



RELACIONES EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA ENTRE CREENCIAS SOBRE CIENCIA Y DISPOSICIÓN HACIA EL PENSAMIENTO CRÍTICO, NIVEL ACADÉMICO Y GÉNERO



RELATIONSHIPS BETWEEN BELIEFS ABOUT SCIENCE AND DISPOSITION TOWARDS CRITICAL THINKING, GRADE LEVEL AND GENDER IN SECONDARY SCHOOL

RELAÇÕES NO ENSINO MÉDIO ENTRE CRENÇAS CIENTÍFICAS E DISPOSIÇÕES DE PENSAMENTO CRÍTICO, NÍVEL ACADÊMICO E GÊNERO

Pablo Carpio¹

Joan J. Solaz-Portolés²

Vicente Sanjosé³

Resumen: El propósito de este estudio fue investigar la posible influencia de la disposición hacia el pensamiento crítico, el nivel de formación académica y el género (variables independientes) sobre el nivel de calidad de las creencias sobre ciencia de los estudiantes de secundaria (variable dependiente). Han participado 141 estudiantes españoles de secundaria, 75 chicos y 66 chicas, de 2º y 3º de Educación Secundaria Obligatoria -ESO- (8º y 9º grado), y de 1º de Bachillerato (11º grado). A todos ellos se les han administrado dos cuestionarios, uno de creencias sobre ciencia y uno de disposición hacia el pensamiento crítico. De la matriz de correlaciones producto-momento de Pearson entre variables y del análisis de regresión efectuado se han derivado las siguientes conclusiones: 1) la formación académica recibida y el género parecen tener un insignificante peso en las creencias sobre ciencia; y 2) la disposición hacia el pensamiento crítico (es decir, el potencial uso de destrezas de pensamiento crítico) muestra una contribución destacada en dichas creencias.

Palabras-clave: Creencias sobre ciencia. Pensamiento crítico. Nivel académico. Enseñanza secundaria; Género

Abstract: The purpose of this study was to investigate the possible influence of disposition towards critical thinking, grade level and gender (as independent variables) on the quality level of secondary school students' beliefs about science (as a dependent variable). A total of 141 Spanish secondary school students, 75 boys and 66 girls, in grades 8, 9 and 11 took part in this study. A questionnaire on beliefs about science and a questionnaire that maps disposition towards critical thinking were administered to participants. From the Pearson product-moment correlation matrix of the study variables and from the backward stepwise regression analysis it can be concluded that: 1) academic training received and gender seem to have a negligible impact on beliefs about science; and 2) disposition towards critical thinking (that is to say, potential use of critical thinking skills) makes an outstanding contribution to those beliefs.

Keywords: Beliefs about science. Critical thinking. Grade level. Secondary education. Gender

¹ Doctor en Ingeniería Química. Depto. Didáctica de las Ciencias, Universitat de València, España. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3233-9442>. E-mail: pacarco@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: O objetivo deste estudo foi investigar a possível influência da disposição para o pensamento crítico, o nível de educação acadêmica e gênero (variáveis independentes) sobre o nível de qualidade das crenças científicas dos estudantes do ensino médio (variável dependente). Um total de 141 alunos do ensino médio espanhol, 75 meninos e 66 meninas da 8ª, 9ª e da 11ª séries, participaram. Todos eles foram administrados dois questionários, um de crenças sobre a ciência e outro de disposição para o pensamento crítico. Da matriz de correlação produto-momento de Pearson entre as variáveis e a análise regressiva passo-a-passo realizada, foram tiradas as seguintes conclusões: 1) a formação acadêmica recebida e o gênero parecem ter um peso insignificante nas crenças sobre ciência; e 2) a disposição para o pensamento crítico (ou seja, o uso potencial das habilidades de pensamento crítico) mostra uma contribuição significativa para essas crenças.

Palavras-chave: Crenças sobre a ciência. Pensamento crítico. Nível acadêmico. Ensino médio. Gênero

Submetido 15/01/2022

Aceito 30/05/2022

Publicado 02/06/2022

Introducción

Las ideas que tienen los estudiantes sobre el conocimiento y cómo se genera se suelen denominar habitualmente creencias epistemológicas, y se ha mostrado que tienen gran influencia en los procesos de aprendizaje (Hofer, 2001). Schommer (1998) encontró que en los adultos las creencias epistemológicas se modifican con la edad y la educación, y progresan desde un estado simple de «certeza absoluta» hacia un sistema complejo y evaluativo (West, 2004). El estudio de Conley et al. (2004), con estudiantes de educación primaria, pone de manifiesto que una de las causas de dichos cambios en las creencias epistemológicas es la formación académica recibida, y que el género o la etnia del alumnado no produce efectos significativos. No obstante, en el caso de estudiantes universitarios la influencia de la instrucción académica sobre las creencias epistemológicas parece que aún no está claramente establecida (Lahtinen & Pehkonen, 2013).

Las creencias sobre la ciencia constituyen un caso particular de creencias epistemológicas. En el trabajo de Davis (1997) se analizaron las creencias de estudiantes de educación secundaria sobre ciencia y su aprendizaje. En él se constata la mejora de las creencias con la formación recibida y que, tras la formación, no se observan diferencias apreciables entre chicos y chicas. Hace ya casi dos décadas que se denunció que la enseñanza transmitía una visión deformada de la ciencia (Fernández et al., 2002). Vázquez y Manassero (2004) intentaron, mediante un cuestionario de dieciséis ítems, estimar la imagen de la ciencia y la tecnología al final de la educación secundaria obligatoria. Sus resultados indicaron que los estudiantes tenían una imagen ni buena ni mala. Un estudio más reciente evidencia que los conocimientos sobre la construcción y naturaleza de la ciencia y de los modelos científicos no son los más adecuados desde el punto de vista epistemológico cuando se acaba la educación secundaria (Pardo et al., 2018). Según Cobern y Loving (2002) las creencias sobre ciencia constituyen un constructo multidimensional que debe contener todos los aspectos relacionados con la ciencia, la cultura y la sociedad. Estos autores propusieron uno de los instrumentos que mejor se aproxima a esas características multidimensionales del constructo. Dicho instrumento no ha sido administrado todavía en España y, por tanto, desconocemos el grado de sofisticación o calidad de las creencias sobre ciencia (en su faceta multidimensional) de los estudiantes de secundaria españoles.

En los estudios de King y Kitchener (2004), Kuhn (2005) y Kuhn y Weinstock (2002) se ha mostrado la asociación entre las creencias epistemológicas y la habilidad para pensar críticamente. Es decir, que los estudiantes con mejores destrezas de pensamiento crítico tienen niveles de creencias epistemológicas más elevados (creencias más elaboradas, más sofisticadas, o más correctas). En un trabajo más reciente vuelve a aparecer la estrecha interrelación entre ambos constructos (Hyytinen et al., 2014). El pensamiento crítico ha sido definido como el conjunto de procesos que permiten tomar una decisión bien fundamentada en cuestiones o problemas conflictivos (Fisher, 2011). Como apunta Butler (2012), el pensamiento crítico es un constructo complejo y, como tal, difícil de evaluar. Con frecuencia se distingue entre destrezas de pensamiento crítico y disposición hacia el pensamiento crítico. Sin embargo, Halpern (2003) considera que tanto las destrezas como la disposición hacia su uso se involucran en un mismo proceso de razonamiento. De hecho, Ricketts y Rudd (2005) encontraron una correlación positiva y significativa entre ambas variables.

Pensar críticamente es una competencia básica que todos los ciudadanos deberían desarrollar en la educación obligatoria para poder participar activamente en la sociedad (Ten Dam & Volman, 2004). Así, por ejemplo, la creatividad está muy vinculada a las destrezas de pensamiento crítico (Tsai, 2019). Sin embargo, no todos los estudiantes pueden llegar a desarrollar convenientemente esta competencia, ni todos los profesores emplean metodologías que posibiliten desarrollar el pensamiento crítico en sus estudiantes (Pithers & Soden, 2000). Ku y Ho (2010) examinaron el papel de las destrezas metacognitivas en el desarrollo del pensamiento crítico y encontraron que la implicación de los estudiantes en actividades que supongan la aplicación de estrategias de evaluación y planificación, conducen a una mejora del pensamiento crítico. Por otra parte, se ha comprobado que las destrezas metacognitivas progresan a medida que se avanza en la educación secundaria (Van der Stel et al., 2005). En consecuencia, cabe esperar que el pensamiento crítico mejore a lo largo de educación secundaria. Por otra parte, no se han encontrado diferencias significativas en la capacidad de pensar críticamente entre estudiantes universitarios de diferente género (Franco & Almeida, 2015; Leach & Good, 2011). Tampoco la variable género ha mostrado efectos significativos en la disposición de estudiantes de secundaria hacia el pensamiento crítico (Kawashima & Shiomi, 2007).

La inclusión del pensamiento crítico en el aula cobra una especial relevancia en el caso de la educación científica (Bailin, 2002; Davson-Galle, 2004). A pesar de ello, no está convenientemente integrado en los currículos científicos y, consecuentemente, el uso del pensamiento crítico en las aulas de ciencias no es el deseable (Vieira et al., 2011). El profesorado, en general, tiene dificultades para involucrar el pensamiento crítico a las actividades de aprendizaje en el aula, y por lo común desconoce que ello podría mejorar los resultados académicos (Santos, 2017). Vieira y Tenreiro-Vieira (2016) defienden que se debe dar la oportunidad a los estudiantes de que tengan experiencias de aprendizaje en las que se promueva el pensamiento crítico dentro de contextos personales o de relevancia social.

Anteriormente se han visto las relaciones entre pensamiento crítico y creencias epistemológicas, pensamiento crítico y disposición hacia el pensamiento crítico, destrezas metacognitivas y pensamiento crítico, y creencias sobre ciencia y creencias epistemológicas. También se ha examinado el papel que pueden tener, en la educación secundaria, el nivel de formación académica y el género en dichas variables. Dada la escasez de trabajos donde se analice la relación entre creencias sobre ciencia y la disposición hacia el pensamiento crítico, el problema que se quiere investigar en este estudio es la posible influencia de la disposición hacia el pensamiento crítico, el nivel de formación académica y el género (variables independientes) sobre el nivel de calidad de las creencias sobre ciencia de los estudiantes de secundaria (variable dependiente). En concreto, los objetivos del estudio fueron: a) Determinar la relación entre cada una de las variables independientes y la variable dependiente; b) Analizar la contribución relativa de las tres variables independientes a la variabilidad de la variable dependiente; y c) Identificar la mejor variable predictora de la variable dependiente.

Metodología

Diseño

Se trata de un diseño cuasiexperimental y correlacional. Tiene una variable dependiente, las creencias sobre ciencia, y tres variables independientes: disposición hacia el pensamiento crítico, nivel académico y género.

Participantes

Han participado 47 alumnos de 2º de la Educación Secundaria Obligatoria española - que llamaremos ESO- (8º grado, 13-14 años), 50 de 3º de ESO (9º grado, 14-15 años), y 44 de 1º de Bachillerato (11º grado, 16-17 años). El muestreo ha sido por conveniencia debido a la disponibilidad de acceso a los estudiantes. Los alumnos provenían de un centro público de educación secundaria valenciano. Estos sujetos no presentaban, a priori, características especiales que los diferenciaban de otros grupos de los respectivos cursos. Es necesario recalcar, no obstante, que los resultados no pueden todavía ser extrapolados a toda la población estudiantil de 2º y 3º de la ESO, y de 1º de Bachillerato con fiabilidad.

Instrumentos

Se han utilizado dos cuestionarios, uno para medir la disposición hacia el pensamiento crítico, *Critical Thinking Motivation Scales* (Valenzuela et al., 2011), y el otro, para evaluar las creencias sobre ciencia, *Thinking about Science* (Cobern & Loving, 2002). Ambos han sido traducidos al castellano y adaptados al contexto sociocultural español por tres profesores universitarios (uno de ellos experto en Filología Inglesa). El primero es un instrumento para medir el grado de motivación que pueden tener las personas para pensar críticamente. Tiene un total de 19 ítems que se agrupan en 5 bloques o factores, todos ellos referidos al pensamiento crítico: expectativas, alcance, utilidad, coste e interés. Así, algunas proposiciones recogidas en los ítems están referidas a lo que se espera del pensamiento crítico (expectativas), otras al valor que se le otorga a éste (valor). También hay proposiciones sobre la importancia del uso de esta forma de pensar (utilidad), sobre los prejuicios que se está dispuesto a aceptar (coste) y del provecho que se espera de él (interés). Se tradujo al castellano y se revisó y adaptó (tras darlo a leer a tres estudiantes de secundaria) por dos profesores universitarios y un profesor de secundaria. A continuación, se ofrece un ejemplo de cada factor:

- Expectativas: «Puedo aprender cómo razonar correctamente mejor que la mayoría de mis compañeros»
- Valor: «Para mí, es importante usar mis habilidades intelectuales correctamente»
- Utilidad: «El pensamiento crítico es útil en el día a día»
- Interés: «Me gusta razonar de una forma rigurosa»

- Coste: «Yo estoy dispuesto a sacrificar gran parte de mi tiempo y esfuerzo con el fin de mejorar mi forma de razonar»

El segundo cuestionario consta de 32 ítems agrupados en 9 categorías (factores) que muestran las relaciones de la ciencia con la sociedad y la cultura: epistemología; ciencia y economía; ciencia y medio ambiente; regulación pública de la ciencia; ciencia y salud pública; ciencia y religión; ciencia y estética; ciencia, raza y género; y ciencia para todos. En los ítems se recogen ideas o concepciones vinculados con estas cuestiones que han aparecido en los medios de comunicación o en la literatura de didáctica de las ciencias. Fue traducido, revisado y adaptado (después de la lectura por parte de tres estudiantes de secundaria) por dos profesores universitarios y un profesor de secundaria. Seguidamente se presenta, a modo de ejemplo, un ítem de cada categoría:

- Epistemología: «La ciencia es la mejor fuente de conocimiento fiable»
- Ciencia y economía: «Desarrollar nuevo conocimiento científico es muy importante para tener un país económicamente competitivo en el mundo actual»
- Ciencia y medio ambiente: «La ciencia puede ayudarnos a preservar nuestro medio y recursos naturales»
- Regulación pública de la ciencia: «Hay poca necesidad de regular legalmente la investigación científica»
- Ciencia y salud pública: «El conocimiento científico contribuye poco en la buena salud»
- Ciencia y religión: «El conocimiento religioso contribuye más al bienestar de la vida de las personas que la ciencia»
- Ciencia y estética: «Los científicos pueden contribuir a nuestra apreciación y experimentación de la belleza»
- Ciencia, raza y género: «Las minorías étnicas son bien recibidas en la ciencia tanto como el hombre blanco»
- Ciencia para todos: «Entender la ciencia es bueno para todas las personas»

En ambos cuestionarios se utilizó una escala tipo Likert. En el de creencias sobre ciencia con cinco niveles de respuesta: completamente en desacuerdo (valor 1), en desacuerdo, neutral,

de acuerdo, y completamente de acuerdo (valor 5). En el de disposición hacia el pensamiento crítico con seis niveles de respuesta, con puntuaciones del 1 (máximo grado de desacuerdo) al 6 (máximo grado de acuerdo). El orden de los ítems en los cuestionarios fue aleatorizado. En el caso del cuestionario de creencias sobre ciencia algunos ítems son inversos, esto es, estar completamente de acuerdo con lo que se indica en el ítem supone tener una creencia ingenua (de baja calidad o incorrecta).

Procedimiento

Se administró el cuestionario sobre disposición hacia el pensamiento crítico durante los últimos 25 minutos de una sesión de clase normal. El cuestionario de creencias sobre ciencia se administró en otra sesión de clase normal y ocupó alrededor de 40 minutos. Se pidió a los alumnos que leyeran con atención todos los ítems y que respondieran con la máxima sinceridad. Como ya se ha indicado, algunos de los ítems del cuestionario de creencias sobre ciencia son inversos y contienen creencias ingenuas (erróneas), por lo que se tuvo que invertir su puntuación.

Resultados

Primeramente, se ha calculado el coeficiente alfa de Cronbach de ambos cuestionarios, que ha proporcionado un valor de 0.84 para el de disposición hacia el pensamiento crítico, y de 0.81 para el de creencias sobre ciencia, indicando un buen nivel de fiabilidad de ambos.

Las medias aritméticas y la desviación estándar de las puntuaciones obtenidas en cada cuestionario (suma de las puntuaciones en todos los ítems) en función del nivel académico (curso) y del género, se muestran en la Tabla 1. La media global de disposición hacia el pensamiento crítico es de 86.3 puntos (puntuación máxima en el cuestionario 114 puntos), una puntuación alta. En la Tabla 1 puede verse que las medias en esta variable cubren un rango desde los 77.0 a 94.4 puntos. Por su parte, la media global de creencias sobre ciencia se sitúa en 115.4 (puntuación máxima en el cuestionario 160 puntos), que puede considerarse una puntuación media-alta. Las medias en esta variable fluctúan entre 112 y 122 puntos.

Tabla 1

Estadística descriptiva de las variables en el estudio

Variable	Nivel académico	Género	Media	S.D.
Disposición Pens. Crítico (Punt. máxima 114)	2° ESO	Chico	77.0	12.0
		Chica	83.1	16.1
	3° ESO	Chico	80.9	15.1
		Chica	92.5	9.5
	1° BAC	Chico	94.4	11.4
		Chica	91.0	14.0
Creencias sobre Ciencia (Punt. máxima 160)	2° ESO	Chico	112.0	13.9
		Chica	112.5	16.0
	3° ESO	Chico	111.8	9.4
		Chica	118.2	8.8
	1° BAC	Chico	122.0	10.9
		Chica	116.3	7.7

La Tabla 2 presenta la matriz de correlaciones producto-momento de Pearson de las variables implicadas en el estudio, incluyendo el nivel académico (se ha tomado valor 0 para 2° de ESO, valor 1 para 3° de ESO, y valor 2 para 1° de Bachillerato) y el género (considerando valor 0 para los chicos y valor 1 para las chicas). Se puede observar que las creencias sobre ciencia y la disposición hacia el pensamiento crítico están significativamente relacionados ($r = 0.39$, $p < .001$), al igual que la disposición hacia el pensamiento crítico y el nivel académico ($r = 0.35$, $p < .001$). La correlación entre creencias sobre ciencia y el nivel académico es un poco más débil ($r = 0.24$, $p < .01$). No hay correlación entre creencias sobre ciencia y género ($r = 0.01$, $p >> .05$), ni entre disposición hacia el pensamiento crítico y género ($r = 0.15$, $p > .05$).

Tabla 2

Coefficientes de correlación entre las variables consideradas

	Creencias ciencia	Disposición P.C.	Nivel académico	Género
Creencias ciencia	1	0.39**	0.24*	0.01
Disposición P.C.		1	0.35**	0.15
Nivel académico			1	-0.06

* $p < .01$, ** $p < .001$

Con la finalidad de estudiar si la puntuación obtenida en el cuestionario de creencias sobre ciencia puede ser predicha a partir de las otras variables puestas en juego en esta investigación, se efectuó un análisis de regresión múltiple. En este análisis se tomó como variable dependiente, o criterio, la puntuación en el cuestionario de creencias sobre ciencia, y como variables independientes, o predictores, la puntuación de disposición hacia el pensamiento crítico, el nivel académico y género. El análisis de regresión se realizó paso a paso con el método hacia atrás (*backward stepwise*). La Tabla 3 resume el contraste de regresión (análisis de varianza) para verificar si las variables independientes están relacionadas linealmente (influyen de forma conjunta y lineal) con la variable dependiente, esto es, aportan información en la explicación de la variable dependiente. El modelo de regresión fue estadísticamente significativo para explicar la variable dependiente o criterio, $F(1,139) = 24.44$, $p < .001$. En cuanto a la bondad del ajuste, el cuadrado del coeficiente de correlación múltiple (R^2) es 0.15, que indica que las tres variables independientes o predictores dan cuenta del 15% de la varianza de la puntuación de la variable criterio (creencias sobre ciencia). El 85% restante debe ser explicado por otras variables no contempladas en este experimento y por la varianza del error.

Tabla 3

Análisis de varianza del modelo de regresión

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medias cuadráticas	Valor de F	p	R ²
Modelo	1	3010.30	3010.30	24.44	<.001	0.15
Error	139	17118.01	123.25			
Total	140	20128.31	143.77			

La Tabla 4 muestra los coeficientes de regresión de las tres variables independientes en la ecuación de regresión. Obsérvese que hay dos predictores cuyo nivel de significación no es estadísticamente significativo. También se ofrecen los factores de inflación de la varianza, que permiten estimar el nivel de multicolinealidad entre los predictores del modelo de regresión. Todos son muy poco mayores de 1, lo que indica un grado de colinealidad bajo.

Tabla 4

Coefficientes del análisis de regresión para la predicción del nivel de creencias sobre ciencia

	Coef. de regresión no estandarizado	Error típico	Prueba t	p	Factor de inflación de la varianza VIF
Intersección	89.14	5.71	15.61	<.001	
Disposición P. Crítico	0.29	0.07	4.12	<.001	1.19
Nivel académico	1.74	1.25	1.38	.17	1.16
Género	-0.81	1.91	-0.43	.67	1.04

Como ya se ha dicho, el análisis regresión efectuado fue paso a paso hacia atrás (*backward stepwise*). En este tipo de regresión, las variables predictoras se van eliminando en cada paso cuando su significación supera cierto límite (en este caso, $p > .05$). En el primer paso se eliminó la variable género y en el segundo la variable nivel académico. En ambos casos no se observó cambio apreciable en la R², es decir, se corrobora que estas variables no contribuyen de forma significativa a la explicación de la varianza de la puntuación de creencias sobre ciencia. En la Tabla 5 aparecen los resultados en el último paso del análisis.

Tabla 5

Resultados del análisis de regresión backward stepwise para la predicción del nivel de creencias sobre ciencia en el último paso

	Coef. Reg.no estandarizado	Error típico	Prueba t	p
Intersección	87.88	5.65	15.56	<.001
D. P. Crítico	0.32	0.06	4.94	<.001

En consecuencia, la ecuación de regresión que relaciona la puntuación de creencias sobre ciencia (CC) y el único predictor significativo (la disposición hacia el pensamiento crítico, DPC) es $CC = 87.88 + 0.32 DPC$

Discusión y conclusiones

Antes de comenzar con este último apartado del trabajo se hace necesario subrayar sus limitaciones. 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, en el factor nivel académico sólo han participado tres niveles de educación secundaria (2º y 3º de ESO y 1º de Bachillerato). Por otra parte, los resultados obtenidos provienen exclusivamente de autoinformes, que están sujetos a sesgos y limitaciones. Así pues, todas las conclusiones que se exponen seguidamente sólo son válidas, en sentido estricto, para los estudiantes participantes y con los cuestionarios empleados.

Se han de resaltar las elevadas puntuaciones obtenidas en el cuestionario de disposición hacia el pensamiento crítico que, como se puede observar en la Tabla 1, van desde un nivel medio-alto en los primeros cursos de la ESO hasta un nivel alto en 1º de Bachillerato. Contrastan estos resultados con los obtenidos por Zoller et al. (2000) con un instrumento muy diferente (largo, de 75 ítems), donde el nivel que daban estudiantes italianos e israelíes del último curso de secundaria (17-18 años) era medio (alrededor de 56 puntos, en una escala de puntuación máxima 100). Quizás haya una sobrestimación de los participantes sobre su disposición real hacia el pensamiento crítico que habría que estudiar.

Las puntuaciones conseguidas por los participantes en el cuestionario de creencias sobre ciencia registran una menor variación con el nivel académico que en el cuestionario de

disposición hacia el pensamiento crítico, y se sitúan en la franja media-alta (recordemos que puntuaciones altas ponen de manifiesto creencias más sofisticadas, menos ingenuas o más correctas desde el punto de vista epistemológico). También son más altas que las puntuaciones logradas por estudiantes de 4º de ESO (o 10º grado) españoles (55 puntos, en una escala de puntuación máxima 100) en el trabajo de Vázquez y Manassero (2004), con cuestionario diferente al empleado en este estudio (mucho más corto, 16 ítems, y limitado en sus contenidos).

En cuanto a la variable género, los valores de los coeficientes de correlación de Pearson y el análisis de regresión lineal realizado indican que su influencia en las creencias sobre ciencia es insignificante. Es decir, que en la educación secundaria chicos y chicas no presentan diferencias significativas en las creencias sobre la ciencia, como también ocurrió en el estudio de Davis (1997). Estos resultados también son congruentes con los obtenidos por Conley et al. (2004), que analizaron creencias epistemológicas enfocadas de forma particular hacia el conocimiento científico, y encontraron que el género no produjo efectos estadísticamente significativos sobre dichas creencias. Sin embargo, cuando se estudian creencias epistemológicas de carácter más genérico, las chicas ponen de manifiesto creencias más sofisticadas que los chicos (Alabau et al., 2020).

La tabla de correlaciones producto-momento de Pearson (Tabla 2) nos muestra que el nivel académico tiene coeficientes de correlación positivos y significativos con las creencias sobre ciencia y con la disposición hacia el pensamiento crítico, siendo mayor en el segundo caso que en el primero. En análisis de regresión, sin embargo, su contribución relativa a la predicción de la puntuación de creencias no ha sido significativa y, de hecho, su aportación a la explicación de la varianza de la variable criterio ha resultado ser prácticamente nula. Podría pensarse, en principio, que esto fuera debido al efecto de colinealidad entre el nivel académico y la variable disposición hacia el pensamiento crítico. No obstante, el valor del factor de inflación de la varianza reflejado en la Tabla 4 (variance inflation factor, VIF) no detecta este efecto.

Puede derivarse, de acuerdo con el análisis de regresión efectuado, que en el presente estudio la única variable que predice de forma significativa las creencias sobre ciencia del alumnado de secundaria es la disposición hacia el pensamiento crítico. Este resultado es coherente con los resultados de diferentes investigaciones donde las destrezas de pensamiento crítico aparecen asociadas al nivel de creencias epistemológicas (Hyytinen et al., 2014; King &

Kitchener, 2004; Kuhn, 2005; Kuhn & Weinstock, 2002). Cabe, pues, con la debida cautela, concluir que la formación académica recibida parece tener poca influencia sobre las creencias sobre ciencia y, en cambio, la disposición hacia el pensamiento crítico (es decir, el potencial uso de destrezas de pensamiento crítico) tiene una contribución destacada en dichas creencias.

De estas conclusiones y de las puntuaciones conseguidas por los estudiantes en los cuestionarios, se colige la necesidad de introducir más el pensamiento crítico en las actividades de aprendizaje de ciencias, tanto por la buena disposición de los estudiantes, como por su probable aportación a unas creencias sobre ciencia más adecuadas. Por otra parte, también resulta ineludible mencionar la obligación del profesorado de intentar mejorar las creencias sobre ciencia de sus estudiantes mediante la realización de más actividades CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) que permitan ver cómo se construye la ciencia, qué características tiene y sus interacciones con la sociedad y la tecnología.

Referencias

- Alabau, J., Solaz-Portolés, J. J., & Sanjosé, V. (2020). Relación entre creencias sobre resolución de problemas, creencias epistemológicas, nivel académico, sexo y desempeño en resolución de problemas: un estudio en educación secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(1), 1102-1102. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i1.1102
- Bailin, S. (2002). Critical thinking and science education. *Science & Education*, 11(4), 361-375. <https://doi.org/10.1023/A:1016042608621>
- Butler, H. A. (2012). Halpern Critical Thinking Assessment predicts real-world outcomes of critical thinking. *Applied Cognitive Psychology*, 26(5), 721-729. <https://doi.org/10.1002/acp.2851>
- Cobern, W. W., & Loving, C. C. (2002). Investigation of preservice elementary teachers' thinking about science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(10), 1016-1031. <https://doi.org/10.1002/tea.10052>
- Conley, A. M., Pintrich, P. R., Vekiri, I., & Harrison, D. (2004). Changes in epistemological beliefs in elementary science students. *Contemporary Educational Psychology*, 29(2), 186-204. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2004.01.004>
- Davis, E. A. (1997). *Students' epistemological beliefs about science and learning*. Paper presented at the American Educational Research Association, Chicago, IL. Recuperado de <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED407257.pdf>
- Davson-Galle, P. (2004). Philosophy of science, critical thinking and science education. *Science & Education*, 13(6), 503-517. <https://doi.org/10.1023/B:SCED.0000042989.69218.77>
- Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A., & Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477-488.



Fisher, A. (2011). *Critical thinking: an introduction* (2nd Edition). Cambridge University Press.

Franco, A., & Almeida, L. D. S. (2015). Real-World Outcomes and critical thinking: differential analysis by academic major and gender. *Paidéia*, 25(61), 173-181. <https://doi.org/10.1590/1982-43272561201505>

Halpern, D. F. (2003). *Thought and knowledge: An introduction to critical thinking* (4th Edition). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Hofer, B. K. (2001). Personal epistemology research: Implications for learning and teaching. *Educational Psychology Review*, 13(4), 353-383. <https://doi.org/10.1023/A:1011965830686>

Hyytinen, H., Holma, K., Toom, A., Shavelson, R. J., & Lindblom-Ylänne, S. (2014). The Complex Relationship between Students' Critical Thinking and Epistemological Beliefs in the Context of Problem Solving. *Frontline Learning Research*, 2(5), 1-25. <https://doi.org/10.14786/flr.v2i4.124>

Kawashima, N., & Shiomi, K. (2007). Factors of the thinking disposition of Japanese high school students. *Social Behavior and Personality: An International Journal*, 35(2), 187-194. <https://doi.org/10.2224/sbp.2007.35.2.187>

King, P. M., & Kitchener, K.S. (2004). Reflective Judgment: Theory and Research on the Development of Epistemic Assumptions Trough Adulthood. *Educational Psychologist*, 39(1), 5-18.

Kuhn, D. (2005). *Education for thinking*. Harvard University Press.

Kuhn, D., & Weinstock M. (2002). What is epistemological thinking and why does it matter? In Barbara K. Hofer & Paul, R. Pintrich (Eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp. 121-144). Lawrence Erlbaum Associates.

Lahtinen, A-M, & Pehkonen, L. (2013). 'Seeing things in a new light': conditions for changes in the epistemological beliefs of university students. *Journal of Further and Higher Education*, 37(3), 397-415. <https://doi.org/10.1080/0309877X.2011.645458>

Leach, B. T., & Good, D. W. (2011). Critical Thinking Skills as Related to University Students' Gender and Academic Discipline. *International Journal of Humanities and Social Science*, 1(21, Special Issue), 100-106.

Pardo, O., Solaz-Portolés, J. J., & Sanjosé, V. (2018). Creencias de los estudiantes de educación secundaria sobre la naturaleza de la ciencia y los modelos científicos: un estudio transversal. *Educatio Siglo XXI*, 36 (3), 465-484. <https://doi.org/10.6018/j/350091>

Pithers, R. T., & Soden, R. (2000). Critical thinking in education: A review. *Educational Research*, 42(3), 237-249. <https://doi.org/10.1080/001318800440579>

Ricketts, J. C., & Rudd, R. D. (2005). Critical thinking skills of selected youth leaders: The efficacy of critical thinking dispositions, leadership, and academic performance. *Journal of Agricultural Education*, 46(1), 32-43. <https://doi.org/10.5032/jae.2005.01032>

Santos, L. F. (2017). The Role of Critical Thinking in Science Education. *Journal of Education and Practice*, 8(20), 159-173.

- Schommer, M. (1998). The influence of age and education on epistemological beliefs. *British Journal of Educational Psychology*, 68(4), 551-562. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1998.tb01311.x>
- Tsai, K. C. (2019). Investigating the Empirical Links between Creative and Critical Thinking. *Psychology, Society, & Education*, 11(3), 267-280. <https://doi.org/10.25115/psye.v10i1.1064>
- Ten Dam, G., & Volman, M. (2004). Critical thinking as a citizenship competence: teaching strategies. *Learning and Instruction*, 14(4), 359-379. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2004.01.005>
- Valenzuela, J., Nieto, A., & Saiz, C. (2011). Critical thinking motivational scale: A contribution to the study of relationship between critical thinking and motivation. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 9(2), 823-848. <http://dx.doi.org/10.25115/ejrep.v9i24.1475>
- Van der Stel, M., Veenman, M. V., Deelen, K., & Haenen, J. (2010). The increasing role of metacognitive skills in math: A cross-sectional study from a developmental perspective. *ZDM*, 42(2), 219-229. <https://dx.doi.org/10.1007/s11858-009-0224-2>
- Vázquez, Á., & Manassero, M. A. (2004). Imagen de la ciencia y la tecnología al final de la educación obligatoria. *Cultura y Educación*, 16(4), 385-398.
- Veenman, M. V., & Spaans, M. A. (2005). Relation between intellectual and metacognitive skills: Age and task differences. *Learning and Individual Differences*, 15(2), 159-176. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2004.12.001>
- Vieira, R. M., & Tenreiro-Vieira, C. (2016). Fostering scientific literacy and critical thinking in elementary science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(4), 659-680. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9605-2>
- Vieira, R. M., Tenreiro-Vieira, C., & Martins, I. P. (2011). Critical thinking: Conceptual clarification and its importance in science education. *Science Education International*, 22(1), 43-54.
- West, E. J. (2004). Perry's Legacy: Models of Epistemological Development. *Journal of Adult Development*, 11(2), 61-70. <https://doi.org/10.1023/B:JADE.0000024540.12150.69>
- Zoller, U., Ben-Chaim, D., Ron, S., Pentimalli, R., Scolastica, S., Chiara, M. S., & Borsese, A. (2000). The disposition toward critical thinking of high school and university science students: an interintra Israeli-Italian Study. *International Journal of Science Education*, 22(6), 571-582. <https://doi.org/10.1080/095006900289679>