Urban, K. (2024). Do we need metacognition for creativity? A necessary condition analysis of creative metacognition. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1037/aca0000647>

- Yang, K. K., Hong, Z. R., Lee, L. y Lin, H. S. (2019). Exploring the significant predictors of convergent and divergent scientific creativities. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 252-261. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2019.01.002>
- Yang, K. K., Lin, S. F., Hong, Z. R. y Lin, H. S. (2016). Exploring the assessment of and relationship between elementary students' scientific creativity and science inquiry. *Creativity Research Journal*, 28(1), 16-23. <https://doi.org/10.1080/10400419.2016.1125270>
- Young, A. G. y Shtulman, A. (2020). Children's cognitive reflection predicts conceptual understanding in science and mathematics. *Psychological Science*, 31(11), 1396-1408. <https://doi.org/10.1177/0956797620954449>

CONTRIBUCIONES DE AUTORES/AS, FINANCIACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

Contribuciones de los/as autores/as:

Conceptualización: Cifré-Herrando, Mireia; Solaz-Portolés, Joan J.; **Validación:** Solaz-Portolés, Joan J. **Análisis formal:** Solaz-Portolés, Joan J.; Sanjosé, Vicente; **Curación de datos:** Cifré-Herrando, Mireia; Solaz-Portolés, Joan J.; Sanjosé, Vicente **Redacción-Preparación del borrador original:** Cifre-Herrando, Mireia; **Redacción-Re- visión y Edición:** Solaz-Portolés, Joan J.; Sanjosé, Vicente; **Visualización:** Cifre-Herrando, Mireia; **Supervisión:** Solaz-Portolés, Joan J.; Sanjosé, V.; **Todos los/as autores/as han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito:** Cifré-Herrando, Mireia; Solaz-Portolés, Joan J.; Sanjosé, V.

Financiación: Esta investigación ha sido financiada por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 y por la subvención FEDER A way of making Europe número PID2021-124333NB-I00, y por la Generalitat Valenciana (Consellería de Innovación, Universidades y Empleo) subvención CIAICO/2022/228.

AUTOR/ES:

Mireia Cifre-Herrando

Universitat Politècnica de València, España.

Investigadora Doctora en la Universitat Politècnica de València. Ha cursado el Máster de Profesor/a de Educación Secundaria. Miembro del equipo investigador de cinco proyectos de investigación. Coautora de diez artículos en revistas y dieciocho comunicaciones en congresos internacionales.

mcifher@upvnet.upv.es

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-8800-3585>

Joan Josep Solaz-Portolés

Universitat Politècnica de València, España.

Profesor Titular de Didáctica de las Ciencias Experimentales en la Universitat de València (España). Miembro del grupo de investigación CDC/PCK de la Universitat de València. Ha investigado sobre la resolución de problemas, las variables cognitivas y metacognitivas en el aprendizaje de las ciencias y el conocimiento didáctico del contenido del profesorado. Sus líneas de investigación actuales son la creatividad científica (IP en dos proyectos de investigación), las destrezas de indagación científica y las creencias epistemológicamente injustificadas en estudiantes y profesores de educación primaria y secundaria.

joan.solaz@uv.es

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-4690-6556>

Vicente Sanjosé López

Universitat de València, España.

Catedrático de Didáctica de las Ciencias Experimentales en la Universitat de València (España). Miembro del grupo de investigación CDC/PCK de la Universitat de València. Está especializado en la enseñanza de las ciencias y en la formación inicial de profesores de ciencias, especialmente en comprensión, metacognición y resolución de problemas, así como en el uso de dispositivos para observar los procesos mentales durante el desarrollo de tareas académicas.

vicente.sanjose@uv.es

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-3806-1717>