

Efectos de emociones, nivel académico y género sobre las creencias en pseudociencias de estudiantes de educación secundaria

Miguel Benito-Boillos¹; Joan J. Solaz-Portolés^{2*}; Vicente Sanjosé-López³

Resumen

La educación secundaria desempeña un importante papel en la alfabetización científica y, en ella, las creencias en pseudociencias tienen una gran relevancia. Por esta razón, los objetivos de este estudio se centraron en la evaluación del nivel de adhesión a las creencias en pseudociencias de los estudiantes de secundaria y en el análisis de la influencia del género, nivel académico y emociones generadas en el aula de ciencias sobre dichas creencias. Participaron 125 estudiantes de tres cursos diferentes de educación secundaria (3º y 4º de ESO, y 1º de Bachillerato, esto es, 9º, 10º y 11º grado). A todos ellos se les administraron dos cuestionarios, uno para evaluar las creencias pseudocientíficas y el otro para determinar las emociones, positivas y negativas, que se experimentan en las clases de ciencias. A partir de los resultados obtenidos mediante un análisis de las correlaciones entre variables y un análisis de regresión, se puede concluir que: a) el nivel de creencias en pseudociencias de los estudiantes es medio-bajo y comparable al de otros países; b) solo las emociones negativas y el nivel académico de los estudiantes influyen de forma significativa en las creencias en pseudociencias, y ambas tienen una contribución similar a la variabilidad de estas creencias.

Palabras claves: creencias en pseudociencias, educación secundaria, género, nivel académico, emociones.

Effects of emotions, grade level and gender on pseudoscience beliefs of secondary school students

Abstract

Secondary education plays an important role in scientific literacy and, in it, beliefs in pseudoscience have a great relevance. For this reason, the objectives of this study focused on the evaluation of the level of adherence to pseudoscience beliefs of secondary school students, and on the analysis of the influence of gender, grade level and emotions generated in the science classroom on these beliefs. A total of 125 students from three different grades of Spanish secondary education (9th, 10th and 11th grade, between 14 and 17 years old) participated. Two questionnaires, one to evaluate pseudoscientific beliefs, and the other to determine the positive and negative emotions experienced in the science classroom, were administered to participants. From the results obtained through an analysis of the correlations between variables and a regression analysis, it can be concluded that: a) the level of pseudoscience beliefs of students is medium-low and comparable to that of other countries; b) only negative emotions and grade level of students have a significant influence on pseudoscience beliefs, and both have a similar contribution to the variability of these beliefs.

Keywords: pseudoscience beliefs, secondary school, gender, grade level, emotions.

Recibido: 8 de julio de 2021

Aceptado: 13 de diciembre de 2021

¹ Miguel Benito Boillos. Graduado en Ciencias Químicas y Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria, Universitat de València (España). Estudiante en el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de la Universitat de València. mibeboi@alumni.uv.es. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6499-9066>

² Joan Josep Solaz-Portolés*. Doctor en Ciencias Químicas (Programa Investigación en Didáctica de las Ciencias), Universitat de València. Profesor Titular en el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de la Universitat de València. Joan.Solaz@uv.es. ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4690-6556>

³ Vicente Sanjosé López. Doctor en Ciencias Físicas, Universitat de València. Catedrático en el el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de la Universitat de València. Vicente.Sanjose@uv.es. ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3806-1717>

*Autor para correspondència Joan.Solaz@uv.es

I. INTRODUCCIÓN

Parece que la alfabetización científica de la ciudadanía no está en los niveles adecuados y que una parte destacable de ella muestra una tendencia a la aceptación de creencias epistemológicamente infundadas, como las creencias en pseudociencias, fenómenos paranormales y teorías conspirativas (Bensley, Lilienfeld, Rowan, Masciocchi y Grain, 2020; Zabolski y Therriault, 2020). Las pseudociencias incluyen un conjunto de ideas (astrología, creacionismo, reencarnación, espiritismo, etc.) que sus defensores dicen que están basadas en los métodos propios de la ciencia. Sin embargo, suelen usar procedimientos de naturaleza no científica para justificar sus propuestas. Así, por ejemplo, utilizan el principio de autoridad, anécdotas, causas naturales inabordables, dicen verificar sus hipótesis bajo condiciones que imposibilitan repetir pruebas o, sencillamente, son incontrastables (Losh, Tavani, Njoroge, Wilke y McAuley, 2003).

Para Preece y Baxter (2000) la pseudociencia es “un conjunto de ideas y teorías que son defendidas como científicas pero son contrarias a los estándares de la ciencia y fracasan ante pruebas empíricas o no pueden ser comprobadas” (p.1148). Bunge (1985) define la pseudociencia como “cuerpo de creencias y prácticas cuyos cultivadores desean, ingenua y maliciosamente, dar como ciencia, aunque no comparte con ésta ni el planteamiento, ni las técnicas, ni el cuerpo de conocimientos” (p.54). Existe una gran preocupación entre científicos y educadores por la creciente e imparable popularidad que están alcanzando las pseudociencias en nuestra sociedad (Rasmussen, 2007). De hecho, generan problemas en la ciudadanía que pueden llegar a ser peligrosos incluso para la salud de las personas (Cortiñas-Rovira, Alonso-Marcos, Pont-Sorribes y Escrivà-Sales, 2015).

Algunos estudios demuestran que la formación científica, tal y como se plantea usualmente, no es suficiente para hacer frente a las creencias pseudocientíficas. Por ejemplo, en las investigaciones realizadas por Johnson (2003), Walker, Hoekstra y Vogl (2002) y Lundström y Jakobsson (2009), no aparecen relaciones significativas entre el nivel de conocimientos

científicos y las creencias en pseudociencias. De hecho, ni siquiera cuando la educación científica se acompaña de un énfasis especial sobre la forma en que se construye la ciencia (naturaleza de la ciencia) se observa una reducción de estas creencias (Good, 2012). No obstante, en el trabajo de Preece y Baxter (2000) se observa que a medida que se avanza en la alfabetización científica en los sucesivos cursos de la educación secundaria, los niveles de escepticismo hacia las pseudociencias se incrementan.

Por otra parte, los estudiantes universitarios no parecen capaces de establecer diferencias y límites entre ciencia y pseudociencia (Afonso y Gilbert, 2010; Sugarman, Impey, Buxner y Antonellis, 2011). Con estos antecedentes, resulta comprensible que algunos investigadores (Ede, 2000; Hobson, 2011; Mugaloglu, 2014) defiendan la inclusión de elementos, recursos, procedimientos y estrategias en los currículos de ciencia y educación científica que posibiliten el reconocimiento y diferenciación de la pseudociencia.

Los estudios de Lunström y Jakobsson (2009), Preece y Baxter (2000) y Metin, Cakiroglu y Leblebicioglu (2017) evidencian que una parte destacable de los estudiantes de secundaria se muestra poco escéptica ante las pseudociencias. Son diversos los factores propuestos (cognitivos, sociales, culturales, epistemológicos, ...) para explicar el acercamiento de las personas a las ideas pseudocientíficas (Boudry, Blancke y Pigliucci, 2015; Boudry, Blancke y Pigliucci, 2017; Mercier, Majima y Miton, 2018; Tseng, Tsai, Hsieh, Hung y Huang, 2014). Es indudable que el profesorado puede tener una notable influencia sobre las creencias de los estudiantes y, tanto en el profesorado de educación primaria (Fuertes-Prieto et al., 2020; Kaplan, 2014; Losh y Nzekwe, 2011), como en menor medida en el profesorado de secundaria (Eve y Dunn, 1990; Solbes, Palomar y Domínguez, 2017), aparece un porcentaje notable de profesores que se manifiestan crédulos ante algunos contenidos de las pseudociencias.

La importancia del género en el análisis de las creencias en pseudociencias se ha visto reflejada en la literatura. Los resultados de las diferentes investigaciones sobre las diferencias entre hombres y mujeres en relación con los niveles

de adhesión a las creencias en pseudociencias son contradictorios. Por una parte, ni Johnson y Pigliucci (2004) con estudiantes universitarios de Biología y Filosofía, ni Lundström y Jakobsson (2009) con estudiantes de educación secundaria, encontraron diferencias significativas en las creencias en pseudociencias por razón de género. Sin embargo, tanto los resultados obtenidos por Preece y Baxter (2000) con estudiantes de diferentes cursos de educación secundaria, como los Wilson (2018) con estudiantes universitarios, mostraron un efecto significativo de la variable género sobre las creencias en pseudociencias y fenómenos paranormales. En ambos estudios las mujeres fueron más permeables que los hombres a dichas creencias.

Es bien conocido que los estudiantes experimentan muchas emociones durante los procesos de enseñanza/aprendizaje y tienen un impacto significativo sobre el aprendizaje (Pekrun, 2006; Ranellucci, Hall y Goetz, 2015; Valiente, Swanson y Eisenberg, 2012). Ranelluci et al. (2015) pusieron en evidencia los efectos directos e indirectos de los objetivos de los estudiantes, mediados por sus emociones, sobre su rendimiento. Ya se disponen resultados que constatan la relación de las emociones con diferentes aspectos de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias: la motivación hacia las ciencias (Ainley y Ainley, 2011), las actitudes hacia las ciencias (Broughton, Sinatra y Nussbaum, 2013), el uso de la metodología flipped classroom (Jeong, González-Gómez y Cañada-Cañada, 2016), los entornos de aprendizaje informales (Staus y Falk, 2017), distintas situaciones de aprendizaje (Tomas, Rigano y Ritchie, 2016), y la resolución de problemas (Pellicer, Solaz-Portolés y Sanjosé, 2019).

Las emociones suelen considerarse positivas o negativas. Según Pekrun (2014), las emociones positivas son placenteras y pueden ser de dos tipos, activadoras (diversión, entusiasmo, ilusión y orgullo, por ejemplo) y desactivadoras (alivio o relajación, por ejemplo); y las emociones negativas son desagradables y también pueden ser activadoras (ansiedad, enojo y vergüenza) y desactivadoras (desesperación y aburrimiento). Las emociones positivas mejoran la atención, la motivación, el uso

de estrategias de aprendizaje y de regulación del aprendizaje, favorecen la resolución de problemas y la creatividad, y están asociadas a rendimientos académicos altos (Pellicer et al., 2019; Pekrun, Goetz, Titz y Perry, 2002; Pekrun, 2007; Trigwell, Ellis y Han, 2012; Walters, 2003). Las emociones negativas disminuyen la motivación, desvían la atención de las tareas de aprendizaje, conducen a un procesamiento cognitivo superficial de la información y están asociadas a rendimientos académicos bajos (Goetz, Frenzel, Pekrun y Hall, 2006; Isen, 2000; Pekrun, 2006; Trigwell et al., 2012).

Como se ha dicho anteriormente, diversos estudios han examinado los factores que conducen a las personas a aceptar las creencias en pseudociencias. Sin embargo, en dichos estudios se ha prestado escasa atención a las emociones como factor de diferencia individual que puede explicar estas creencias infundadas epistemológicamente. Además, tampoco son muy abundantes las investigaciones sobre creencias pseudocientíficas entre los estudiantes de secundaria iberoamericanos. Por ello, el objetivo principal de este estudio es analizar la influencia de las emociones sobre las creencias en pseudociencias de los estudiantes de educación secundaria. De acuerdo con este objetivo se formularon las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuál es el nivel de adhesión a las creencias en pseudociencias de los estudiantes de secundaria?
2. ¿Se ven afectadas las creencias en pseudociencias de estos estudiantes por sus emociones (positivas o negativas), su nivel de formación científica y su género?
3. ¿Cuál es la capacidad de estas variables mencionadas para predecir nivel de adhesión a las creencias en pseudociencias?

II. METODOLOGÍA

Participantes

Participaron 125 estudiantes de un centro público de educación secundaria del área metropolitana de Valencia (España). De ellos, 49 eran de 3º de la ESO (9º grado, 14-15 años), 29 de 4º de la ESO (10º grado, 15-16 años), y 37 de 1º de Bachillerato (11º grado, 16-17 años). En cuanto

al género, 56 son chicos y 69 son chicas. Se trata de una muestra de conveniencia, pero a priori no presentaban características diferenciales de otros grupos o centros del mismo entorno.

Diseño

Se realizó un estudio “ex post facto”, siendo la variable dependiente el nivel de creencias en pseudociencia y las variables independientes las emociones positivas, las emociones negativas, el nivel académico y el género.

Instrumentos

Se emplearon dos cuestionarios. El primer cuestionario es el mismo que utilizaron Lundström y Jakobsson (2009) para evaluar las creencias pseudocientíficas de estudiantes de secundaria suecos. Se tradujo al castellano por uno de los autores y posteriormente fue revisado por una profesora universitaria experta en Filología Inglesa. Consta de 10 ítems, todos ellos relacionados con el cuerpo humano y la salud. A continuación, se muestran los 10 ítems:

1. La acupuntura alivia el dolor
2. Algunas personas pueden transferir pensamientos (telepatía)
3. Las fases de la Luna pueden afectar a la salud de una persona
4. El dolor reumático disminuye si llevamos una pulsera magnética
5. Muchas enfermedades pueden descubrirse a través del diagnóstico del iris
6. Algunas personas pueden mover objetos con su mente
7. Algunas personas pueden curar al poner sus manos sobre los enfermos.
8. Las inflamaciones pueden curarse mediante la colocación de cristales nobles en la piel
9. Es posible saber el sexo del feto moviendo un péndulo encima del cuerpo de la mujer embarazada
10. La carta astral (esto es, la posición de los astros en el nacimiento) tiene influencia en las enfermedades que contrae una persona.

El segundo cuestionario, con el que se pretendió determinar qué emociones se suscitan en el aula de ciencias, fue la versión castellana del cuestionario

de emociones (la parte de emociones en el aula) de Peixoto, Mata, Monteiro, Sanches y Pekrun (2015). Esta versión fue elaborada por las mismas personas que tradujeron el primer cuestionario, e introdujeron ligeras modificaciones, como la adición “de ciencias” al lado de la palabra “aula”. Este cuestionario consta de 24 ítems que se engloban en seis factores correspondientes a dos emociones positivas (diversión y orgullo) y cuatro negativas (aburrimiento, desolación-desesperanza, ira y ansiedad). Cada uno de estos factores está representado en cuatro ítems del cuestionario. Ejemplos de ítems de cada uno de los seis factores son:

Emociones positivas

- Diversión: Estoy motivado en las clases de ciencias porque me resultan emocionantes
- Orgullo: Como estoy orgulloso de mis logros en ciencias, tengo interés en trabajar en ellas

Emociones negativas

- Aburrimiento: Noto que me distraigo durante las clases de ciencias
- Desolación/desesperanza: Incluso antes de iniciar las clases de ciencias sé que no voy a entender lo que se trata en ellas
- Ira: Noto que me enfado cada vez más en clase de ciencias
- Ansiedad: Me preocupa la dificultad de lo que puedan preguntar en las clases de ciencias

Ambos cuestionarios utilizan una escala tipo Likert de cinco niveles de respuesta, desde “muy poco de acuerdo”, hasta “muy de acuerdo”.

Procedimiento

Los cuestionarios se administraron en una sesión de clase normal de 50 min en las aulas de los grupos correspondientes. Primero, se cumplimentó el cuestionario de creencias pseudocientíficas y después el de emociones. Nadie necesitó más de 50 minutos. Antes de responder los cuestionarios, el estudiantado fue informado de la necesidad de leerlos con atención y de expresar la máxima sinceridad posible en la respuesta. Cuando se acabó la sesión se agradeció encarecidamente su participación.

Las escalas Likert se puntuaron asignando 1 punto a “muy poco de acuerdo”, y 5 puntos a “muy de acuerdo”. Esto significa que, en el caso del cuestionario de creencias en pseudociencia, un valor alto comporta una mayor defensa de las creencias pseudocientíficas.

III. RESULTADOS

En primer lugar, se calculó el coeficiente alfa de Cronbach para cada cuestionario, que proporcionó un valor de 0.78 para el de creencias en pseudociencias, de 0.81 para la escala de emociones positivas y de 0.85 para la escala de emociones negativas. Consecuentemente, el nivel de fiabilidad de ambos cuestionarios fue bueno.

Las medias aritméticas y las desviaciones

estándar de las puntuaciones obtenidas en el cuestionario de creencias en pseudociencias y en las escalas de emociones positivas y negativas (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 del cuestionario de pseudociencias fue de 22.39 puntos (puntuación máxima posible: 50 puntos) con un rango desde los 19.82 a 25.32 puntos. Por su parte, la media global de emociones positivas se sitúa en 23.60 (puntuación máxima posible: 40 puntos), y de emociones negativas en 42.06 (puntuación máxima posible: 80 puntos). Las medias en emociones negativas fluctúan entre 33.59 y 48.86 puntos, y las de emociones positivas entre 20.46 y 27.29 puntos.

Tabla 1: Estadística descriptiva de las variables en el estudio

Variable	N. Académico	Género	Media	S.D.
Emociones negativas (punt. máx. 80)	3º ESO	Chico	40.10	10.61
		Chica	48.86	9.83
	4º ESO	Chico	41.78	12.99
		Chica	39.10	11.13
	1º BAC	Chico	33.59	9.42
		Chica	45.20	11.31
Emociones positivas (punt. máx. 40)	3º ESO	Chico	24.62	5.66
		Chica	20.46	4.22
	4º ESO	Chico	23.94	7.22
		Chica	23.95	5.76
	1º BAC	Chico	27.29	4.58
		Chica	23.10	5.21
C. pseudociencias (punt. máx. 50)	3º ESO	Chico	22.24	7.20
		Chica	25.32	5.42
	4º ESO	Chico	22.22	7.07
		Chica	22.90	6.90
	1º BAC	Chico	19.82	7.44
		Chica	20.25	5.33

En la Figura 1 se muestran las puntuaciones promedio en cada uno de los ítems del cuestionario de creencias en pseudociencias. Los ítems que

recibieron las puntuaciones más altas fueron 1, 5 y 10, y los que las tuvieron más bajas fueron 6, 7 y 8.

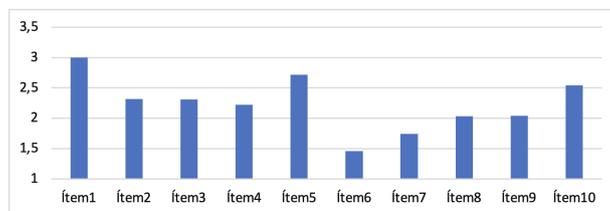


Figura 1. Puntuaciones promedio en los ítems del cuestionario de creencias en pseudociencia (escala 1-5 puntos).

Se aplicó el test de normalidad de Shapiro-Wilk a las puntuaciones del cuestionario de creencias en pseudociencias y de emociones positivas y negativas en el aula de ciencias en cada nivel académico, que condujo a valores de los niveles de significación $p > .05$ en todos los casos. Así pues, se puede rechazar la hipótesis nula y puede considerarse que las puntuaciones en cada nivel académico siguen distribuciones normales.

La Tabla 2 presenta la matriz de correlaciones producto-momento de Pearson entre las variables género (considerando valor 0 para los chicos y

valor 1 para las chicas), nivel académico (se ha tomado valor 0 para 3º de ESO, valor 1 para 4º de ESO, y valor 2 para 1º de Bachillerato), emociones positivas, emociones negativas y creencias pseudocientíficas. Destacan las asociaciones significativas entre género y emociones, tanto positivas ($r = -0.255$), como negativas ($r = 0.263$); entre nivel académico y emociones positivas ($r = 0.203$) y negativas ($r = -0.192$); y entre creencias en pseudociencias y nivel académico ($r = -0.242$), emociones positivas (-0.188) y emociones negativas (0.253).

Tabla 2: Coeficientes de correlación entre las variables consideradas

	Género	N. Académico	E. positivas	E. negativas	C. Pseudoc.
Género	1	-0.027	-0.255**	0.263**	0.121
N. Académico		1	0.203*	-0.192*	-0.242**
E. positivas			1	-0.730***	-0.188*
E. negativas				1	0.253**

N = 125, * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Con la finalidad de estudiar si la puntuación obtenida en el cuestionario de creencias en pseudociencias 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 en pseudociencias, y como variables independientes, o predictores, la puntuación de emociones positivas, la puntuación

de emociones negativas, 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 fue estadísticamente significativo para explicar la variable dependiente o criterio, $F(2,122) = 6.986$, $p = .001$. 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 creencias pseudocientíficas

Paso	V. Independiente	R2 ajustada	ΔR2	β	p	VIF*
1		0.077	0.077			
	Género			0.066	.466	1.085
	N. Académico			-0.204	< .05	1.049
	E. positivas			0.028	.825	2.182
2	E. negativas			0.217	< .05	2.181
		0.084	0.007			
	Género			0.064	.475	1.075
N. Académico	-0.202			< .05	1.039	
3	E. negativas			0.197	< .05	1.115
		0.088	0.004			
	N. Académico			-0.201	< .05	1.038
E. negativas	0.214			< .05	1.038	

N = 125, *VIF: Variance Inflation Factor

Como puede verse en el primer paso del análisis, ni el género ni las emociones positivas fueron variables predictoras significativas y desaparecen sucesivamente en el segundo y tercer paso. Las variables nivel académico y emociones negativas contribuyeron significativamente a las creencias en pseudociencias y predijeron el 8,8% de la varianza. El 91.2% restante debería ser explicado por otras variables no contempladas en esta investigación y por la varianza del error. Por otra parte, los coeficientes beta (que nos dan la importancia relativa, o peso, de un predictor en la ecuación de regresión) de ambas variables son muy similares. No obstante, el signo negativo del coeficiente beta del nivel académico, nos advierte de sus efectos contrarios a las creencias en pseudociencias.

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 el primer paso los VIFs de las variables emociones positivas y emociones negativas son altos, fundamentalmente por el elevado coeficiente de correlación entre ambas. En el último paso, las dos variables predictoras tienen un VIF algo mayores de 1, lo que indica un grado de colinealidad muy bajo.

IV. DISCUSIÓN

Las puntuaciones obtenidas en el cuestionario de creencias en pseudociencias, reflejadas en la Tabla 1 y la Figura 1, son muy similares a las obtenidas por Lundström y Jakobsson (2009), usando el mismo cuestionario con estudiantes suecos de secundaria. Concretamente, la puntuación promedio por ítem que obtuvieron los estudiantes suecos fue de 2.19 puntos y la que se ha obtenido en este estudio de 2.24 puntos. Las diferencias mayores se presentan en los ítems #5 (estudiantes suecos 2.14 puntos, estudiantes españoles 2.72 puntos) y #9 (estudiantes suecos 1.60 puntos, estudiantes españoles 2.04 puntos). En consecuencia, podemos afirmar que el nivel de creencias en pseudociencias de los estudiantes de secundaria es medio-bajo y similar al de otros estudiantes de educación secundaria.

En la Tabla 2 aparece la asociación entre género y emociones en el aula de ciencias. El coeficiente de

correlación entre género y emociones positivas es significativo y negativo, y el que se presenta entre género y emociones negativas es significativo y positivo. Teniendo presente cómo se ha codificado la variable género (valor 0 para chicos y valor 1 para chicas), estos coeficientes nos indican que las chicas experimentan menos emociones positivas y más negativas en el aula de ciencias que los chicos. Estos resultados son coherentes con los obtenidos por Chian y Liu (2014), que hallaron de las emociones positivas que se generaban en las clases de ciencias eran más intensas en los chicos que en las chicas. También son acordes con los de Pellicer *et al.* (2019) quienes, además de encontrar que las emociones positivas en las clases de ciencias en los chicos eran significativamente mayores que las chicas, advirtieron que en las emociones negativas ocurría justo lo contrario.

Pueden también observarse en la Tabla 2 los efectos del nivel académico sobre las emociones positivas y negativas en el aula de ciencias. Específicamente, se observa un coeficiente de correlación positivo y significativo entre las emociones positivas y el nivel académico, y un coeficiente negativo y significativo entre las emociones negativas y el nivel académico. Es decir, las emociones positivas aumentan y las emociones negativas disminuyen con el nivel académico en la educación secundaria. En esta misma línea, Pellicer *et al.* (2019) hallaron que las emociones positivas se incrementaban significativamente a medida que se avanzaba en la educación secundaria, pero no observaron una disminución significativa de las emociones negativas.

A pesar de que las emociones positivas correlacionan significativamente con las creencias en pseudociencias, no aparecen entre las variables predictoras significativas del análisis de regresión múltiple realizado. Esto, puede deberse a la elevada colinealidad existente entre las variables emociones positivas y emociones negativas (puede observarse el elevado coeficiente de correlación entre ambas en la Tabla 2). Tampoco ha sido variable predictora significativa el género. Este resultado está en consonancia con los de Johnson y Pigliucci (2004) y Lundström y Jakobsson (2009). En ninguna de esas dos investigaciones se encontraron diferencias significativas en las creencias en pseudociencias

entre hombres y mujeres.

El nivel académico y las emociones negativas han resultado ser las dos variables que contribuyen de forma significativa, y con un peso similar (aunque de diferente signo), a la variabilidad de las creencias en pseudociencias (Tabla 3). La contribución de las emociones negativas a las creencias en pseudociencias es positiva, en cambio la del nivel académico es negativa. No obstante, solamente explican el 8,8% de la varianza de las creencias en pseudociencias. Debe pensarse, pues, que el resto de la varianza tendría su explicación en otras variables que, en otros trabajos, han mostrado su relevancia en estas creencias (variables cognitivas, sociales, culturales o epistemológicas). La influencia positiva del nivel académico en la reducción de las creencias encontrada está en línea con la reducción de las creencias en pseudociencias a medida que se avanza en la educación secundaria, constatada por Preece y Baxter (2000), y con los hallazgos de Piejka y Okruszek (2020), en el sentido de que una más alta alfabetización científica predice una más baja propensión hacia las pseudociencias.

Como ya se ha indicado, se ha comprobado en el análisis de regresión que las emociones negativas en el aula de ciencias influyen de forma significativa en las creencias en pseudociencia, de tal manera que un mayor nivel de emociones negativas en clase de ciencias comporta una mayor predisposición, o un menor escepticismo, hacia las pseudociencias. Esto podría justificarse a partir del estudio de Ståhl y Van Prooijen (2018), en el que se concluye que el escepticismo hacia creencias injustificadas epistemológicamente (como las creencias en pseudociencias) requiere tanto de estrategias cognitivas racionales, como de motivación para formar creencias con fundamentos racionales; y del de Sutter-Brandenberger, Hagenauer y Hascher (2018), en el que se han comprobado los efectos negativos de las emociones negativas sobre la motivación. Así pues, parece que las emociones negativas en el aula de ciencias desmotivan a los estudiantes para formar creencias sustentadas en la racionalidad científica.

V. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Antes de abordar las conclusiones que se

derivan de este estudio, se hace necesario señalar sus limitaciones. La primera de ellas radica en la muestra, pequeña, seleccionada de forma no aleatoria y con solo tres niveles educativos de la educación secundaria. Todas estas particularidades hacen restringir la generalización de sus hallazgos. Además, los resultados han sido obtenidos mediante instrumentos que, aunque validados, se basan en autoinformes que pueden ser afectados por sesgos personales. Por tanto, las conclusiones de las que se hablará a continuación solamente pueden ser válidas, en sentido estricto, para los estudiantes que han participado y los instrumentos que se han utilizado.

Las conclusiones tienen que ir ligadas a las preguntas de investigación formuladas. Así, la primera pregunta está relacionada con el nivel de adhesión a las creencias en pseudociencias de los estudiantes de educación secundaria. De las puntuaciones obtenidas por los estudiantes podría decirse, con la debida cautela, que el nivel de creencias en pseudociencias de los estudiantes de secundaria españoles es medio-bajo y comparable al de otros países. No obstante, hay ciertos aspectos de la pseudociencia que todavía gozan de bastante credibilidad en los estudiantes, como las virtudes de la acupuntura, la posibilidad de diagnosticar enfermedades por el iris, o la influencia de la carta astral en la salud de las personas (relacionados con los ítems que han recibido mayor puntuación: #1, #5 y #10).

La segunda pregunta de investigación está vinculada a los efectos de las emociones, del nivel académico y del género sobre las creencias en pseudociencias. Del análisis de las correlaciones y del análisis de regresión parece concluirse que, de todas las variables, solo las emociones negativas generadas en el aula de ciencias y el nivel académico de los estudiantes influyen de forma significativa en las creencias en pseudociencias.

La tercera y última pregunta de investigación se refiere a la capacidad de las variables anteriores para predecir el nivel de adhesión a las creencias en pseudociencia. De acuerdo con la regresión *backward stepwise* realizada, las dos variables que han resultado ser significativas tienen una contribución similar a la variabilidad de las creencias en pseudociencias, por tanto, tanto el

nivel académico (formación científica recibida), como las emociones negativas en el aula de ciencias, predicen por igual las creencias en pseudociencias.

De este estudio se pueden inferir dos implicaciones para reducir las creencias en pseudociencias en la educación secundaria. La primera es que la alfabetización científica de los estudiantes de secundaria debe ser mejorada con contenidos que incluyan elementos, recursos, procedimientos y estrategias que permitan claramente establecer las diferencias entre ciencia y pseudociencia. Las metodologías de enseñanza basadas en actividades que promueven la indagación científica y que desarrollan las habilidades propias de los procesos de la ciencia pueden ser muy útiles para esta finalidad (Ozgelen, Yilmaz-Tuzun y Hanuscin, 2013). La segunda está relacionada con las emociones en el aula de ciencias. Se han de procurar entornos de aprendizaje en ciencias que supongan la generación de emociones positivas y la disminución de las negativas. No se tiene todavía suficiente literatura al respecto y los investigadores deberían centrar su atención en este punto.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afonso, A. S., & Gilbert, J. K. (2010). Pseudoscience: a meaningful context for assessing nature of science. *International Journal of Science Education*, 32(3), 329-348. <https://doi.org/10.1080/09500690903055758>
- Ainley, M., & Ainley, J. (2011). Student engagement with science in early adolescence: The contribution of enjoyment to students' continuing interest in learning about science. *Contemporary Educational Psychology*, 36, 4-12. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2010.08.001>
- Bensley, D. A., Lilienfeld, S. O., Rowan, K. A., Masciocchi, C. M., & Grain, F. (2020). The generality of belief in unsubstantiated claims. *Applied Cognitive Psychology*, 34(1), 16-28. <https://doi.org/10.1002/acp.3581>
- Blancke, S., Boudry, M., & Pigliucci, M. (2017). Why do irrational beliefs mimic science? The cultural evolution of pseudoscience. *Theoria*, 83(1), 78-97. <https://doi.org/10.1111/theo.12109>
- Boudry, M., Blancke, S., & Pigliucci, M. (2015). What makes weird beliefs thrive? The epidemiology of pseudoscience. *Philosophical Psychology*, 28(8), 1177-1198. <https://doi.org/10.1080/09515089.2014.971946>
- Broughton, S. H., Sinatra, G. M., & Nussbaum, E. M. (2013). "Pluto has been a planet my whole life!" Emotions, attitudes, and conceptual change in elementary students' learning about Pluto's reclassification. *Research in Science Education*, 43(2), 529-550. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9274-x>
- Bunge, M. (1985). *La investigación científica: su estrategia y su filosofía*, 2ª edición. Ariel.
- Chiang, W. W., & Liu, C. J. (2014). Scale of academic emotion in science education: Development and validation. *International Journal of Science Education*, 36(6), 908-928. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.830233>
- Cortiñas-Rovira, S., Alonso-Marcos, F., Pont-Sorribes, C., & Escribà-Sales, E. (2015). Science journalists' perceptions and attitudes to pseudoscience in Spain. *Public Understanding of Science*, 24(4), 450-465. <https://doi.org/10.1177/0963662514558991>
- Ede, A. (2000). Has science education become an enemy of scientific rationality? *Skeptical Inquirer*, 24, 48-51
- Eve, R. A., & Dunn, D. (1990). Psychic powers, astrology & creationism in the classroom? Evidence of pseudoscientific beliefs among high school biology & life science teachers. *The American Biology Teacher*, 52(1), 10-21.
- Fuertes-Prieto, M. Á., Andrés-Sánchez, S., Corrochano-Fernández, D., Urones-Jambrina, C., Delgado-Martín, M. L., Herrero-Teijón, P., & Ruiz, C. (2020). Pre-service Teachers' False Beliefs in Superstitions and Pseudosciences in Relation to *Science and Technology*. *Science & Education*, 29(5), 1235-1254. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00140-8>

- Goetz, T., Frenzel, A. C., Pekrun, R., & Hall, N. C. (2006). The domain specificity of academic emotional experiences. *The Journal of Experimental Education*, 75, 5–29. <https://doi.org/10.3200/JEXE.75.1.5-29>
- Hobson, A. (2001). Teaching relevant science for scientific literacy. *Journal of College Science Teaching*, 30(4), 238-243. <https://www.jstor.org/stable/42991213>
- Isen, A. M. (2000). Positive affect and decision making. In M. Lewis & J. M. Haviland-Jones (Eds.), *Handbook of emotions* (pp. 417–435). Guilford.
- Jeong, J. S., González-Gómez, D., Cañada-Cañada, F. (2016). Students' perceptions and emotions toward learning in a flipped general science classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 25(5), 747-758. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9630-8>
- Johnson, R. M. (2003). Is knowledge of science associated with higher skepticism of pseudoscientific claim? University of Tennessee Honors Thesis Projects. http://trace.tennessee.edu/utk_chanhonoproj
- Johnson, M., & Pigliucci, M. (2004). Is knowledge of science associated with higher skepticism of pseudoscientific claims? *The American Biology Teacher*, 66(8), 536-548. <https://doi.org/10.2307/4451737>
- Kaplan, A. O. (2014). Research on the pseudo-scientific beliefs of pre-service science teachers: A sample from astronomy-astrology. *Journal of Baltic Science Education*, 13(3), 381. http://www.scientiasocialis.lt/jbse/files/pdf/vol13/381-393.Oztuna_Kaplan_JBSE_Vol.13_No.3.pdf
- Losh, S. C., & Nzekwe, B. (2011). The influence of education major: How diverse preservice teachers view pseudoscience topics. *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 579-591. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9297-0>
- Lundström, M., & Jakobsson, A. (2009). Students' ideas regarding science and pseudo-science in relation to the human body and health. *Nordic Studies in Science Education*, 5(1), 3-17. <https://doi.org/10.5617/nordina.279>
- Mercier, H., Majima, Y., & Miton, H. (2018). Willingness to transmit and the spread of pseudoscientific beliefs. *Applied Cognitive Psychology*, 32(4), 499-505. <https://doi.org/10.1002/acp.3413>
- Metin, D., Cakiroglu, J., & Leblebicioglu, G. (2020). Perceptions of eighth graders concerning the aim, effectiveness, and scientific basis of pseudoscience: the case of crystal healing. *Research in Science Education*, 50(1), 175-202. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9685-4>
- Mugaloglu, E. Z. (2014). The problem of pseudoscience in science education and implications of constructivist pedagogy. *Science & Education*, 23(4), 829–842. <https://doi.org/10.1007/s11191-013-9670-x>
- Ozgelen, S., Yilmaz-Tuzun, O., & Hanuscin, D.L. (2013). Exploring the development of preservice science teachers' views on the nature of science in inquiry-based laboratory instruction. *Research in Science Education*, 43(4), 1551-1570. <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9321-2>
- Peixoto, F., Mata, L., Monteiro, V., Sanches, C., & Pekrun, R. (2015). The Achievement Emotions Questionnaire: Validation for Pre-Adolescent Students. *European Journal of Developmental Psychology*, 12(4), 472-481. <https://doi.org/10.1080/17405629.2015.1040757>
- Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review*, 18(4), 315-341. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>
- Pekrun R. (2007) Emotions in Students' Scholastic Development. In: Perry R.P., Smart J.C. (Eds) *The Scholarship of Teaching and Learning in Higher Education: An Evidence-Based Perspective* (pp.553-610). Springer.

- Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W. & Perry, R. (2002). 'Academic emotions in students' self-regulated learning and achievement: a program of qualitative and quantitative research'. *Educational Psychologist*, 37(2), 91-105. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3702_4
- Pellicer, I., Solaz-Portolés, J. J., & Sanjosé, V. (2019). Emociones en ciencias y rendimiento en la resolución de problemas: efectos del nivel académico y del género. En T. Sola, M. García, A. Fuentes, A. M. Rodríguez, J. López (Eds.), *Innovación educativa en la sociedad digital* (pp. 2062-2074). Dykinson.
- Piejka, A., & Okruszek, L. (2020). Do you believe what you have been told? Morality and scientific literacy as predictors of pseudoscience susceptibility. *Applied Cognitive Psychology*, 34(5), 1072-1082. <https://doi.org/10.1002/acp.3687>
- Preece, P. F., & Baxter, J. H. (2000). Skepticism and gullibility: the superstitious and pseudoscientific beliefs of secondary school students. *International Journal of Science Education*, 22, 1147-1156. <https://doi.org/10.1080/09500690050166724>
- Ranellucci, J., Hall, N. C., & Goetz, T. (2015). Achievement goals, emotions, learning, and performance: A process model. *Motivation Science*, 1(2), 98. <https://doi.org/10.1037/mot0000014>
- Rasmussen, S. C. (2007). The history of science as a tool to identify and confront pseudoscience. *Journal of Chemical Education*, 84(6), 949. <https://doi.org/10.1021/ed084p949>
- Ritchie, S. M., Hudson, P., Bellocchi, A., Henderson, S., King, D., & Tobin, K. (2016). Evolution of self-reporting methods for identifying discrete emotions in science classrooms. *Cultural Studies of Science Education*, 11(3), 577-593. <http://dx.doi.org/10.1007/s11422-014-9607-y>
- Solbes, J., Palomar, R., Domínguez, M. C. D. (2017). ¿En qué grado afectan las pseudociencias al profesorado?: una mirada al pensamiento de los docentes de ciencias en formación. *Mètode: Revista de Difusión de la Investigación*, 96, 28-35. <https://doi.org/10.7203/metode.8.9943>
- Ståhl, T., & Van Prooijen, J. W. (2018). Epistemic rationality: Skepticism toward unfounded beliefs requires sufficient cognitive ability and motivation to be rational. *Personality and Individual Differences*, 122, 155-163. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2017.10.026>
- Staus, N. L., & Falk, J. H. (2017). The role of emotion in informal science learning: testing an exploratory model. *Mind, Brain, and Education*, 11(2), 45-53. <https://doi.org/10.1111/mbe.12139>
- Sugarman, H., Impey, C., Buxner, S., & Antonellis, J. (2011). Astrology beliefs among undergraduate students. *Astronomy Education Review*, 10, 010101-010101. <https://www.as.arizona.edu/cae/download/publications/Buxner011.pdf>
- Sutter-Brandenberger, C. C., Hagenauer, G., & Hascher, T. (2018). Students' self-determined motivation and negative emotions in mathematics in lower secondary education—Investigating reciprocal relations. *Contemporary Educational Psychology*, 55, 166-175. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2018.10.002>
- Tomas, L., Rigano, D., & Ritchie, S. M. (2016). Students' regulation of their emotions in a science classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(2), 234-260. <https://doi.org/10.1002/tea.21304>
- Trigwell, K., Ellis, R. A., & Han, F. (2012). Relations between students' approaches to learning, experienced emotions and outcomes of learning. *Studies in Higher Education*, 37(7), 811-824. <https://doi.org/10.1080/03075079.2010.549220>
- Tseng, Y. C., Tsai, C. Y., Hsieh, P. Y., Hung, J. F., & Huang, T. C. (2014). The relationship between exposure to pseudoscientific television programmes and pseudoscientific beliefs among Taiwanese university students. *International Journal of Science Education, Part B*, 4(2), 107-122. <https://doi.org/10.1080/21548455.2012.761366>
- Valiente, C., Swanson, J., & Eisenberg, N. (2012). Linking students' emotions and academic achievement:

- When and why emotions matter. *Child Development Perspectives*, 6(2), 129-135. <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2011.00192.x>
- Walker, W. R., Hoekstra, S. J., & Vogl, R. J. (2002). Science education is no guarantee of scepticism. *Skeptic*, 9(3), 24-29.
- Wilson, J. A. (2018). Reducing pseudoscientific and paranormal beliefs in university students through a course in science and critical thinking. *Science & Education*, 27(1-2), 183-210. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-9956-0>
- Zaboski, B. A., & Therriault, D. J. (2020). Faking science: scientificness, credibility, and belief in pseudoscience. *Educational Psychology*, 40(7), 820-837. <https://doi.org/10.1080/01443410.2019.1694646>