



IMPACTO DE LA MOTIVACIÓN HACIA EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS, DEL GÉNERO, Y DE LA FORMACIÓN ACADÉMICA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA, SOBRE LA FORMULACIÓN DE PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN



IMPACTO DA MOTIVAÇÃO PARA APRENDER CIÊNCIA, GÊNERO E FORMAÇÃO ACADÊMICA NO ENSINO MÉDIO, NA FORMULAÇÃO DE QUESTÕES DE PESQUISA

THE IMPACT OF MOTIVATION TOWARDS SCIENCE LEARNING, GENDER, AND ACADEMIC BACKGROUND IN SECONDARY EDUCATION, ON THE ASKING OF RESEARCH QUESTIONS

Kilian Defez¹

Joan J. Solaz-Portolés²

Vicente Sanjosé³

Resumen: Las competencias de indagación científica son fundamentales en la alfabetización científica de la ciudadanía. Una de estas competencias, la formulación de preguntas de investigación, constituye el punto de partida de los procesos de indagación científica. Por este motivo, los objetivos de este estudio se centraron en la evaluación de la capacidad de formulación de preguntas de investigación de los estudiantes de secundaria y en el análisis de la influencia del género, nivel académico y la motivación hacia el aprendizaje de las ciencias sobre esta capacidad. Participaron 167 estudiantes de educación secundaria (8º, 9º y 10º grado, entre 13 y 16 años). A todos ellos se les administraron dos instrumentos, uno para determinar la capacidad de formulación de preguntas de investigación, y otro para medir la motivación hacia el aprendizaje de las ciencias. A partir de un análisis de las correlaciones entre variables y de un análisis de regresión, se puede concluir que: a) la capacidad de formulación de preguntas de investigación de los estudiantes es baja; y b) solo el nivel académico de los estudiantes influye de forma significativa en dicha capacidad.

Palabras-clave: Educación secundaria. Enseñanza de las ciencias. Formulación de preguntas de investigación. Motivación hacia el aprendizaje de las ciencias.

¹ Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria. Universitat de València, España. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3924-7663>. E-mail: kideaz@alumni.uv.es.

² Doctor en Química (Didáctica de las Ciencias). Depto. Didáctica de las Ciencias, Universitat de València, España. ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4690-6556>. E-mail: Joan.Solaz@uv.es.

³ Doctor en Física. Depto. Didáctica de las Ciencias, Universitat de València, España. ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3806-1717>. E-mail: Vicente.Sanjose@uv.es.



Resumo: As habilidades de investigação científica são fundamentais para a alfabetização científica dos cidadãos. Uma dessas habilidades, a formulação de questões de pesquisa, é o ponto de partida dos processos de investigação científica. Por esta razão, os objetivos deste estudo concentraram-se na avaliação da capacidade dos alunos do ensino médio de formular questões de pesquisa e na análise da influência do gênero, do nível acadêmico e da motivação para aprender ciência sobre esta capacidade. Um total de 167 alunos do ensino médio (8ª, 9ª e 10ª séries, com idades entre 13 e 16 anos) participaram. Todos eles foram administrados dois instrumentos, um para determinar a capacidade de formular perguntas de pesquisa, e outro para medir a motivação para aprender ciência. A partir de uma análise das correlações entre as variáveis e uma análise de regressão, pode-se concluir que: a) a capacidade dos estudantes de formular questões de pesquisa é baixa; e b) somente o nível acadêmico dos estudantes tem uma influência significativa em sua capacidade de formular questões de pesquisa.

Palavras-chave: Ensino médio. Educação científica. Formulação de questões de pesquisa. Motivação para aprender ciência.

Abstract: Scientific inquiry competencies are fundamental to the scientific literacy of citizens. One of these competencies, the asking of research questions, is the starting point of scientific inquiry processes. For this reason, the objectives of this study focused on the evaluation of the research question asking ability of secondary school students and on the analysis of the influence of gender, grade level and motivation towards science learning on this ability. A total of 167 students of Spanish secondary education (8th, 9th and 10th grade, between 13 and 16 years old) participated. Two instruments, one to determine their ability to ask research questions, and the other to measure their motivation to learn science, were administered to participants. From an analysis of the correlations between variables and a regression analysis, it can be concluded that: a) the students' ability to ask research questions is low; and b) only the grade level of the students has a significant influence on this ability.

Keywords: Secondary school. Science education. Asking of research questions. Motivation towards science learning.

Submetido 08/07/2020

Aceito 15/10/2021

Publicado 19/10/2021



Introducción

La comunidad científica y la comunidad educativa están de acuerdo en que la alfabetización científica constituye uno de los principales objetivos de la enseñanza de las ciencias (Gormally, Brickman, & Lutz, 2012). El aprendizaje de las ciencias basado en la indagación se muestra como una metodología que favorece los procesos de aprendizaje y la alfabetización científica de los estudiantes (Ergül et al., 2011; Lederman, Lederman, & Antink, 2013; Wen *et al.*, 2020; Widowati, Widodo, & Anjarsari, 2017). Por ello, cada vez más las políticas educativas de distintos países tienden a incluir la indagación científica como eje vertebrador de la educación científica. (Hasson & Yarden, 2012).

Pueden encontrarse en la literatura multitud de ideas acerca de lo que se entiende por competencias de indagación científica (Chi, Wang, & Liu, 2019). Así en PISA (*Programme for International Student Assessment*) 2015 (OECD, 2013) se habla, entre otras cosas, de “identificar la pregunta que se explora en un determinado estudio científico y distinguir las preguntas que son posibles de investigar científicamente” (p. 15), o Yang, Lin, Hong, & Lin (2016) mencionan como uno de los puntos clave identificar preguntas de investigación. En la clasificación de competencias (y subcompetencias) de indagación científica y de sus formas de ejecución que hacen Chi *et al.* (2019), la competencia de indagación científica “Identificar preguntas científicas” se puede ejecutar como “Plantear preguntas científicas en un contexto determinado que pueda ser investigado” y “Distinguir las preguntas que pueden ser investigadas científicamente”.

La formulación de preguntas por parte del alumnado ha sido objeto de interés durante mucho tiempo (Grasser & Black, 2017) debido a los mecanismos cognitivos, metacognitivos y emocionales que implica (Otero, 2009). Chin (2002) destaca el carácter informativo de las preguntas de los estudiantes, porque pueden poner de manifiesto el nivel comprensión conceptual, concepciones alternativas y nivel de razonamiento de los estudiantes. Phillips, Watkins y Hammer (2018) recogen en su trabajo los diferentes estudios que han analizado el papel de las preguntas de los estudiantes en: la construcción del conocimiento científico, el fomento de la participación y de la argumentación, el diseño de experimentos, los conocimientos previos y el interés por la ciencia. Por su parte, Hofstein, Navon, Kipnis y Mamlok-Naaman (2005) señalan el valor y la importancia de desarrollar destrezas de formulación de preguntas en la educación científica, dado que éstas impregnan los procesos de alto nivel cognitivo implicados en el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de

problemas. En el artículo de revisión de Chin y Osborne (2008) se concluye que es muy importante proveer entornos de aprendizaje que apoyen y promuevan la capacidad de los estudiantes de formular preguntas. En concreto, estos autores sugieren que para los estudiantes que aprenden ciencias, sus preguntas tienen el potencial de: dirigir su aprendizaje e impulsar la construcción del conocimiento; fomentar la discusión y el debate, mejorando así la calidad de la comunicación en el aula; ayudarles a autoevaluar y controlar su comprensión; y aumentar su motivación e interés. De hecho, las preguntas de los estudiantes se han considerado como indicadores de su nivel de control metacognitivo de la comprensión y se ha estudiado de qué factores depende su formulación y tipología en contextos de indagación en ciencias (Torres, Milicic, Soto, & Sanjosé, 2013).

Hay un tipo de preguntas especialmente interesantes dentro de un contexto de indagación científica: las preguntas de investigación. De hecho, la indagación científica es un conjunto de procesos en los que se formulan preguntas de investigación y se les intenta dar respuesta (Dillon, 1988). Las preguntas de investigación, que también pueden llamarse preguntas investigables u operativas, son preguntas que requieren acciones prácticas, manipulativas y operativas, y que pueden dar lugar a un proceso de recogida de datos para responderlas (Bielik & Yarden, 2016; Chin & Kayalvizhi, 2002). Sin embargo, en las tareas de indagación científica que suelen llevarse a cabo en los centros educativos las preguntas de investigación se les proporcionan a los estudiantes, impidiendo con ello desarrollar una indagación científica plena (Chinn & Malhotra, 2002).

En el estudio llevado a cabo por Rodríguez, Solaz-Portolés y Sanjosé (2021) se constata, mediante la aplicación de un cuestionario de opción múltiple, que las destrezas de razonamiento científico (propias de la indagación científica) mejoran ostensiblemente con la formación académica a lo largo de la educación secundaria y que el género no genera diferencias significativas. Además, las investigaciones de Innatesari, Sajidan y Sukarmin (2019) y de Nehring, Nowak, Zu-Belzen y Tiemann (2015) muestran que el género no tiene efectos significativos en la competencia de indagación científica

Se ha comprobado que la motivación de los estudiantes es clave para su implicación en las actividades de aprendizaje (Pajares, 2001). En concreto, en el aprendizaje de las ciencias la literatura nos indica que la motivación de los estudiantes desempeña un papel muy relevante en los procesos de cambio conceptual, en el pensamiento crítico, en las estrategias de aprendizaje y en el éxito académico (Velayutham, Aldridge, & Fraser, 2012). De acuerdo con Tuan, Chin

y Shieh (2005), a partir de la teoría constructivista del aprendizaje y de las teorías de la motivación, los factores motivacionales que pueden influir más en la motivación hacia el aprendizaje de las ciencias son la autoeficacia, el valor de las tareas de aprendizaje de las ciencias, los objetivos individuales de aprendizaje, las estrategias de aprendizaje y el entorno (ambiente) de aprendizaje. Tanto Fraser (2012), como Velayutham y Aldridge (2013), han confirmado la relevancia de estos factores en el aprendizaje de las ciencias. Por otra parte, en los resultados de investigaciones de Yoon (2009), Nehring et al. (2015) y Scogin y Stuessy (2015), se subraya que las variables motivacionales tienen mucha importancia para que los estudiantes se impliquen y tengan éxito en las tareas de indagación científica.

No pueden verse en el ámbito iberoamericano muchos trabajos que examinen específicamente la influencia de la motivación hacia el aprendizaje de las ciencias de los estudiantes de secundaria sobre la formulación de preguntas de investigación. Por esta razón, las preguntas de investigación que guían el presente trabajo, todas ellas referidas a estudiantes de secundaria, son:

1. ¿Qué capacidad tienen de formular preguntas de investigación?
2. ¿Qué relaciones existen entre la motivación hacia el aprendizaje de las ciencias, el género, el nivel académico y la capacidad de formulación de preguntas de investigación?
3. ¿Cuál es la contribución de la motivación hacia el aprendizaje de las ciencias, el género y el nivel académico a la variabilidad de la capacidad de formulación de preguntas de investigación?

Metodología

Diseño

Se realizó un estudio “ex post facto”, tomando la capacidad de formulación de preguntas de investigación como variable dependiente, y tres variables independientes: motivación hacia el aprendizaje de las ciencias, nivel académico y género.

Participantes

Han participado 167 estudiantes, de los cuales 84 eran chicos y 83 chicas. De ellos, 61 son de 2º de la Educación Secundaria Obligatoria española, ESO (8º grado, 13-14 años), 55 de 3º de la ESO (9º grado, 14-15 años), y 51 de 4º de la ESO (10º grado, 15-16 años). Se trata de

una muestra de conveniencia debido a la disponibilidad de acceso a los estudiantes. Todos provienen de un centro público de educación secundaria de Valencia (España). Estos sujetos no presentan, a priori, características especiales que los diferencien de otros grupos de sus mismos cursos. Es necesario recalcar, no obstante, que los resultados no podrían ser extrapolados de forma fiable.

Instrumentos

Con la finalidad de medir la capacidad de formulación de preguntas, se utilizó el *Alternative Assessment of Science Process Skills* (AASPS) diseñado por Germann, Aram, Odom y Burke (1996), más concretamente la parte relacionada con la formulación de preguntas de investigación. Esta parte se tradujo al castellano por uno de los autores, traducción que fue revisada por una profesora universitaria experta en lengua inglesa. Posteriormente se adaptó al contexto educativo español y a las necesidades del estudio. El AASPS completo ofrece una situación problemática a partir de la cual se pide: formular preguntas de investigación; identificar variable dependiente, variable independiente y variables a controlar; y emitir hipótesis. A continuación, se muestra la parte de formulación de preguntas de investigación que ha sido empleada:

Salvador y Georgina disponían de un dispensador de agua fría (a temperatura de 3°C) y de otro caliente (a temperatura 70°C), de recipientes de distintos volúmenes para recoger agua, y de termómetros. Decidieron que mezclarían un poco de agua fría con agua caliente. Tenían curiosidad por estudiar qué ocurre cuando se mezclan distintas cantidades de agua fría y agua caliente.

Formula todas las preguntas que creas conveniente que pudieran ser objeto de una investigación científica. Usa preferentemente las palabras “afecta” o “efecto” para ver la influencia de unas variables sobre otras. Por ejemplo, si fueses un agricultor: “¿Cómo afecta la cantidad de lluvia semanal al crecimiento de mi maíz?”

Para evaluar la motivación hacia el aprendizaje de las ciencias se empleó el cuestionario *Students' Motivation Towards Science Learning* (SMTSL) de Tuan *et al.* (2005). Consta de 35 ítems que se engloban en 6 factores: autoeficacia, estrategias de aprendizaje, valor del aprendizaje de las ciencias, objetivos de rendimiento, objetivos de logro y estimulación del entorno de aprendizaje. Utilizan una escala tipo Likert de cinco niveles de respuesta, desde “muy poco de acuerdo” (valor 1), hasta “muy de acuerdo” (valor 5). La versión en castellano que se administró fue elaborada por las mismas personas y siguiendo el mismo procedimiento que en el otro instrumento. Se introdujeron ligeras modificaciones sobre la versión original para mejorar su comprensibilidad. Seguidamente se ofrece un ítem de cada uno de los factores:

- Autoeficacia: *“Estoy seguro/a que puedo hacer bien las pruebas de evaluación de ciencias”*
- Estrategias de aprendizaje: *“Cuando aparecen conceptos nuevos en ciencias siempre intento comprenderlos bien”*
- Valor del aprendizaje de las ciencias: *“Pienso que aprender ciencias es importante porque me sirve para la vida diaria”*
- Objetivos de rendimiento: *“Me esfuerzo en ciencias para conseguir que mis compañeros/as me consideren inteligente”* (ítem inverso)
- Objetivos de logro: *“Me siento más satisfecho/a cuando obtengo una buena puntuación en el examen de ciencias”*
- Estimulación del entorno de aprendizaje: *“Me gusta participar en clases de ciencias porque el profesor utiliza diversas metodologías de enseñanza”*

Procedimiento

Los instrumentos se administraron en una sesión de clase normal de 50 minutos. El primero en cumplimentarse fue el cuestionario de motivación hacia el aprendizaje de las ciencias SMTSL, y a continuación se llevó a cabo la prueba de formulación de preguntas de investigación.

Para la evaluación de la prueba de formulación de preguntas de investigación se empleó la rúbrica propuesta por los diseñadores del instrumento AASPS (Germann *et al.*, 1996). Tras un análisis previo de las preguntas de investigación de los estudiantes se convino en reducir las categorías de la rúbrica de 6 a 5, que fueron las siguientes (puntuación otorgada entre paréntesis):

- Variable independiente (causa) y variable dependiente (efecto) completamente descritas y relacionadas (4 puntos). Ejemplo: ¿Cómo afectará la cantidad (volumen) de agua fría (a una temperatura determinada) que se mezcla con una cantidad (volumen) fija de agua caliente (a una temperatura determinada) a la temperatura final de la mezcla?
- Variables independiente y dependiente descritas y relacionadas pero no correcta o completamente (3 puntos). Ejemplo: ¿Cuál es el efecto en la temperatura del agua fría y del agua caliente que se mezclan?
- Variables independiente y dependiente descritas pero inadecuadamente relacionadas (2 puntos). Ejemplo: ¿Cómo la temperatura afecta a la mezcla del agua caliente y del agua fría?
- Variable independiente o variable dependiente no descritas, o no correctamente descritas, o bien no relacionadas (1 punto). Ejemplo: ¿Cuál es el efecto de mezclar agua caliente y agua fría?
- Variable independiente y dependiente no descritas o no hay respuesta (0 puntos)

Dado que existe un elemento de subjetividad en la interpretación de la rúbrica, fue necesario comprobar que el sistema de puntuación podía ser interpretado de forma fiable por alguien que no hubiera participado en el desarrollo de la prueba. Con este fin, un participante de la investigación y otro profesor no participante evaluaron a 40 estudiantes usando la rúbrica. Se determinó el coeficiente de correlación producto-momento de Pearson, que resultó ser 0.91. En consecuencia, este valor parece sugerir que el criterio y el procedimiento de calificación aplicado es suficientemente objetivo.

Por otra parte, en el cuestionario SMTSL, se procedió a la modificación de las puntuaciones en los ítems invertidos, de tal manera que un 1 pasó a ser un 5, un 2 un 4, un 4 un 5, y 5 un 1. Todas las puntuaciones en cada ítem de los estudiantes fueron trasladadas a una hoja de EXCEL, para su posterior tratamiento estadístico. También se incluyeron en dicha hoja las puntuaciones obtenidas en la prueba de formulación de preguntas de investigación.

Resultados

En primer lugar, se calculó el coeficiente alfa de Cronbach del cuestionario de motivación hacia el aprendizaje de las ciencias SMTSL, que proporcionó un valor de 0.89. Consecuentemente, el nivel de consistencia interna del cuestionario fue alto.

Las medias aritméticas y las desviaciones estándar de las puntuaciones obtenidas tanto en la prueba de formulación de preguntas de investigación como en el cuestionario de motivación hacia el aprendizaje de las ciencias (suma de las puntuaciones en todos los ítems) se muestran en la Tabla 1 en función del nivel académico (curso) y del género. La media global de la prueba de formulación de preguntas de investigación fue de 2.88 puntos con un rango que va desde los 1.17 a 4.70 puntos. Por su parte, la media global del cuestionario de motivación hacia el aprendizaje de las ciencias se sitúa en 104.11 (puntuación máxima posible 175 puntos), y las medias fluctúan entre 103.04 y 107.25 puntos.

Tabla 1

Estadística descriptiva de las variables en el estudio

Variable	N. Académico	Género	Media	S.D.
Formulación preguntas de investigación	2° ESO	Chico	2.57	4.89
		Chica	1.17	1.22
	3° ESO	Chico	2,30	3.86
		Chica	2,80	4.98
	4° ESO	Chico	4,70	5.62
		Chica	4,17	4.46
Motivación hacia aprendizaje ciencias (punt. máx. 175)	2° ESO	Chico	105.43	9.12
		Chica	104.76	6.94
	3° ESO	Chico	107.25	8.82
		Chica	103.04	8.89
	4° ESO	Chico	105.21	9.55
		Chica	101.93	6.53

La Tabla 2 presenta la matriz de correlaciones producto-momento de Pearson entre las variables género (considerando valor 0 para las chicas y valor 1 para los chicos), nivel académico (se ha tomado valor 0 para 2° de ESO, valor 1 para 3° de ESO, y valor 2 para 4° de ESO), motivación hacia el aprendizaje de las ciencias, y formulación de preguntas de investigación. Las correlaciones que han resultado ser significativas se dan entre formulación de preguntas de investigación y nivel académico ($r = 0.240$), y entre la motivación hacia el

aprendizaje de las ciencias y el género ($r=0.158$). La correlación entre formulación de preguntas de investigación y motivación hacia el aprendizaje de las ciencias es prácticamente nula.

Tabla 2

Coefficientes de correlación entre las variables consideradas

	Formulación preguntas de inv.	Nivel Académico	Género	Motivación aprendizaje cc.
F. preguntas inv.	1	0.240**	0.118	0.053
N. académico		1	0.074	-0.063
Género			1	0.158*

Al objeto de estudiar si la puntuación obtenida en la prueba de formulación de preguntas de investigación puede ser predicha a partir de las otras variables implicadas en esta investigación, se efectuó un análisis de regresión múltiple. En este análisis se tomó como variable dependiente, o criterio, la puntuación en la prueba de formulación de preguntas de investigación; y como variables independientes, o predictores, la puntuación del cuestionario de motivación hacia el aprendizaje de las ciencias, el nivel académico y el género. El análisis de regresión se realizó paso a paso con el método hacia atrás (*backward stepwise*), puesto que parecía ser el más apropiado para determinar los predictores no significativos. El modelo de regresión final fue estadísticamente significativo para explicar la variable dependiente o criterio, $F(1,165)=10.095$, $p=.002$. La Tabla 3 recoge los datos más relevantes de dicho análisis.

Tabla 3

Resumen del análisis de regresión backward stepwise para las variables predictoras de la puntuación total de la prueba de formulación de preguntas de investigación

Paso	V. Independiente	R² ajust.	ΔR²	B*	β**	p	VIF***
1		0.053	0.053				
	(Intersección)			-1.801			
	N. Académico			1.283	0.237	0.002	1.011
	Género			0.815	0.092	0.232	1.033
	Motivación ap. cc.			0.029	0.054	0.485	1.031
2		0.056	0.003				
	(Intersección)			1.168			
	N. Académico			1.262	0.233	0.002	1.005
	Género			0.892	0.101	0.184	1.005
3		0.058	0.002				

	(Intersección)			1.579			
	N. Académico			1.302	0.240	0.002	1.000

N = 167, *B: Coeficiente de regresión no estandarizado, **β: Coeficiente de regresión estandarizado, ***VIF: *Variance Inflation Factor*

Puede observarse que, en el primer paso del análisis, ni la motivación hacia el aprendizaje de las ciencias ni el género son variables predictoras significativas, y desaparecen sucesivamente en el segundo y tercer paso. La variable nivel académico contribuyó significativamente a la capacidad de formulación de preguntas de investigación y predijo el 5,8% de la varianza. El 94,2% restante debería ser explicado por otras variables no contempladas en esta investigación y por la varianza del error.

También se ofrecen en la Tabla 3 los factores de inflación de la varianza (VIF), que permiten estimar el nivel de multicolinealidad entre los predictores del modelo de regresión. Como se aprecia, en todos los pasos los VIFs de las variables independientes son muy bajos, lo que indica un grado de colinealidad muy bajo.

Discusión

La puntuación media global obtenida por los participantes en la prueba de formulación de preguntas de investigación puede considerarse mediocre (2.88 puntos). En promedio, no se llega a formular ni una sola pregunta de investigación correcta, aunque sea de forma no completa. Si este resultado lo comparamos con el obtenido por Germann *et al.* (1996) (aunque en este estudio solo participaron estudiantes de 7º grado y no hay cálculos de puntuaciones, sino distribución de porcentajes de estudiantes en cada categoría), podemos ver que es un poco mejor, ya que el porcentaje mayor de estudiantes se concentraría entre las categorías 2 y 3 de la rúbrica, en tanto que en el de los autores americanos se situaría entre las categorías 3 y 4 de la rúbrica.

La puntuación en la prueba de formulación de preguntas de investigación crece de forma ostensible a medida que se avanza en la formación, siendo en 4º de la ESO el doble que en 2º de la ESO. Este incremento de puntuación en esa destreza de indagación científica es coherente con la investigación de Kremer, Specht, Urhahne y Mayer (2014), donde las puntuaciones en un test de indagación científica crecían con el curso académico en la educación secundaria.

En cuanto a la motivación hacia el aprendizaje de las ciencias, en el artículo de Tuan *et al.* (2005) los estudiantes taiwaneses consiguieron una puntuación global promedio de 120.01 puntos (3.43 puntos/ítem de promedio), y en el de Cavas (2011) los estudiantes turcos

alcanzaron 3.90 puntos/ítem de promedio). En ambos casos se empleó el SMTSL. En el presente estudio la puntuación global promedio es de 104.11 (2.97 puntos/ítem de promedio). Así pues, la motivación hacia el aprendizaje de las ciencias mostrada por los participantes puede considerarse baja. Por otro lado, en la Tabla 1 se observa que la motivación hacia el aprendizaje de las ciencias disminuye en el último curso de la ESO. Esta disminución de la motivación hacia el aprendizaje de las ciencias durante esa franja de formación académica, también fue encontrada en el estudio de Güvercin, Tekkaya y Sungur (2010).

En la Tabla 2 aparece la asociación entre género y motivación hacia el aprendizaje de las ciencias. El coeficiente de correlación entre ambas variables es positivo, aunque de pequeño valor, y significativo ($p < .05$). Teniendo en cuenta cómo se ha codificado la variable género (valor 0 para chicas y valor 1 para chicos), este coeficiente indica que los chicos están más motivados hacia el aprendizaje de las ciencias que las chicas. Esto mismo fue reportado por Shin, Lee y Ha (2017) con alumnado de secundaria coreano, y por Arandía, Zuza y Guisasola (2016) con alumnado de Bachillerato vasco (en este caso se evaluó la motivación hacia el aprendizaje de la Física concretamente).

Puede verse en la Tabla 2 que el coeficiente de correlación entre el género y formulación de preguntas de investigación es positivo, pequeño y no significativo. Esto indica que, aunque los chicos tienen en promedio puntuaciones más altas que las chicas en la formulación de preguntas de investigación, las diferencias de puntuación no llegan a ser significativas. Este hallazgo está en completa consonancia con las investigaciones de Innesari *et al.* (2019), Nehring *et al.* (2015) y Rodríguez *et al.* (2021), quienes muestran que el género no causa diferencias significativas en las destrezas de indagación científica.

El coeficiente de correlación positivo, moderado y significativo ($p = 0.002$) entre la formulación de preguntas de investigación y el nivel académico que figura en la Tabla 2, pone en evidencia la importancia de la formación académica en la capacidad de formulación de preguntas. Por otra parte, el análisis de regresión lineal confirma al nivel académico como la única variable predictora significativa entre las que se han puesto en juego. Sin embargo, se ha de subrayar que el nivel académico solamente da cuenta de un 5.8% de la varianza en capacidad de formulación de preguntas. El resto de la varianza podría tener su explicación en otras variables que no han sido tomadas en consideración en el estudio (variables cognitivas, culturales, socioeconómicas, epistemológicas,...). El efecto positivo y significativo encontrado de la formación académica sobre la capacidad de formulación de preguntas de investigación

está en línea con las diferencias significativas en la formulación de preguntas de investigación, entre los cursos más bajos y más altos de la educación secundaria, halladas por Kremer *et al.* (2014).

Conclusiones e implicaciones didácticas

Para empezar, es necesario subrayar las limitaciones del presente estudio. La principal limitación está localizada en la naturaleza y el tamaño de la muestra. La muestra seleccionada es pequeña y no es el resultado de un muestreo aleatorio. Además, solo han participado tres niveles de educación secundaria (2º, 3º y 4º de ESO). Por otro lado, se ha utilizado un cuestionario, el SMTSL, que está basado en la autopercepción del sujeto, por lo que está sujeto a sesgos y limitaciones. Así pues, todas las conclusiones que se exponen seguidamente sólo son válidas, *stricto sensu*, para los estudiantes participantes y con los instrumentos empleados.

Se van a exponer las conclusiones a partir de las preguntas de investigación formuladas. La primera pregunta hacía referencia a la capacidad de formulación de preguntas de investigación de los participantes. De las puntuaciones obtenidas por los estudiantes puede decirse, teniendo presentes las limitaciones del estudio, que la capacidad de formulación de preguntas de investigación es baja, esto es, parece que esta destreza científica no se promueve de forma adecuada a lo largo de la educación secundaria obligatoria.

La segunda pregunta de investigación alude a las relaciones entre motivación hacia el aprendizaje de las ciencias, el género, el nivel académico y la formulación de preguntas de investigación. Del análisis de las correlaciones llevado a cabo podría concluirse que las únicas asociaciones significativas se dan entre la formulación de preguntas de investigación y nivel académico (a mayor nivel académico, mayor capacidad de formulación de preguntas de investigación), y entre la motivación hacia el aprendizaje de las ciencias y el género (los chicos más motivados hacia el aprendizaje de las ciencias que las chicas).

La tercera y última pregunta de investigación menciona la idoneidad de las variables motivación hacia el aprendizaje de las ciencias, género y nivel académico para predecir la capacidad de formulación de preguntas de investigación. Atendiendo a la regresión múltiple *backward stepwise* realizada, parece que puede concluirse, con la debida cautela, que la única variable que predice o contribuye de forma significativa a la capacidad de formulación de preguntas es el nivel académico.



De este estudio pueden inferirse dos implicaciones didácticas. La primera es la necesidad de introducir como actividad de aprendizaje en el aula la formulación de preguntas de investigación. Es una parte básica de la competencia en indagación científica, y es una actividad creativa de vital importancia en el desarrollo de otras competencias y otros conocimientos. La segunda es que, en esta actividad de formulación de preguntas de investigación, parece no ser relevante la motivación hacia el aprendizaje de las ciencias, lo que debería ser especialmente aprovechado por el profesorado.

Referencias

- Arandia Aldalur, E., Zuza Elozegi, K., & Guisasola Aranzabal, J. (2016). Actitudes y motivaciones de los estudiantes de ciencias en Bachillerato y Universidad hacia el aprendizaje de la Física. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), 558-573. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/18497>
- Bielik, T., & Yarden, A. (2016). Promoting the asking of research questions in a high-school biotechnology inquiry-oriented program. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0048-x>
- Cavas, P. (2011). Factors affecting the motivation of Turkish primary students for science learning. *Science Education International*, 22(1), 31-42. Recuperado de: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ941653.pdf>
- Chi, S., Wang, Z., & Liu, X. (2019). Investigating disciplinary context effect on student scientific inquiry competence. *International Journal of Science Education*, 41(18), 2736-2764. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1697837>
- Chin, C. (2002). Student-generated questions: Encouraging inquisitive minds in learning science. *Teaching and Learning*, 23(1), 59-67. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10497/292>
- Chin, C., & Kayalvizhi, G. (2002). Posing problems for open investigations: What questions do pupils ask? *Research in Science & Technological Education*, 20(2), 269-287. <https://doi.org/10.1080/0263514022000030499>
- Chin, C., & Osborne, J. (2008). Students' questions: a potential resource for teaching and learning science. *Studies in Science Education*, 44(1), 1-39. <https://doi.org/10.1080/03057260701828101>
- Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: a theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86, 175-218. <https://doi.org/10.1002/sce.10001>
- Dillon, J.T. (1988). Questioning in science. In M. Meyer (Ed.), *Questions and Questioning* (pp. 68-80). Berlin: Walter de Gruyter



Ergül, R., Şimşekli, Y., Çalış, S., Özdilek, Z., Göçmençelebi, Ş., & Şanlı, M. (2011). The effect of inquiry-based science teaching on elementary school students' science process skills and science attitudes. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy (BJSEP)*, 5(1), 48-68. Recuperado de <http://bjsep.org/getfile.php?id=88>

Fraser, B. J. (2012). Classroom learning environments: Retrospect, context and prospect. In B. J. Fraser, K. G. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *The second international handbook of science education*. New York: Springer.

Germann, P. J., Aram, R., Odom, A. L., & Burke, G. (1996). Student performance on asking questions, identifying variables, and formulating hypotheses. *School Science and Mathematics*, 96(4), 192-201. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1996.tb10224.x>

Gormally, C., Brickman, P., & Lutz, M. (2012). Developing a test of scientific literacy skills (TOSLS): Measuring undergraduates' evaluation of scientific information and arguments. *CBE—Life Sciences Education*, 11(4), 364-377. <https://doi.org/10.1187/cbe.12-03-0026>

Graesser, A. C., & Black, J. B. (Eds.). (2017). *The psychology of questions*. Londres: Routledge.
Güvercin, Ö., Tekkaya, C., & Sungur, S. (2010). A cross age study of elementary students' motivation towards science learning. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(39), 233-243. Recuperado de <https://dergipark.org.tr/en/pub/hunefd/issue/7799/102178>

Hasson, E., & Yarden, A. (2012). Separating the research question from the laboratory techniques: Advancing high-school biology teachers' ability to ask research questions. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(10), 1296-1320. <https://doi.org/10.1002/tea.21058>

Hofstein, A., Navon, O., Kipnis, M., & Mamlok-Naaman, R. (2005). Developing students' ability to ask more and better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 791-806. <https://doi.org/10.1002/tea.20072>

Innatesari, D. K., Sajidan, S., & Sukarmin, S. (2019). Middle School Students' Mastery of Scientific Inquiry Literacy based on Gender and School Location. *Journal of Physics: Conference Series*, 1241(1), 012046. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1241/1/012046>

Kremer, K., Specht, C., Urhahne, D., & Mayer, J. (2014). The relationship in biology between the nature of science and scientific inquiry. *Journal of Biological Education*, 48(1), 1-8. <https://doi.org/10.1080/00219266.2013.788541>

Lederman, N. G., Lederman, J. S., & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3). Recuperado de <https://www.ijemst.net/index.php/ijemst/article/view/19>

Nehring, A., Nowak, K. H., Zu Belzen, A. U., & Tiemann, R. (2015). Predicting students' skills in the context of scientific inquiry with cognitive, motivational, and sociodemographic variables. *International Journal of Science Education*, 37(9), 1343-1363. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1035358>



Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2013). *PISA 2015 draft science framework*. Paris, France: OECD. Recuperado de <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf>

Otero, J. (2009). Question generation and anomaly detection in texts. In D. J. Hacker, J. Dunlosky, & A. C. Graesser (Eds.), *The educational psychology series. Handbook of metacognition in education* (p. 47–59). New York: Routledge/Taylor & Francis Group.

Pajares, F. (2001). Toward a positive psychology of academic motivation. *The Journal of Educational Research*, 95, 27–35. <https://doi.org/10.1080/00220670109598780>

Phillips, A. M., Watkins, J., & Hammer, D. (2018). Beyond “asking questions”: Problematizing as a disciplinary activity. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(7), 982-998. <https://doi.org/10.1002/tea.21477>

Rodríguez, J., Solaz-Portolés, J. J., & Sanjosé, V. (2021). Efectos de la formación académica y del género sobre las destrezas de razonamiento científico de los estudiantes de secundaria: un estudio piloto. *Espacios en blanco. Revista de Educación*. Aceptado para su publicación

Scogin, S. C., & Stuessy, C. L. (2015). Encouraging greater student inquiry engagement in science through motivational support by online scientist-mentors. *Science Education*, 99(2), 312-349. <https://doi.org/10.1002/sce.21145>

Shin, S., Lee, J. K., & Ha, M. (2017). Influence of career motivation on science learning in Korean high-school students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(5), 1517-1538. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00683a>

Torres, T., Milicic, B., Soto, C., & Sanjosé, V. (2013). Generating Students’ Information Seeking Questions in the Scholar Lab: What Benefits Can We Expect From Inquiry Teaching Approaches? *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 9(3), 259-272. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2013.934a>

Tuan, H. L., Chin, C. C., & Shieh, S. H. (2005). The development of a questionnaire to measure students' motivation towards science learning. *International Journal of Science Education*, 27(6), 639-654. <https://doi.org/10.1080/0950069042000323737>

Velayutham, S., & Aldridge, J. M. (2013). Influence of psychosocial classroom environment on students’ motivation and self-regulation in science learning: A structural equation modeling approach. *Research in Science Education*, 43(2), 507-527. <http://dx.doi.org/10.1007/s11165-011-9273-y>

Velayutham, S., Aldridge, J. M., & Fraser, B. (2012). Gender differences in student motivation and self-regulation in science learning: A multi-group structural equation modeling analysis. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(6), 1347-1368. <https://doi.org/10.1007/s10763-012-9339-y>

Wen, C. T., Liu, C. C., Chang, H. Y., Chang, C. J., Chang, M. H., Chiang, S. H. F., ... & Hwang, F. K. (2020). Students’ guided inquiry with simulation and its relation to school science achievement and scientific literacy. *Computers & Education*, 149, 103830. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103830>



Widowati, A., Widodo, E., & Anjarsari, P. (2017, November). The Development of Scientific Literacy through Nature of Science (NoS) within Inquiry Based Learning Approach. *Journal of Physics: Conference Series*, 909(1), 012067. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/909/1/012067>

Yang, K. K., Lin, S. F., Hong, Z. R., & 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>

Yoon, C. H. (2009). Self-regulated learning and instructional factors in the scientific inquiry of scientifically gifted Korean middle school students. *Gifted Child Quarterly*, 53(3), 203-216. <https://doi.org/10.1177/0016986209334961>