

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

Máster Universitario en Profesor/a de Secundaria

Especialidad en Física y Química

**ESTUDIO DE LA RELACIÓN ENTRE LA CREENCIA EN LAS
PSEUDOCIENCIAS Y LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA DEL
ALUMNADO DE BACHILLERATO**

UNIVERSITAT
DE VALÈNCIA

Memoria de Trabajo Fin de Máster presentada por:

Adrián García Sánchez

Tutor:

Rafael Palomar Fons

Curso 2020-2021

FICHA TÉCNICA

Máster: Máster Universitario en Profesor/a de Secundaria

Especialidad: Física y Química

Autor: Apellidos: García Sánchez

Nombre: Adrián

Título de la memoria: ESTUDIO DE LA RELACIÓN ENTRE LA CREENCIA EN LAS PSEUDOCIENCIAS Y LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA DEL ALUMNADO DE BACHILLERATO

Tutor: Apellidos: Palomar Fons

Nombre: Rafael

Departamento: Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales

Fecha de la defensa: 09/09/2021

Calificación:

Palabras clave: Alfabetización científica, creencias pseudocientíficas, pensamiento crítico, enseñanza de las ciencias.

Keywords: Science literacy, pseudoscientific beliefs, critical thinking, science teaching.

Código Unesco: 5803 Preparación y empleo de profesores

Resumen:

La presencia de ideas pseudocientíficas en el alumnado y el bajo nivel de alfabetización científica ponen en relieve un problema de insuficiencia en las metodologías de enseñanza de las ciencias. El objetivo de este estudio es analizar la relación entre el nivel de alfabetización científica y el grado de creencia en pseudociencia en el alumnado preuniversitario como una forma de evaluar la preparación científica que han recibido durante la secundaria. Para ello se pasó un cuestionario a 90 estudiantes del bachillerato Científico-técnológico y Humanidades y Ciencias Sociales en el que se evalúan el grado de acuerdo entre diversas afirmaciones

pseudocientíficas y el nivel de alfabetización científica. El análisis revela que existe una relación moderada y negativa entre ambas variables, que no se observa distinguiendo entre cursos, pero sí entre género y creencia del alumnado. Los resultados ponen de manifiesto que el conocimiento científico es condición necesaria pero no suficiente para evitar la presencia de las pseudociencias.

Abstract:

The presence of pseudoscientific ideas in students and the low level of scientific literacy, highlight a problem of science teaching methodologies. The aim of this study is analyze the relationship between the level of scientific literacy and the scale of pseudoscience belief in pre-university students as a way of evaluating the scientific preparation they have received during high school. For this, a questionnaire was passed to 90 upper-secondary students of the Scientific-Technological and Humanities and Social Sciences modalities in which the degree of agreement between various pseudoscientific statements and the level of scientific literacy were evaluated. The analysis reveals that there is a moderate negative relationship between the two variables, observed no distinction between courses, but between gender and belief of the students. The results show that scientific knowledge is a necessary but not sufficient condition to avoid the presence of pseudosciences.

Índice

1. Introducción	5
2. Marco teórico e hipótesis.....	7
2.1. Pseudociencias	7
2.2. Alfabetización científica	10
2.3. Pensamiento crítico.....	13
2.4. Hipótesis.....	14
3. Diseño experimental	15
3.1 Descripción de la muestra.....	15
3.2. Instrumento utilizado para la recogida de datos	17
4. Presentación y análisis de resultados	23
4.1. Resultados de la muestra total	23
4.2. Resultados por agrupaciones	26
5. Discusión de los resultados	35
6. Limitaciones del estudio.....	40
7. Conclusiones y perspectivas.....	41
8. Referencias.....	44
9. Apéndices	49

1. Introducción

En las recientes legislaciones en materia de educación, ha habido una serie de reformas curriculares de las materias científicas que han ido abandonando el enfoque tradicional de la enseñanza de la ciencia, en la que el objetivo principal era la transmisión de los conceptos, principios y leyes de esas disciplinas. Se ha orientado en un nuevo enfoque cuyo objetivo principal es formar al alumnado como futuras ciudadanas y ciudadanos científicamente competentes, que sean capaces de convivir en una sociedad tecnológica donde la ciencia tiene una gran repercusión social, ya sea por las problemáticas medioambientales como los continuos avances. Ello implica que tomen conciencia de las relaciones que existen entre ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente (CTSA), que resuelvan sus problemas a través de la ciencia, la tecnología y la innovación, es decir, que consideren la ciencia como parte de la cultura de nuestro tiempo (Furió et al., 2001; Pérez-Martín, 2018; Vilches et al., 2004).

Esta nueva forma de orientar la educación científica, con una finalidad diferente a la de formar futuros científicos, nace de la necesidad de dotar a la población de unos conocimientos científicos básicos en la etapa de estudios obligatorios, independientemente de su formación académica posterior, para que sean capaces de tomar decisiones fundamentadas en una sociedad cada vez más influenciada por la ciencia y la tecnología.

En este contexto surge el término alfabetización científica, análogo a la alfabetización básica, el cual no tiene una definición única, puesto que son muchos los estudios que le dan un tratamiento epistemológico (en el marco teórico desarrollaremos el concepto de alfabetización científica en el que se ha basado el presente trabajo), pero que puede utilizarse como una medida de los conocimientos científicos básicos de una persona. De hecho, son muchos los trabajos que han desarrollado instrumentos para medir, de la forma más completa posible, la alfabetización científica. En la mayoría de estos trabajos los resultados obtenidos miden unos niveles de alfabetización relativamente bajos

acompañados de un bajo interés por las materias científicas (Balastegui et al., 2020; Esteve y Solbes, 2017).

La posibilidad de medir la alfabetización científica en la población ha sido utilizada para evaluar, entre otras materias, el aprendizaje escolar, y con el fin de comprobar el rendimiento académico del sistema educativo se enmarcan estas pruebas dentro de proyectos internacionales para así comparar entre países y obtener una medida relativa de la calidad global de la educación (Acevedo, 2005), siendo los más importantes el TIMSS y PISA.

Según el informe PISA (2018) la situación global de la alfabetización científica es baja, estando los valores de España (483) por debajo de la media de los países de la OCDE (489) y la de Europa (490). Además, a nivel global han ido descendiendo estos valores desde las oleadas anteriores.

Por lo que se ha visto hasta ahora existe un problema en la enseñanza de la ciencia, no se están consiguiendo los objetivos de la alfabetización científica y además aparece la dificultad del poco interés en la materia. Este desapego por las disciplinas científicas ha sido motivo de preocupación por las posibles consecuencias que podría tener en la sociedad, como la reducción en la financiación y la disminución de vocaciones científicas entre los estudiantes.

Con el fin de cuantificar estos efectos entre baja alfabetización y la actitud hacia la ciencia se han elaborado estudios poblacionales sobre percepción social de la ciencia, en España el más importante es el de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). En este estudio se valora también la aceptación por parte de la población de ciertas prácticas acientíficas a la que la sociedad confiere científicidad, éstas son las conocidas pseudociencias (cuya definición se detallará en el marco teórico). Los resultados a este respecto revelan un hecho preocupante: un alto porcentaje de la población española confía en las terapias alternativas (homeopatía, acupuntura), además las personas con niveles más altos de educación se sitúan por encima del promedio en cuanto a confianza en estas prácticas, por

lo que el nivel de conocimiento científico no siempre garantiza una buena aceptación de la ciencia (Bauer, 2009).

Resultan contradictorias algunas conclusiones obtenidas de la encuesta del FECYT, pues mientras parece haber una opinión general de que la ciencia tiene un efecto positivo en nuestras vidas y se muestra cierto interés por la ciencia y la tecnología, a la vez hay un buen grado de aceptación de las ideas pseudocientíficas y cierto escepticismo ante el desarrollo tecnológico (Quevedo et al. 2019). Y es que realizar estas mediciones a veces requiere dejar fuera otros componentes de la cultura de un grupo social (aversión al riesgo, ideología religiosa, adscripción política, etc.) que se supone condicionan las actitudes de la población hacia temas de interés social relacionados con la ciencia y la tecnología (Cámara y López Cerezo, 2007; Piejka y Okruszek, 2020).

Desde el campo de la Didáctica de las Ciencias resulta de interés conocer la posible relación entre las creencias pseudocientíficas y la formación científica del alumnado, como un factor a tener en cuenta a la hora de desarrollar nuevas metodologías en la enseñanza de las ciencias con el objetivo de alcanzar una sociedad científicamente competente, y es de interés, además, analizar si los cambios curriculares que se están llevando a cabo en las disciplinas científicas están teniendo efecto en el alumnado, por tanto las preguntas que motivan la investigación desarrollada en el presente trabajo son las siguientes: ¿Existe relación entre el nivel de alfabetización científica y la creencia en las pseudociencias en los estudiantes que ya han cursado la Educación Secundaria Obligatoria? ¿Afectan las variables: curso, modalidad, género y creencias en esta relación?

2. Marco teórico e hipótesis

2.1. Pseudociencias

Una de las principales características de la sociedad actual es la facilidad con la que cualquier persona puede acceder a la información, salvo contextos socioeconómicos extremos incluso en los

países menos desarrollados hay un relativo fácil acceso a la enorme cantidad de información que alberga internet.

A pesar de la ventaja que supone, tanto en el ámbito de la educación formal como en la formación cultural personal, tiene un gran inconveniente, y es que no toda la información que hay es fiable. Existe una gran cantidad de información falsa o de dudosa veracidad que, ya sea de manera intencionada o por negligencia, es publicada en los medios de comunicación, editada en revistas o libros de divulgación, subida a internet y compartida constantemente en redes sociales, mostrándose en muchos casos como información científica veraz (Díaz et al. 2018; Shermer, 2003; Yates y Chandler, 2000).

Esta información “fraudulenta” tiene generalmente buena acogida entre la población y entre estos círculos se genera la visión de que todas las declaraciones científicas son simplemente narrativas que no hacen más que articular los prejuicios culturales del narrador. Desde este punto de vista una narrativa es tan buena como otra, ya que cada una se expresa en el lenguaje de su cultura particular y, por tanto, contiene todos los supuestos de la verdad (Stengler, 2019), es por ello que estas ideas se consideran en pie de igualdad con la ciencia, y de ahí que se le denominen ideas pseudocientíficas (*pseudo-falsa*).

Basándose en esta premisa Preece y Baxter (2000) definen la pseudociencia como un conjunto de ideas o teorías que afirman ser científicas pero que, contrariamente a la ciencia estándar, no superan las pruebas empíricas o directamente no pueden ser probadas. Esta definición plantea el debate de que se entienda por ciencia estándar para poder rechazar categóricamente una pseudociencia, en esta línea Pigliucci y Boudry (2013) resaltan la importancia de estudiar y establecer demarcaciones correctas para diferenciar qué es ciencia y qué pseudociencia.

El grado de aceptación y la facilidad con la que penetran las pseudociencias en la sociedad dependen de diversos factores atendiendo al tipo de pseudociencia, diversos estudios (Lundström y

Jakobson, 2009; Majima 2015; Preece y Baxter, 2000) dividen las pseudociencias en paranormales (supersticiones, parapsicología...) y no paranormales (homeopatía, acupuntura...), no obstante cabe destacar que, aunque en este trabajo se ha utilizado esta división, existen otros estudios (Fasce, 2017; Fasce y Picó, 2018; Lobato et al., 2014; Solbes et al., 2018) en los que se establecen otros criterios para considerar las pseudociencias y definen diferentes tipos de éstas.

Las creencias en pseudociencias paranormales tienen gran aceptación en la sociedad porque forman parte del pensamiento popular, muy influenciadas además por la cultura propia de cada región por eso suelen encontrarse diferentes tendencias en las creencias según el país donde se realice el estudio (e.g. no tiene la misma repercusión social la creencia en el espiritismo en Estados Unidos que en España). Su origen se debe principalmente a atribuir erróneamente causas sobrenaturales a eventos ordinarios y naturales (Majima, 2015).

Por otra parte, las pseudociencias no paranormales están cobrando cada vez mayor importancia (Quevedo et al., 2019). Al percibir las como científicas el público acepta estas ideas con facilidad, esto ocurre debido a que se utiliza deliberadamente un lenguaje complejo y opaco, desafortunadamente similar al que se usa en el ámbito científico, y así se le confiere una credibilidad que el público interpreta en pie de igualdad con la ciencia, denominada “cientificidad”, esto además la protege de los argumentos que la desacreditan y dificulta el acceso a la información que la explica y su comprensión, por ello las ideas pseudocientíficas son tratadas como creencias (Zaboski y Therriault, 2019).

La presencia de ideas pseudocientíficas en la población es motivo de gran preocupación en parte por su relación con la salud humana, dejando de ser algo anecdótico para convertirse en un verdadero problema de salud pública (Quevedo et al, 2019). En la actual pandemia se ha podido constatar una gran aparición de información de carácter confuso y falaz que ha provocado un estado de gran crispación social, así también mensajes pseudocientíficos han recobrado renovadas fuerzas como el movimiento antivacunas o ciertos tratamientos homeopáticos.

La existencia de estas ideas en las escuelas supone además un claro indicio de un problema en las metodologías actuales de la enseñanza de las ciencias. Por este motivo muchos estudios se han centrado en identificar la presencia de las ideas pseudocientíficas y evaluar el grado de aceptación en el alumnado preuniversitario (Lundström y Jakobson, 2009; Palomar et al., 2016; Preece y Baxter, 2000; Quevedo et al., 2019; Ripoll, 2020), cuyas propuestas de mejoras ponen el foco de atención en la necesidad de potenciar la alfabetización científica.

2.2. Alfabetización científica

El término alfabetización científica surge a mediados del siglo XX y se desarrolla sobre todo en la última década. Es en este punto de auge científico y tecnológico cuando se hace necesario que la sociedad adquiriera unas competencias científicas básicas para adaptarse a los consecutivos avances. Como consecuencia de esto las instituciones de enseñanza e investigación consideran la necesidad de discutir y establecer una definición apropiada de la alfabetización científica para diseñar métodos útiles con el objeto de alfabetizar la sociedad y para evaluar si se ha hecho con éxito (Díaz et al., 2018).

En un principio se entendía que la cantidad de conocimiento científico que poseía una persona era lo que determinaba su alfabetización científica, y los estudios a este respecto se centraban en elaborar una serie de listados de materias y contenidos científicos que un ciudadano debía adquirir para ser considerado científicamente alfabetizado (Díaz et al, 2018). La enseñanza de estos nuevos contenidos resultó ineficaz como método de alfabetización de la ciudadanía y, por tanto, se hizo necesario ir más allá de la mera transmisión de conocimientos para lograr alcanzar los objetivos de estas nuevas propuestas curriculares.

Numerosos estudios ofrecen una nueva visión ampliada de la alfabetización científica. En Vilches et al. (2004) se encuentra que diversos autores (Bybee y DeBoer, 1994; Bybee, 1997; Marco, 2000) coinciden en que se debe incluir una aproximación a la naturaleza de la ciencia y a la práctica científica y, sobre todo, en poner énfasis en las relaciones ciencia-tecnología-sociedad, con vistas a favorecer la

participación ciudadana en la toma fundamentada de decisiones. En este mismo artículo se defiende una idea crucial en los objetivos de esta definición de la alfabetización científica, y es que no debe centrarse la enseñanza de la ciencia en formar futuros científicos, sino que ha de suponer la construcción de una cultura científica básica para toda la ciudadanía.

Esta nueva metodología de enseñanza de las ciencias tiene la intención de fomentar en los estudiantes la idea de que la alfabetización científica es necesaria para comprender la naturaleza de los problemas actuales que les atañen sin tener que adscribirse exclusivamente al ámbito científico, como entender los desafíos económicos globales, favorecer la autoformación que será necesaria para adaptarse a los requisitos laborales y sociales del futuro, así como resaltar que es la herramienta fundamental para solucionar los retos tecnológicos, sanitarios y medioambientales coyunturales (Pérez-Martín, 2018)

Como hemos dicho anteriormente, otra necesidad a la hora de desarrollar una definición de alfabetización científica, aparte de establecer un nuevo marco pedagógico de las ciencias, es la utilizada para evaluar la consecución de los objetivos de ésta. Muchos estudios han centrado sus esfuerzos en desarrollar instrumentos que midan correctamente la alfabetización científica de la población, definir qué indicadores son los adecuados es aún objeto de debate. En este trabajo se han utilizado los criterios en los que se basan las pruebas PISA para evaluar el nivel de alfabetización científica ya que se centran en los estudiantes (objeto de estudio de este trabajo) y no en toda la población. En PISA (2009) se define la competencia científica como “la capacidad de usar el conocimiento científico, de identificar cuestiones y extraer conclusiones basadas en pruebas científicas que les permita comprender y tomar decisiones sobre el medio natural y los cambios que sufre en relación con la acción humana” (Moreno, Benítez y Cercadillo, 2010, p. 12). Con esta definición para considerar que han adquirido adecuadamente las competencias científicas y tienen, en consecuencia, un buen nivel de alfabetización científica, los alumnos deben demostrar en las pruebas PISA que son capaces de:

- Identificar asuntos o temas científicos. Implica reconocer qué problemas pueden resolverse mediante una investigación científica, buscar e interpretar la información en textos científicos y conocer los aspectos básicos de una investigación científica.
- Explicar científicamente los fenómenos. Requiere abstraer los conocimientos científicos adquiridos para aplicarlos a situaciones con diferentes contextos, y realizar las descripciones, explicaciones y predicciones adecuadas.
- Usar la evidencia científica. Ser capaz de extraer conclusiones y comunicarlas, reconocer la relación y valorar el impacto social de los avances científicos y tecnológicos.

Hasta ahora la definición dada sobre alfabetización científica se centra en educar en el conocimiento de las ciencias (conceptos y teorías) y en el conocimiento sobre las ciencias (procesos y contextos). Recientemente se ha mostrado mayor interés en una dimensión adicional que es la actitud hacia las ciencias. En Solbes et al. (2007) se llega a la conclusión de que existe una valoración social negativa de la ciencia y un gran rechazo por parte del alumnado hacia su estudio, por tanto uno de los objetivos de la alfabetización científica es fomentar en las escuelas el uso de nuevas metodologías didácticas que motiven y despierten el interés del alumnado hacia las ciencias. Para ello, diversos autores (Díaz Moreno, 2018; España y Prieto, 2010; Sadler, 2009; Solbes, 2019; Zeidler, 2014) proponen el uso de las cuestiones socio-científicas (CSC), que se definen como problemas sociales en cuya comprensión y resolución está implicada la ciencia, para cumplir estos objetivos y poner la ciencia en contexto. Una visión más ambiciosa a este respecto es la que aporta Díaz et al. (2018) en la que se añade como nuevo enfoque el disfrute personal del alumnado mediante un aprendizaje que busque satisfacer su curiosidad sobre temas científicos por los que se sientan interesados.

Así pues, fomentando esta alfabetización en la escuela de forma que el alumnado llegue a conocer y apreciar la ciencia como forma de conocimiento, sus valores y concepciones inherentes al desarrollo del

conocimiento científico puede contribuir a desarrollar el pensamiento crítico y el escepticismo frente a formas no científicas de información (Abd-El-Khalick y Lederman, 2000).

2.3. Pensamiento crítico

El pensamiento crítico es objeto de reflexión de múltiples disciplinas: filosofía, psicología, pedagogía, didáctica de las ciencias, etc. La vasta bibliografía especializada al respecto dificulta el establecimiento de una definición consensuada debido a que las diferentes perspectivas y enfoques generan tantas definiciones como estudios (Manassero-Mas y Vázquez-Alonso, 2020; Solbes, 2012). Sin embargo, una definición muy sencilla y práctica, útil para introducir el tema sin ser demasiado exhaustivo, es la de Ennis (1989, 2015) en la que se define el pensamiento crítico como un tipo de pensamiento racional y reflexivo que se centra en decidir qué premisas creer o qué decisión tomar (como se cita en Bissonnette et al., 2021; Manassero-Mas y Vázquez-Alonso, 2020; Ripoll, 2020). Esta definición lleva implícita la idea del que el pensamiento crítico es un pensamiento de calidad, es decir que requiere un esfuerzo por parte de la persona para realizar el proceso del tratamiento de la información hasta extraer las propias conclusiones (escrutinio, análisis, integración, etc.) y una actitud comprometida y dispuesta a pensar bien, esto es, a suspender sistemáticamente el pensamiento propio para analizar, evaluar y mejorar la calidad de cada pensamiento (Manassero-Mas y Vázquez-Alonso, 2020).

En el ámbito de las ciencias, el proceso para cumplir con los criterios de calidad del pensamiento crítico conlleva estar informado sobre el problema, sin limitarse a la información superficial, conocer las diferentes posturas y saber diferenciar cuales están bien argumentadas y cuáles no, qué intereses subyacen en cada una, y por último estudiar el problema desde distintos aspectos, no solo en el ámbito científico y técnico, sino también en los sociales, económicos, éticos, etc. (Solbes, 2012; Solbes y Torres, 2016). Y, en consecuencia, como dice Yager (1993), tomar decisiones basándose en elecciones racionales y juicios fundamentados para resolver el problema.

Como se muestra en Solbes (2012, 2019), tras una revisión de la historia de la ciencia, se puede ver como a lo largo de ésta los avances científicos se han producido en muchas ocasiones mediante el enfrentamiento con el poder establecido en la época; los científicos han sufrido censura, persecución, exilio, etc. cuando han entrado en conflicto con los intereses de la religión, de la economía o de la política, es por tanto la ciencia metodológicamente crítica. Pero no por ello el pensamiento crítico es inherente a la enseñanza de la ciencia, se ha observado en varios trabajos (Habermas, 1992; Kuhn, 1971); Marcuse, 1972; Popper, 1985); Solbes y Torres, 2013; Solbes y Vilches, 1995, como se citó en Solbes, 2019) que la educación científica se ha centrado en los aspectos conceptuales, desde un punto de vista dogmático y rígido, como una acumulación de verdades incuestionables, desde una perspectiva ahistórica y sin incidir en las relaciones CTS, ofreciendo una visión descontextualizada que imposibilita el desarrollo del pensamiento crítico.

Lograr que el alumnado adquiriera unos conocimientos científicos básicos que le permitan desarrollar el pensamiento crítico converge con los objetivos de la alfabetización científica, y pasa por cambiar las metodologías tradicionales en la enseñanza de las ciencias, por este motivo Solbes (2012, 2019), Solbes y Torres (2016), consideran el uso de las cuestiones socio-científicas como herramienta principal para articular el pensamiento crítico a través de la alfabetización científica. Adicionalmente Vilches et al. (2004) resaltan la importancia de la formación de los futuros docentes ya que, durante la carrera universitaria, el graduado en ciencias no recibe ninguna formación como docente y traslada al instituto el mismo tipo de educación científica tradicional que hemos mencionado antes, centrada en formar a futuros científicos y no a futuros ciudadanos científicamente competentes que sean capaces de pensar de forma crítica e independiente.

2.4. Hipótesis

Basándose en el fundamento teórico descrito hasta ahora, se puede llegar a la conclusión de que el pensamiento crítico puede considerarse un indicador de éxito a la hora de evaluar la alfabetización

científica y está directamente relacionado con la presencia en las aulas de las ideas pseudocientíficas, como se ha mencionado previamente, un elevado conocimiento científico por sí mismo no previene de la aceptación de determinadas creencias pseudocientíficas, en cambio la combinación de éste con el pensamiento crítico es suficiente para dotar al alumnado de las herramientas necesarias a la hora de combatir las pseudociencias.

A partir de esta premisa se puede enunciar la primera hipótesis de la investigación: debe existir una correlación en el alumnado entre el nivel de alfabetización científica y el grado de creencia en las pseudociencias, y esta correlación ha de ser negativa, de forma que cuanto más científicamente alfabetizada está la persona presenta una menor permeabilidad a las ideas pseudocientíficas.

La segunda hipótesis deriva de la primera, si existe esta correlación en el conjunto del alumnado debe existir también una correlación similar y negativa al realizar agrupaciones, aunque en grado diferente debido a las múltiples variables que caracterizan las diferencias entre los grupos: curso, modalidad, género y creencia.

3. Diseño experimental

Con el fin de contrastar nuestra hipótesis se debe realizar un diseño experimental de forma que se pueda obtener, del alumnado, dos variables a correlacionar; una que indique el grado de creencia en las pseudociencias y otra el de alfabetización científica. Para ello se pasará un cuestionario al alumnado que permita evaluar estos dos aspectos de cada individuo.

3.1 Descripción de la muestra

El alumnado objetivo es el perteneciente a los dos cursos de Bachillerato del ámbito Científico-Técnico y del de Humanidades y Ciencias Sociales (CCSS), ya que ambos han finalizado la Educación Secundaria Obligatoria y deberían haber adquirido, a lo largo de ésta, la cultura científica básica contemplada en el currículum de la materia.

Debido a los protocolos de seguridad higiénicos adoptados a causa de la pandemia del COVID-19, para minimizar el contacto con posibles fuentes de infección el cuestionario se realizó en la plataforma *Google Forms* y se facilitó un código QR al alumnado para permitirles el acceso (apéndice A). No obstante, para aquellos casos en los que no pudieran utilizar el teléfono por diferentes motivos (falta de datos, falta del dispositivo...) se disponía de una versión en papel.

Se pasó inicialmente, a un grupo de 26 estudiantes de 4º de la ESO, para realizar un ensayo piloto en el que se comprobase que todo funcionaba correctamente: que los estudiantes podían acceder al cuestionario a través de sus *smartphones*, que las instrucciones eran claras, que no había errores en las diferentes cuestiones y que se cumplimentaba en el tiempo en el que dura una sesión.

Finalmente se obtuvieron 117 cuestionarios cumplimentados de alumnos de bachillerato, de los cuales 27 tuvieron que ser descartados ya que una amplia mayoría de los que contestaron al formulario en papel no lo hicieron correctamente, a pesar de las instrucciones, y dejaron cuestiones en blanco, en menor medida tuvieron que desecharse aquellos que contenían respuestas incoherentes o bromas realizadas por los participantes. Por tanto, la muestra final es de 90 alumnos distribuidos por cursos, modalidades y género como puede verse en la tabla 1.

Tabla 1

Número de estudiantes según género y curso

Género	Cursos			
	1º Bachillerato Ciencias	1º Bachillerato Humanidades y CCSS ^a	2º Bachillerato Ciencias	2º Bachillerato Humanidades y CCSS
Femenino	12	10	11	15
Masculino	16	4	12	9

^a Uno de los estudiantes de este curso se definió como “persona” en el apartado de género y por lo tanto no se incluye en la tabla.

3.2. Instrumento utilizado para la recogida de datos

La herramienta utilizada en esta investigación se ha elaborado a partir de la unión de un cuestionario que mide el grado de acuerdo o desacuerdo con diferentes ideas pseudocientíficas (cuestionario 1) y otro que permite evaluar el nivel de alfabetización científica (cuestionario 2), que pueden encontrarse en el apéndice B, obtenidos de los trabajos de Ripoll (2020) y Balastegui et al. (2020) respectivamente.

La elección de ambos cuestionarios se ha basado en los siguientes criterios:

- Los ítems son adecuados a los objetivos de este trabajo.
- Están también dirigidos al alumnado de secundaria de la Comunidad Valenciana.
- Tienen la extensión adecuada para poder ser respondidos en un máximo de 50 minutos.
- Están diseñados en el marco de la reciente ley educativa: Ley Orgánica Mejora de la Calidad Educativa 8/2013 (LOMCE).

A continuación se detalla el contenido de cada cuestionario:

Cuestionario 1 (Ítems 1.1-1.16)

Esta parte contiene el texto informativo que da inicio al cuestionario, donde se informa al alumnado sobre el tratamiento de sus datos, que da su autorización y consentimiento al cumplimentarlo y las instrucciones para hacerlo.

Antes de llegar a los ítems aparecen las preguntas para la recogida de los datos que hacen referencia al curso académico del participante, género, tipo de centro y creencias religiosas.

El cuerpo del cuestionario 1 está formado por los ítems 1.1-1.15, cada uno se divide en tres preguntas (e.g. 1a, 1b, 1c): una afirmación sobre diferentes aspectos pseudocientíficos, que se debe valorar en una escala Likert indicando el grado de acuerdo del 0 al 4, siendo 0: Nada de acuerdo, 1: En desacuerdo, 2: Ni acuerdo ni desacuerdo, 3: De acuerdo y 4: Muy de acuerdo; a continuación una pregunta sobre el medio o lugar en el que ha podido conocer o acceder a la información reflejada en la

afirmación (en esta pregunta se facilita un apartado de respuesta libre o respuesta múltiple) y una pregunta de respuesta abierta para hacer algún comentario respecto a la afirmación anterior.

Los ámbitos o dimensiones pseudocientíficas que se analizan son:

- Diseño inteligente
- Creencias populares: fases de la Luna
- Conspiraciones: terraplanismo y la llegada del ser humano a la Luna
- Poderes mentales: telepatía, telequinesis y viajes astrales
- Criptozoología
- Astrología
- Creencias sobre el Más Allá, comunicación con los muertos, etc.

Por último, el ítem 1.16, es una pregunta de respuesta abierta, desconectada del resto de afirmaciones, para conocer inquietudes, dudas o más creencias sobre el alumnado participante.

Cuestionario 2 (Ítems 2.1-2.10)

En esta parte se miden diferentes aspectos de la cultura científica del alumnado:

Los ítems 2.1 y 2.2 son preguntas cerradas de carácter conceptual en las que se valora el conocimiento básico de diferentes disciplinas de la ciencia en el alumnado. En el ítem 2.1 se debe responder a mediante Verdadero o Falso a 6 afirmaciones diferentes y el ítem 2.2 consta de 8 preguntas de respuesta múltiple con una opción correcta.

El ítem 2.3 plantea la elaboración de una hipótesis y un experimento para ponerla a prueba, en el 2.4 se debe dar explicación a los sucesivos cambios en algunas teorías científicas (en concreto los modelos atómicos). Ambas son preguntas abiertas que permiten mostrar del participante su comprensión sobre la naturaleza de la ciencia y la capacidad de aplicar el método científico en situaciones reales e hipotéticas.

El ítem 2.5 consta de dos preguntas abiertas en las que el alumnado debe reflexionar sobre dos textos que relacionan la ética y la ciencia. Esto nos posibilita analizar si se hace un uso correcto del lenguaje a la hora de argumentar, redactar y debatir diferentes temas científicos.

El ítem 2.6 está compuesto por cuatro apartados de respuesta abierta en los que se evalúa los conocimientos de los encuestados sobre diferentes temas relacionados directamente con problemas de carácter medioambiental actuales de forma que demuestren reconocer la importancia y repercusión para la sociedad y el medio ambiente de la ciencia y la tecnología.

El ítem 2.7 requiere, por parte del alumnado, reconocer situaciones cotidianas en las que se tenga que hacer uso de los conceptos científicos adquiridos y describirlas en esta pregunta abierta.

El ítem 2.8 consta de dos preguntas abiertas: en la primera se debe interpretar información científica (concretamente una gráfica), utilizarla para formarse una opinión propia, expresarse adecuadamente mediante juicios y tomar decisiones, en la segunda se deben listar una serie de acciones que demuestran la capacidad del alumno de abstraer la información para usarla en un contexto cotidiano personal.

El ítem 2.9 y 2.10 son dos preguntas de valoración personal que ponen de manifiesto las actitudes del alumnado hacia la ciencia y su aprendizaje, la primera de tipo Likert en la que se contesta de forma numérica (0 - 5) según el grado de conformidad de varias afirmaciones sobre la ciencia, y la segunda de respuesta cerrada con opción múltiple sobre el aprendizaje de la ciencia.

3.2.1 Valoración del grado de creencia en las pseudociencias

Para obtener un parámetro con el que hacer el tratamiento estadístico se han valorado únicamente los ítems 1-15 y, dentro de éstos, las preguntas cuyas respuestas se reflejaban en una escala Likert, puntuando el grado de acuerdo del 0 al 4, siendo 0: Nada de acuerdo, 1: En desacuerdo, 2: Ni acuerdo ni desacuerdo, 3: De acuerdo y 4: Muy de acuerdo.

De esta forma el valor mínimo de esta parte del cuestionario (0) correspondería a un rechazo total de las ideas pseudocientíficas, y el valor máximo (60) reflejaría lo opuesto: una gran aceptación de éstas.

3.2.2 Valoración del nivel de alfabetización científica

Para poder realizar las pruebas estadísticas, y así obtener los resultados, se han evaluado los ítems 2.1-2.8, sin tener en cuenta los ítems 2.9 y 2.10, puntuando con 1 a aquellas respuestas que son correctas y 0 a las que no lo son.

Los criterios de evaluación por el que se decide que preguntas son correctas o incorrectas en cada ítem son los mismos que se han utilizado en Balastegui (2020).

Ítem 2.1

Las respuestas correctas son las que se ajustan a la resolución mostrada en la tabla 2.

Tabla 2

Plantilla de resolución del ítem 2.1

Afirmación	Respuestas
La masa de un cuerpo es igual a su peso.	F
Es lo mismo calor que temperatura.	F
Un cuerpo frío contiene calor.	V
El punto de ebullición del agua es únicamente 100° C.	F
La energía únicamente puede existir en los seres vivos.	F
Cuando la energía se transfiere de un cuerpo a otro, parte de la energía se pierde.	F

En este apartado se puede obtener un máximo de 6 puntos.

Ítem 2.2

Se consideran correctas todas aquellas respuestas que se ajustan a la plantilla de resolución en la tabla 3.

Tabla 3*Plantilla de resolución del ítem 2.2*

Pregunta	Respuesta
¿Cuál es el gas más abundante en el aire?	Nitrógeno
¿Qué significa la “A” en emisiones de radio en AM?	Amplitud
¿Qué elemento principalmente contienen los compuestos de Química Orgánica?	Carbono
¿Qué letra se utiliza en Física para referirnos a la velocidad de la luz?	“c”
¿Cuál es el gas noble más pesado?	Radón
Aproximadamente ¿Cuál es la edad de la Tierra?	4.500 millones de años
¿Cuáles son las unidades de medida de la resistencia eléctrica?	Ohm
¿Qué elemento del sistema periódico tiene el símbolo K?	Potasio

El máximo de puntos que se pueden obtener en este ítem es 8.

Ítem 2.3

Se consideran correctas todas aquellas respuestas que, aun afirmando una hipótesis incorrecta, formulen un diseño experimental que permita ponerla a prueba.

Ítem 2.4

Se toman como respuestas correctas las que hagan referencia a una necesidad de mejorar las limitaciones de los modelos para explicar la realidad experimental y muestren de alguna forma el aspecto activo, cambiante y constructivo del conocimiento científico.

Ítem 2.5

Se evalúan las respuestas a las dos afirmaciones por separado. La importancia de la evaluación de este ítem recae en la construcción de los argumentos por parte de los alumnos, se consideran correctas, sin importar si están a favor o en contra, las reflexiones que muestren una argumentación

coherente y que defiendan la necesidad de una actividad científica consciente y consecuente con la realidad social.

Ítem 2.6

Se darán por correctas aquellas respuestas dadas por los alumnos en cada subapartado del ítem, que nombren algún aspecto de tabla 4 y no nombren ninguno incorrecto.

Tabla 4

Criterios de valoración del ítem 2.6

Problemática	Comentario
COP (Contaminantes Orgánicos Persistentes)	Larga vida. Convenio de Estocolmo o acuerdo de reducción o eliminación total de los 12 COPs más tóxicos.
Uso del DDT como insecticida	Veneno peligroso. Prohibición de su uso (primer mundo). Es un COP. Denuncia Rachel Carson a finales de los años 50 en <i>Primavera Silenciosa</i> . Negativa de los políticos y algunos científicos ante el movimiento contra el DDT. Todos los comentarios relacionados con las características de los insecticidas.
Dstrucción de la capa de ozono	CFCs como causantes (si mencionan <i>spray</i> o aerosoles). Menor filtro de las radiaciones UV. Afecta al clima. Protocolo de Montreal (1987): ejemplo de cumplimiento y situación de mejora.
Incremento del efecto invernadero	Diferenciar efecto invernadero natural de antropogénico. Equilibrio térmico de la Tierra, atmósfera como capa protectora, etc. Emisión de gases de efecto invernadero. Protocolo de Kioto, Conferencias del cambio climático. Cambio climático, enfermedades, catástrofes, agotamiento de los recursos, etc.

Como este ítem consta de cuatro subapartados la puntuación máxima es 4.

Ítem 2.7

Para valorar esta pregunta CTS abierta como correcta se deben nombrar tres o más situaciones en las que realmente se apliquen conocimientos científicos.

Ítem 2.8

Esta pregunta se divide en dos subítems, en el primero se puntúa la respuesta que relaciona la información dada y el argumento propuesto indicando que el dióxido de carbono es el mayor causante del calentamiento global y/o que las consecuencias del aumento son conocidas y también si se menciona que se han de tener en cuenta los efectos de las partículas.

El segundo se considera correcto si se nombran tres o más actividades personales para no contribuir al cambio climático que sean correctas.

El valor máximo del cuestionario (25) indicaría una alta alfabetización científica, mientras que el valor mínimo (0) reflejaría una falta total de ésta.

4. Presentación y análisis de resultados

La herramienta de *Google Forms* permite organizar los datos recogidos de los cuestionarios en una hoja de cálculo, y los datos de los cuestionarios entregados en mano fueron adjuntados a esta tabla.

Para analizar los resultados de los cuestionarios se valoraron las diferentes respuestas basándose en los criterios mencionados en la sección anterior y, una vez obtenidos los valores numéricos, se realizaron todos los cálculos estadísticos a través del programa R-studio.

4.1. Resultados de la muestra total

En este primer apartado se pone a prueba nuestra hipótesis inicial, en la que se plantea que debe existir una correlación de carácter negativo entre el grado de aceptación de las ideas pseudocientíficas y el nivel de alfabetización científica en un individuo, de forma que a mayor resultado

en el cuestionario sobre pseudociencias (cuestionario 1) le debe corresponder uno menor en el de alfabetización científica (cuestionario 2).

No obstante, es interesante analizar primero las medias de los resultados en ambos cuestionarios, de la muestra total, y comprobar si los datos siguen una distribución normal, para ello se utiliza la prueba de Kolmogorov-Smirnov (K-S) por trabajar con una muestra de $N > 50$, (tabla 5).

Tabla 5

Media y su desviación estándar de los resultados en los cuestionarios 1 y 2.

Cuestionario	Media	Desviación estándar	Valor de p
1	17,611	9,658	0,204
2	10,356	3,504	*0,005

Nota. Valores de “p” para el Test K-S.

*La distribución no será normal para valores de $p < 0,05$

Al comparar con los valores máximos para pseudociencias (60) y para alfabetización (25) se puede ver que las medias del total de la muestra son bajas en ambos cuestionarios lo que indicaría que hay presencia de ideas pseudocientíficas en el alumnado y además el nivel de alfabetización científica es bajo. Los datos obtenidos del cuestionario 1 siguen una distribución normal y los del cuestionario 2 no.

En este caso el test adecuado para comprobar la correlación entre valores generales, donde una de las variables no sigue una distribución normal, es el que calcula el coeficiente de correlación de Spearman (ρ), cuyo valor es $\rho = -0.359$, y por tanto existe una correlación moderada y negativa, por lo que la hipótesis principal quedaría verificada.

Como se ha mencionado en el marco teórico parece haber una mayor relación entre la baja alfabetización científica y las pseudociencias de carácter paranormal, puesto que en el cuestionario sobre pseudociencias utilizado se incluyen afirmaciones de carácter paranormal y no paranormal, se puede comprobar si esto explica el porqué de una correlación más baja de lo que cabría esperar.

Tabla 6*Valores de rho por tipo de pseudociencia*

Tipo Pseudociencia	Rho de Spearman
Paranormal	-0,254
No paranormal	-0,284

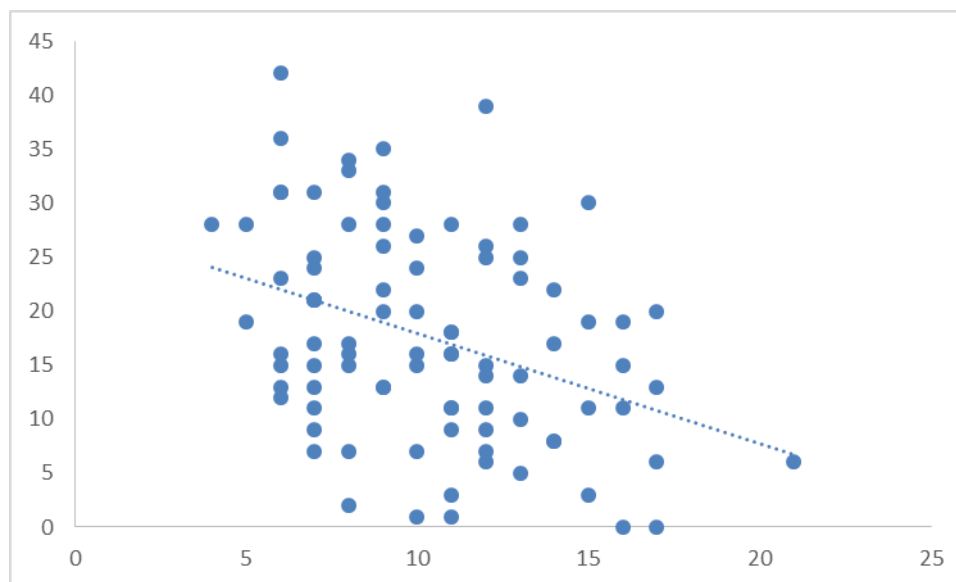
Nota. Se calcula la rho de Spearman para las afirmaciones de carácter paranormal (ítems 1.5 ,1.6, 1.7, 1.14 y 1.15), y no paranormal (ítems 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.9 y 1.12) en relación con el nivel de alfabetización científica. Los ítems 1.8, 1.9, 1.10, 1.11 y 1.13, no se han tenido en cuenta por presentar ambigüedad a la hora de agruparlos como paranormales o no paranormales.

A partir de los resultados obtenidos (tabla 6) se puede afirmar que no es debido a esta explicación la correlación tan moderada que se obtiene ya que debería obtenerse una mayor correlación en las afirmaciones de carácter paranormal en comparación con las de no paranormal, en cambio se tiene una correlación similar en ambos casos, así que cabe suponer que deben estar operando variables cuya influencia no puede medirse a partir de los cuestionarios utilizados, la complejidad de la relación entre la alfabetización científica y la creencia en la pseudociencia es mucho mayor que la supuesta al inicio del estudio.

En la figura 1 se puede observar la distribución de los datos y como, a medida que aumenta el nivel de alfabetización científica (cuestionario 2) van disminuyendo los valores del grado en la creencia pseudocientífica (cuestionario 1).

Figura 1

Resultados del cuestionario 1 (eje Y) frente a los del cuestionario 2 (eje X)



4.2. Resultados por agrupaciones

Se agrupan los datos para buscar si existen diferencias según perfiles determinados y comparar las correlaciones en dichos grupos.

4.2.1. Por cursos y modalidad

Se organizan los datos en cuatro grupos, en los que se diferencian curso y modalidad, como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7

Nombre de los grupos y número de estudiantes por curso y ámbito

	Curso y Modalidad			
	1º Bachillerato Ciencias	1º Bachillerato Humanidades y CCSS	2º Bachillerato Ciencias	2º Bachillerato Humanidades y CCSS
Grupo	1A	1B	2A	2B
N	28	15	23	24

A continuación, se comparan los promedios de los resultados obtenidos de cada grupo. Ya que se observan valores diferentes en las medias, se pretende comprobar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes subgrupos, para ello, en primer lugar, utilizamos la prueba Shapiro-Wilkins (S-P) ($N < 50$) para evaluar la normalidad de los datos (tabla 8)

Tabla 8

Media y su desviación estándar de los resultados para cada grupo

Grupo	Cuestionario	Media	Desviación Estándar	*Valor de p
1A	1	13,857	8,484	0,226
	2	11,464	3,854	0,673
1B	1	22,067	10,423	0,946
	2	8,267	2,492	0,332
2A	1	13,522	7,999	0,372
	2	12,739	2,800	0,439
2B	1	23,125	8,399	0,244
	2	8,083	1,840	0,073

* Valores de “p” para el Test S-P.

Como los valores de p son inferiores a 0,05 todos los datos siguen una distribución normal, así pues se comprueba si las varianzas son iguales aplicando el test de Barlett (T-B), ya que son grupos de datos con N diferentes y distribución normal. Las varianzas son homogéneas y por tanto puede utilizarse la prueba T-Student (T-S) para ver si hay diferencias entre los grupos, la tabla 9 muestra el resultado de estas pruebas para ambos cuestionarios.

Tabla 9

Valores de “p” para (T-B) y (T-S)

Comparación de grupos	Cuestionario	+Valor de p (T-B)	Valor de p (T-S)
1A-1B	1	0,375	*0,008
	2	0,081	*0,006
1A-2A	1	0,775	0,886
	2	0,127	0,192
1B-2B	1	0,368	0,729
	2	0,204	0,793
2A-2B	1	0,819	*0,000
	2	0,052	*0,000

+ Las varianzas son homogéneas para valores de $p > 0,05$

* Hay diferencias entre varianzas para valores de $p < 0,05$

Sí existen diferencias significativas y se obtienen los mismos resultado en ambos cuestionarios, es decir, entre los grupos pertenecientes a diferentes ámbitos (Ciencias y Humanidades y CCSS) sí se observan diferencias en el grado de aceptación de las creencias pseudocientíficas siendo mayores en el grupo de Humanidades y CCSS, y en el nivel de alfabetización científica siendo mayor en el grupo de ciencias, mientras que entre los diferentes cursos (1º y 2º) dentro del mismo ámbito no aparecen estas diferencias.

Esto puede deberse a que la formación científica recibida por los alumnos de los grupos A (modalidad científica) afecta de manera negativa a la aceptación de ideas pseudocientíficas (cuestionario 1) y, como era previsible, los estudiantes del bachillerato científico, al continuar su formación en ciencias a diferencia de los del bachillerato de Humanidades y CCSS, obtienen mejores resultados en alfabetización científica (cuestionario 2).

Sin embargo, atendiendo a los objetivos de curso detallados en el currículum de la asignatura en que los alumnos deberían haber adquirido ciertas competencias antes de progresar al siguiente nivel académico, sería de esperar que aparecieran diferencias en los resultados del cuestionario 2 entre 1º y 2º de bachillerato del ámbito científico, cosa que no se aprecia en los datos obtenidos, pero puede que se explique debido a que los estudiantes encuestados progresaron académicamente en las circunstancias excepcionales ocasionadas por la pandemia del COVID-19.

A continuación, se calculan las correlaciones de los resultados obtenidos en ambos cuestionarios para cada curso con el fin de comprobar si se sigue la misma tendencia que en los datos generales (ver tabla 10).

Tabla 10

Valores de la rho de Spearman para cada grupo

Grupo	Rho
1A	-0,308
1B	0,100
2A	0,028
2B	-0,229

Las correlaciones por grupo se desvían mucho de la tendencia observada en los datos de la muestra total sin agrupar. Las correlaciones son bajas o moderadas pero no siguen todas una tendencia negativa como cabría esperar. Seguramente al reducirse tanto el tamaño de la muestra en cada grupo las dispersiones en los datos tienen un mayor peso en el resultado de la correlación provocando las desviaciones observadas.

Se calculan también las correlaciones por ámbitos (tabla 11) para ver si se produce una desviación similar a la obtenida en el análisis por grupo al comparar con la correlación de los datos de la muestra inicial.

Tabla 11

Valores de rho por ámbito

Ámbito	Rho de Spearman
Ciencias	-0,197
Humanidades y CCSS	-0,065

Aparece una correlación muy baja, sobre todo para Humanidades y CCSS, pero ambas son negativas.

4.2.2. Por género

Se cuentan en esta agrupación a todos los alumnos que se identificaron dentro del género binario femenino o masculino (solo uno no lo hizo), por tanto los grupos son los que se muestran en la tabla 12.

Tabla 12

Número de estudiantes por género

Género	N
Femenino	48
Masculino	41

Se realiza el mismo tratamiento estadístico que en el apartado anterior y para ello se analizan primero las medias y se comprueba la normalidad de los datos mediante la prueba S-P, los resultados se presentan en la tabla 13.

Tabla 13*Valores promedios y su desviación estándar por género*

Género	Cuestionario	Medias	Desviación estándar	Valor de p
Femenino	1	21,125	8,705	0,958
	2	10,021	3,186	0,184
Masculino	1	13,049	8,596	*0,040
	2	10,854	3,812	0,089

Nota. Valores de “p” para el Test S-P.

*La distribución no será normal para valores de $p < 0,05$

Parece haber una diferencia apreciable entre las medias de los resultados del cuestionario 1 obtenidos por mujeres y hombres, se debe comprobar que efectivamente existe una diferencia significativa. Los datos correspondientes a los resultados del cuestionario de pseudociencias en el grupo de los alumnos de género masculino no siguen una distribución normal, se utiliza por tanto el test de Brown-Forsythe (B-F) para comprobar la homogeneidad de las varianzas, después se aplica la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney (P-W) para los datos que no siguen una distribución normal (cuestionario 1) y T-S para los que sí lo hacen (cuestionario 2), los valores de p aparecen en la tabla 14.

Tabla 14*Valores de p en B-F, P-W (cuestionario 1), T-S (cuestionario 2)*

Género	Cuestionario	+Valor de p	Valor de p
Femenino - Masculino	1	0,433	*0,000
	2	0,240	0,265

+ Las varianzas son homogéneas para valores de $p > 0,05$

* Hay diferencias significativas para valores de $p < 0,05$

Existen diferencias significativas entre ambos géneros en las medias de los resultados obtenidos para el cuestionario de pseudociencias, no las hay en cambio en el nivel de alfabetización científica. Esto coincide con lo observado en otros estudios y se discutirá con mayor detalle en la siguiente sección.

En este punto es interesante analizar, ítem a ítem, los valores medios de los resultados por género (siendo el valor máximo 4 y mínimo 0) y así poder ver para cuales existen diferencias significativas y comprobar si coinciden con lo observado en estudios previos (tabla 15).

Tabla 15

Media y desviación estándar de los resultados de cada ítem por género

Ítem	Género				Valor de p
	Femenino		Masculino		
	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar	
1.1a	1,021	0,887	1,049	0,973	0,450
1.2a	0,250	0,601	0,122	0,331	*0,015
1.3a	1,146	1,220	0,683	0,850	*0,004
1.4a	2,229	1,057	1,512	1,098	0,257
1.5a	1,313	0,971	0,756	1,090	0,465
1.6a	1,667	1,136	0,927	1,127	0,886
1.7a	0,729	0,736	0,439	0,776	0,844
1.8a	2,083	0,846	1,390	1,137	*0,008
1.9a	1,104	0,857	0,927	1,034	0,653
1.10a	1,479	1,148	0,488	0,870	*0,003
1.11a	1,438	1,165	0,439	0,776	*0,000
1.12a	2,375	0,890	1,537	1,075	0,144
1.13a	0,688	1,035	0,415	0,974	0,156
1.14a	1,333	1,260	0,780	1,129	0,213
1.15a	2,271	1,086	1,585	0,999	0,740

* Hay diferencias significativas para valores de $p < 0,05$

Los ítems 1.10a y 1.11a son las afirmaciones relacionadas con la astrología, los ítems 1.2a y 1.3a se refieren a la tierra plana y al negacionismo del alunizaje respectivamente, el ítem 1.8a hace referencia a la criptozoología y debería verse diferencias por tanto el ítem 9 que guarda relación directa, pero no es

así, lo que puede suponer una falta de coherencia en esta respuesta debida seguramente al desconocimiento del significado de la palabra criptozoología por parte del alumnado.

En la tabla 16 se muestran los coeficientes de correlación calculados para los datos obtenidos de los grupos de género femenino y masculino y se comprueba si se reproducen las desviaciones obtenidas en los cálculos de correlación de las agrupaciones anteriores.

Tabla 16

Valores de rho por género

Género	Rho de Spearman
Femenino	-0,281
Masculino	-0,352

En esta agrupación los valores se correlacionan más y son negativos, más parecidos a la tendencia de los datos generales que los obtenidos por grupos y ámbitos, debido seguramente a la similitud de los subgrupos femenino y masculino con la muestra inicial.

4.2.3. Por creencia

Para crear los grupos, se han organizado las diferentes creencias religiosas en uno (creyentes) y los ateos en otro (no creyentes), no se han tenido en cuenta a los que se definieron como agnósticos/indiferente o los que prefirieron no contestar por lo que la muestra es de 62 estudiantes (ver tabla 17), inferior a la muestra inicial (N=90).

Tabla 17

Número de estudiantes por creencia

Creencia	N
Creyente	25
No Creyente	37

Al comparar las medias se observa una diferencia notable entre los valores de ambos grupos para el promedio de los resultados del cuestionario 1. Se realiza el tratamiento estadístico empezando por la comprobación de la normalidad de los datos (ver tabla 18).

Tabla 18

Valores medios y su desviación estándar según creencia

Creencia	Cuestionario	Medias	Desviación Estándar	Valor de p
creyente	1	20,120	11,120	0,570
	2	10,160	3,555	0,540
No creyente	1	15,540	8,903	0,549
	2	10,811	3,503	*0,032

Nota. Valores de “p” para el Test S-P.

*La distribución no será normal para valores de $p < 0,05$

Los datos del cuestionario 2 del grupo de no creyentes no siguen una distribución normal, se utiliza entonces la prueba B-F para analizar la homogeneidad de las varianzas, a continuación, se utiliza la prueba P-W para los datos que no siguen una distribución normal (cuestionario 2) y para los que sí lo hacen (cuestionario 1), la prueba T-S (tabla 19).

Tabla 19

Valores de p en B-F, P-W (cuestionario 2), T-S (cuestionario 1)

Creencia	Cuestionario	+Valor de p	*Valor de p
Creyente – No Creyente	1	0,232	0,078
	2	0,648	0,540

+ Las varianzas son homogéneas para valores de $p > 0,05$

* No hay diferencias significativas para valores de $p > 0,05$

A pesar de las diferencias observadas en los valores medios de los resultados del cuestionario 1 no existen diferencias significativas entre ambos grupos ni en el nivel de alfabetización científica ni en el grado de aceptación de las creencias pseudocientíficas.

Se comprueba a continuación la similitud de los coeficientes de correlación de esta agrupación, mostrados en la tabla 20, con el valor obtenido en el cálculo inicial para la muestra total ($\rho = -0,359$).

Tabla 20

Valores de rho por creencia

Creencia	Rho de Spearman
Creyente	-0,427
No Creyente	-0,424

Se obtienen valores de rho moderados y negativos, más altos que en la muestra inicial, que confirman la tendencia en la relación creencia pseudocientífica y nivel de cultura científica. Al existir factores explicativos que afectan a la relación mencionada que no se han tenido en cuenta en este estudio es difícil a partir de estos datos dar una explicación del porqué la mejor correlación en esta agrupación, no obstante, en el siguiente apartado se analizará comparándolo con otros estudios.

5. Discusión de los resultados

Se comparan los resultados con los obtenidos en los trabajos de Balastegui et al. (2020) y Ripoll (2020) además de otros estudios previos con objetivos similares pero diferentes contextos, con el fin de analizar si existen diferencias, y tratar de dar explicación a las desviaciones observadas, o similitudes y así reforzar las conclusiones.

Muestra Inicial

Al igual que en el trabajo de Ripoll (2020) se detecta la presencia de creencias pseudocientíficas en los estudiantes encuestados. Comparar el grado de creencia en ambos trabajos es complicado y poco útil ya que en su estudio la forma de puntuar el cuestionario es diferente a este, tampoco realiza un análisis de los datos con la muestra total, los agrupa por cursos, y además no incluye 2º de bachillerato. No obstante si comparamos los resultados de 1º de bachillerato, en su caso el valor de la media es de 3,853, siendo el máximo 5 que representa el mayor nivel de escepticismo, por el contrario en este estudio la valoración del cuestionario es el valor mínimo (0) el que representa el mayor grado de escepticismo, el valor medio para 1º de bachillerato es de 16,452, así cualitativamente se puede apreciar que los resultados dan medias más próximas hacia una corriente escéptica general, pero siguen demostrando la presencia de las ideas pseudocientíficas en las aulas.

Tanto en el estudio de Balastegui et al. (2020) como en este, se encuentra que el nivel de alfabetización científica es bastante bajo. Al usar los mismos criterios de evaluación en el cuestionario podemos comparar los valores de las medias de ambos estudios, como en Balastegui et al. (2020) no se comparan los datos totales se hace por ámbito. En la tabla 21 se muestra la comparación de las medias siendo los valores de este trabajo menores a los suyos, aun así, las tendencias son iguales: medias superiores para la modalidad de Ciencias que para la de Humanidades y CCSS.

Tabla 21

Comparación de medias en ambos trabajos por ámbito

Ámbito	Muestra			Balastegui et al. (2020)		
	N	Media	Desviación	N	Media	Desviación
Ciencias	51	12,039	3,447	54	15,22	0,37
Humanidades y CCSS	39	8,154	2,084	50	12,06	0,44

Son muy pocos los estudios que analizan simultáneamente el nivel de alfabetización científica y la creencia en pseudociencias en la etapa de secundaria, aun así, la correlación negativa entre el nivel de cultura científica y el grado de creencias en pseudociencias se ha encontrado en otros estudios (Majima, 2015; Preece y Baxter, 2000; Quintanilla et al., 2018;) aunque con una muestra muy diferente a la de este trabajo (rango de edad, tamaño de la muestra, estudios...).

Según Majima (2015) el nivel de alfabetización está fuertemente correlacionado con las creencias pseudocientíficas de carácter paranormal (e.g. supersticiones), pero no con aquellas que no lo son (e.g. terapias alternativas) (Lundstrom y Jakobson, 2009), misma conclusión a la que se llega en el estudio de Quintanilla et al. (2018), que trabaja con los datos obtenidos de la IX Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología (EPSCT 2018), en este estudio los datos obtenidos no muestran esta relación particular entre alfabetización y pseudociencia paranormal, debido probablemente a que los participantes de los estudios mencionados tienen un rango de edad mucho mayor que el nuestro, y son por tanto muestras con características muy diferentes.

Cursos

Las diferencias observadas entre las modalidades de bachillerato en las medias obtenidas por cursos del cuestionario sobre alfabetización son similares a las que se encuentran en los estudios de Balastegui (2016) y Solaz y Selfa (2019). Las medias de los bachilleratos de Ciencias son mayores que los de Humanidades y CCSS y, aunque las diferencias entre las medias entre primero y segundo varían según el estudio sobre todo en la modalidad de Humanidades y CCSS, coinciden en que aumenta la alfabetización conforme se promociona de curso en ciencias, ver tabla 22.

Tabla 22*Comparación de valores medios y sus desviaciones para cada curso en los diferentes trabajos*

Cursos	Trabajos				
	Muestra		Balastegui (2016)		*Solaz y Selfa (2019)
	Media	Desviación	Media	Desviación	Media
1º Bachillerato Ciencias	11,464 (25)	3,854	13,950 (26)	0,580	4,7 (10)
1º Bachillerato Humanidades y CCSS	8,267 (25)	2,492	12,040 (26)	0,670	3,5 (10)
2º Bachillerato Ciencias	12,739 (25)	2,800	16,030 (26)	0,420	5,5 (10)
2º Bachillerato Humanidades y CCSS	8,083 (25)	1,840	12,080 (26)	0,580	4,6 (10)

Nota. Entre paréntesis se presentan los valores máximos correspondientes a cada estudio.

*Debido a la forma de presentar los resultados los valores de las medias son aproximados, no se mostraron en el trabajo las desviaciones estándar de las medias.

Respecto a las diferencias encontradas entre las modalidades en el cuestionario de pseudociencias se pueden contrastar con los estudios de Aarnio y Linderman (2005) en el que concluyen que existen diferencias según las disciplinas que cursan los estudiantes (aunque este trabajo encuesta a estudiantes universitarios) teniendo los estudiantes de ciencias naturales y sociales un nivel más bajo de creencias que los de arte y humanidades.

Género

Analizando los datos agrupados por género se encontraron diferencias significativas en el grado de aceptación de las creencias pseudocientíficas pero no en el nivel de alfabetización científica, esto se corresponde con lo obtenido en los resultados de otros estudios.

En cuanto a la alfabetización científica informes como (EPSCCT 2018) o PISA (2018), no encontraron tampoco diferencias en el nivel de cultura científica por género en los estudiantes de secundaria.

Las diferencias que existen en el grado de aceptación coinciden con las halladas en el trabajo de Ripoll (2020) donde, basándose en diversos estudios anteriores (Eder, 2011; Preece, 2000; Losh, 2011; Lundström, 2009) y analizando ítem a ítem las respuestas, se concluye que esta diferencia se manifiesta principalmente en las ideas referidas a la astrología.

Las diferencias entre los grados de acuerdo según el tipo de pseudociencia no solo parece tener su explicación en el origen de las fuentes de información que están dirigidas a un público concreto (Preece, 2000), varios estudios donde se compara el grado de creencia en las pseudociencias en función del tipo de pensamiento (analítico, intuitivo) a la hora de procesar la información (Aarnio y Linderman, 2005; Majima, 2015; Pennycook et al. 2012) concluyen que el estilo de pensamiento analítico entre géneros es diferente por lo que afecta a la correlación entre conocimiento científico y creencia en pseudociencias, es decir, en el género femenino es más probable que a pesar de tener un buen nivel de conocimientos en ciencias haya una relativa aceptación de creencias pseudocientíficas paranormales.

Creencias

Podría parecer que es contradictorio que no haya una correlación clara entre la creencia religiosa y la creencia en ideas pseudocientíficas, y de manera inversa con el conocimiento científico, pero las relaciones entre ciencia y religión se manifiestan de un modo muy complejo (Coutinho et al. 2014) y no es incompatible la fuerte creencia religiosa con un nivel alto de cultura científica (Kelemen et al. 2013). En el trabajo de Ripoll (2020) tampoco se encontraron diferencias significativas entre el grado de escepticismo entre creyentes y no creyentes, el valor de la media superior en creyentes se explica por su mayor puntuación en ítems de carácter sobrenatural como el 14a (que trata sobre el Más Allá) concorde con las creencias religiosas que fomentan la existencia de una “vida” después de la muerte.

Una posible explicación a que se ajuste mejor la correlación entre creencias pseudocientíficas y alfabetización científica en la agrupación por creyentes y no creyentes la ofrece el trabajo de Pennycook et al. (2012), al aumentar el nivel de alfabetización científica (medido como pensamiento analítico)

aumenta el grado de abstracción en la forma de interpretar la religión, al haber eliminado a los agnósticos y a los que prefirieron no contestar seguramente se haya polarizado las respuestas, eliminando así un grupo de individuos que hubieran dado correlaciones más débiles.

6. Limitaciones del estudio

Debido a la complejidad del estudio y el contexto en el que éste se ha realizado existen varias limitaciones que son necesarias señalar ya que afectan a la calidad de los resultados.

La primera es la limitación de tiempo, ya que la recogida de datos se hace durante el período de realización de las prácticas, que se acota a 2 meses, en los que se debe realizar los cuestionarios de forma presencial compaginando con la formación en la actividad docente con la carga lectiva que conlleva.

Las circunstancias excepcionales provocadas por la pandemia del COVID-19 supusieron una complicación adicional debido principalmente a que, al estar los grupos separados en dos, dificultaba la coordinación con los tutores y podía alterar la muestra ya que parte del alumnado había hecho el cuestionario antes y podía influir en las respuestas de la otra parte. Además, la cantidad inusual de alumnos absentistas, confinados o no, disminuyeron considerablemente el tamaño de la muestra.

También en relación con la muestra, además del tamaño, el estudio se ha limitado a un único centro siendo así la muestra muy poco heterogénea y representativa. Además, se ha podido comprobar analizando las respuestas que el grado de implicación por parte del alumnado es mucho mayor cuando se les ha dado clase durante las prácticas y existe una cierta relación de complicidad, así la calidad de las respuestas del grupo piloto, a los que se les impartió clase, es mucho mayor que las del resto de grupos siendo incluso de un curso inferior (4º ESO), de hecho, de los 27 cuestionarios que se descartaron ninguno fue del grupo piloto.

Dada la complejidad de los estudios que se han hecho al respecto en contraste con la simplificación que se ha llevado a cabo en este trabajo es muy difícil la comparación de resultados,

mientras que comúnmente los análisis contemplan muchas dimensiones tanto de la alfabetización científica como de las pseudociencias, en este estudio se ha simplificado a la comparación directa de ambas, sin tener en cuenta aspectos importantes como la actitud hacia la ciencia, diferentes estilos de pensamiento o los diferentes tipos de creencias. Esta simplificación se debe principalmente a que el nivel requerido para realizar el tratamiento estadístico de los análisis multidimensionales es mucho mayor que los conocimientos que se adquieren en este máster, y requieren tamaños muestrales mayores y por tanto más tiempo para llevarlo a cabo.

7. Conclusiones y perspectivas

Teniendo en cuenta las limitaciones presentes en este estudio, y comparando nuestros resultados con trabajos similares, podemos responder a las preguntas de esta investigación. Respecto a la primera pregunta, como se ha podido comprobar, hay una correlación negativa entre alfabetización científica y creencia en la pseudociencia, aunque el carácter moderado de la correlación hace suponer que existen factores explicativos y un mayor grado de complejidad en la relación entre alfabetización científica y pseudociencia que no se han tenido en cuenta en este estudio.

Los valores obtenidos de las medias de ambos cuestionarios son preocupantes, los niveles de alfabetización científica son muy bajos, sostenidos prácticamente por las preguntas de carácter conceptual, la calidad de los razonamientos y argumentaciones es generalmente baja, y algunas de las respuestas eran exactamente iguales entre muchos de los encuestados aun perteneciendo a diferentes grupos, por lo que se puede descartar que hayan copiado, pero puede significar que han aprendido de una forma automática y reiterativa.

En cuanto a las creencias pseudocientíficas los valores son relativamente bajos, pero están presentes. El alumnado, aunque poco crédulo en general, tiene una cierta aceptación de algunas ideas acientíficas menos relacionadas con los sucesos paranormales como la ufología, criptozoología o fases lunares.

En lo referente a la segunda pregunta se ha comprobado que al controlar la variable de agrupación se han encontrado algunas diferencias entre los resultados de los cuestionarios en cada grupo y ha habido variaciones en los grados de correlación, por lo que afectan las variables estudiadas (grupo, modalidad, género y creencia) a la relación entre alfabetización y pseudociencia. Aunque se ha tratado de dar explicación a la relación de estas variables con el grado de correlación ha sido necesario realizar suposiciones, basadas en otros estudios similares, que no siempre se han podido comprobar de manera satisfactoria.

No obstante, a partir de los resultados, se pueden ofrecer propuestas de mejoras educativas que aumentarían el nivel de alfabetización científica y mejorarían la capacidad del alumnado para discernir correctamente entre las ideas científicas y las que no lo son.

En primer lugar habría que ahondar en los contenidos curriculares de las asignaturas de ciencias, prestando atención a los primeros bloques temáticos de cada curso que son los que trabajan el tratamiento de la información y los aspectos más epistemológicos de la ciencia y centrándose menos en los contenidos puramente conceptuales, motivando al alumnado mediante la utilización de diferentes metodologías propuestas por las investigaciones en didáctica de las ciencias, como el uso de las CSC con las que además se refuerzan las relaciones CTSA y se trabajan la capacidad de reflexión y argumentación del alumnado, construyendo así un espíritu crítico que les hará menos permeables a las ideas pseudocientíficas. A pesar de que en el currículum no se haga mención a las pseudociencias hay que trabajarlas explícitamente en clase, sin ridiculizarlas, de forma que se fomente un debate guiado de forma que el propio alumnado sea el que acabe discriminando las ideas científicas de las que no lo son.

Es importante que en la etapa de la ESO se haga especial hincapié en esto ya que la intención ha de ser formar a futuros ciudadanos científicamente competentes, independientemente de si continúan su formación en el ámbito académico y, de hacerlo, sea en el ámbito científico, por lo que es en la

educación secundaria cuando han de sentarse las bases de la alfabetización científica y se debe haber propiciado el pensamiento crítico en el alumnado.

Cabe destacar también la importancia del papel de los docentes, no solo es necesario que reciban la formación adecuada para su labor educativa, si no que han de estar comprometidos con la enseñanza de las ciencias, deben esforzarse en cumplir con los retos que requiere alcanzar los objetivos de establecer una cultura científica de calidad en la población, además de actualizarse constantemente en los avances que se produzcan en la didáctica de las ciencias.

Este trabajo es una aproximación a la investigación en didáctica de las ciencias que puede sentar la base de un futuro estudio mucho mayor, en el que se abordasen distintos aspectos, que no se han podido tratar por la extensión y el tiempo del que se dispone, para obtener unos resultados más fiables y consistentes.

Una primera mejora sería aumentar el tamaño de la muestra y de centros que participen en el estudio, incluyendo además los cursos de la ESO.

Podrían construirse nuevos instrumentos de recogida de datos adaptándose a las particularidades del alumnado local y contemplando su diversidad cultural, además de establecer un mayor grado de diferenciación entre los ítems, como los tipos de creencias.

Se analizarían aspectos que no se han tenido en cuenta, aunque estaban en los cuestionarios, como la actitud hacia la ciencia, orígenes y fuentes de las ideas pseudocientíficas. Además de entrevistar a docentes y realizar una red de análisis de libros, para aportar una serie de nuevas dimensiones que nos permitan profundizar más en la naturaleza de la relación de la alfabetización científica y las creencias pseudocientíficas.

Por último, un estudio a largo plazo, como una Tesis, podría ampliarse a realizar diseños experimentales de intervención en el aula aplicando las propuestas mencionadas anteriormente y valorar el efecto.

8. Referencias

- Aarnio, K. y Lindeman, M. (2005). Paranormal beliefs, education, and thinking styles. *Personality and individual differences*, 39(7), 1227-1236. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2005.04.009>
- Abd-El-Khalick, F. y Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International journal of science education*, 22(7), 665-701. <https://doi.org/10.1080/09500690050044044>
- Acevedo, J. A. (2005). TIMSS Y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 2(3), 282-301.
- Balastegui, M. (2016). *Investigació sobre el grau d'alfabetització científica dels estudiants preuniversitaris*. (Tesis de fin de máster). Universitat de València, Valencia.
- Balastegui Tomàs, M., Palomar, R. y Solbes Matarredona, J. (2020). ¿En qué aspectos es más deficiente la alfabetización científica del alumnado de Bachillerato? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(3), 3302. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i3.3302
- Bauer, M. W. (2009). The Evolution of Public Understanding of Science—Discourse and Comparative Evidence. *Science Technology y Society*, 14(2), 221-240. <https://doi.org/10.1177/097172180901400202>.
- Bissonnette, M., Chastenay, P. y Francoeur, C. (2021). Exploring adolescents' critical thinking aptitudes when reading about science in the news. *Journal of Media Literacy Education*, 13(1), 1-13. <https://doi.org/10.23860/JMLE-2021-13-1-1>
- Cámara, M. y López Cerezo J. A. (2007). Dimensiones de la cultura científica. En: FECYT (ed.), *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España 2006*, 39-64.
- Coutinho, F., Quessada, D., de Jesus, F., Winter, R. y Viana, G. M. (2014). Sobre as relações entre ciência e religião e alguns apontamentos para uma agenda de pesquisas em educação em ciências.

In *Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciências (ENPEC), I Congreso Internacional de Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CEIC)*.

Díaz, M., López, J., Rodríguez, S., del Árbol Moro, M., Moreno, E., Refolio, M. y Rodríguez, J. (2018).

Alfabetización científica en la escuela: propuesta de una nueva metodología.

Esteve, A. R. y Solbes, J. (2017). El desinterés de los estudiantes por las Ciencias y la Tecnología en el Bachillerato y los estudios universitarios. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 573-578.

Fasce, A. (2017). What do we mean when we speak of pseudoscience? The development of a demarcation criterion based on the analysis of twenty-one previous attempts. *Disputatio. Philosophical Research Bulletin*, 6(7), 459-488. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1433737>

Fasce, A. y Picó, A. (2019). Science as a vaccine. *Science y Education*, 28(1), 109-125.

<https://doi.org/10.1007/s11191-018-00022-0>

Furió Más, C., Guisasola Aranzábal, J., Vilches Peña, A. y Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria: ¿alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las ciencias*, 19(3), 365-376.

Gaviria Soto, J. L. E. (1999). La paradoja de Simpson y la interpretación de los resultados de las evaluaciones del rendimiento académico en el sistema educativo. *Revista de educación*, (318), 211-223.

Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (2020). *PISA 2018 Programa para la evaluación internacional de los estudiantes. Informe español*. <https://www.educacionyfp.gob.es/inee/evaluaciones-internacionales/pisa/pisa-2018.html>

Kelemen, D., Rottman, J. y Seston, R. (2013). Professional physical scientists display tenacious teleological tendencies: Purpose-based reasoning as a cognitive default. *Journal of experimental psychology: General*, 142(4), 1074-1083. <https://doi.org/10.1037/a0030399>

- Lobera, J. y Torres-Albero, C. (2019). *Percepción social de la Ciencia y la Tecnología 2018*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.
- Lundström, M. y 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>
- Manassero-Mas, M. A., y Vázquez-Alonso, A. (2020). Pensamiento científico y pensamiento crítico: competencias transversales para aprender. *Indagatio Didactica*, 2020, 12(4), 401-419.
<https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21808>
- Majima, Y. (2015). Belief in pseudoscience, cognitive style and science literacy. *Applied Cognitive Psychology*, 29(4), 552-559. <https://doi.org/10.1002/acp.3136>
- Moreno, M. J., Benítez, D. y Cercadillo, L. (2010). *Ciencias en PISA. Pruebas liberadas*. Ministerio de Educación.
- Pacini, R. y Epstein, S. (1999). The relation of rational and experiential information processing styles to personality, basic beliefs, and the ratio-bias phenomenon. *Journal of personality and social psychology*, 76(6), 972-987. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.76.6.972>
- Palomar, R., Domínguez-Sales, M. C. y Solbes, J. (2016). Las visiones del alumnado y los profesores en formación sobre las pseudociencias. *III Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias SIEC*.
- Pennycook, G., Cheyne, J. A., Seli, P., Koehler, D. J. y Fugelsang, J. A. (2012). Analytic cognitive style predicts religious and paranormal belief. *Cognition*, 123(3), 335-346.
<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2012.03.003>
- Pérez Martín, J. M. (2018). Un viaje en el tiempo por la alfabetización científica en España. *Didácticas Específicas*, (18), 144-166.

- Piejka, A. y Okruszek, Ł. (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>
- Pigliucci, M. y M. Boudry, (2013). *Philosophy of pseudoscience: Reconsidering the demarcation problem*. University of Chicago Press.
- Preece, P. F. y Baxter, J. H. (2000). Scepticism and gullibility: The superstitious and pseudo-scientific beliefs of secondary school students. *International Journal of Science Education*, 22(11), 1147-1156. <https://doi.org/10.1080/09500690050166724>
- Quevedo Ortiz, G., González García, F. y Fernández Ferrer, G. (2019). Un estudio sobre pensamiento pseudocientífico en estudiantes de educación secundaria. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 37, 2019, 147-164.
- Quintanilla, M. Á., Escobar M. y Santos-Resquejo, L. (2018). Perfiles de cultura científica ciudadana. Sus características y su relación con prácticas no científicas. *Percepción social de la Ciencia y la Tecnología* 2018, 85.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.
- Ripoll, S. (2020). *Análisis de las ideas pseudocientíficas del alumnado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato* (Tesis de fin de máster). Universitat de València, Valencia.
- Shermer, M. (2003). Why smart people believe weird things. *Skeptic*, 10(2), 62-73.
- Solaz Portolés, J. J. y Selfa, B. (2019). El papel de la educación secundaria y del itinerario académico en la alfabetización científica. *Química viva*, 2019.
- Solbes Matarredona, J. (2012). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción. *Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 10(1), 1-10.

- Solbes, J. (2019). Cuestiones socio-científicas y pensamiento crítico: Una propuesta para cuestionar las pseudociencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (46), 81-99.
- Solbes, J., Montserrat, R., y Más, C. F. (2007). Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, (21), 91-117.
- Solbes Matarredona, J., Palomar Fons, R. y Domínguez Sales, M. C. (2018). To what extent do pseudosciences affect teachers?: A look at the mindset of science teachers in training. *Mètode Annual Review*, 2018, (8), 188-195. <https://doi.org/10.7203/metode.8.9943>
- STENGLER, V. J. (2019) 'Postmodern' attacks on science and reality. *Quackwatch*, <http://quackwatch.com/01QuackeryRelatedTopics/reality.html>
- Torres, N. Y. y Solbes, J. (2016). Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico. *Enseñanza de las ciencias*, 34 (2), 43-65. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1638>
- Vilches Peña, A., Solbes Matarredona, J. y Gil Pérez, D. (2004). Alfabetización científica para todos contra ciencia para futuros científicos. *Alambique: didáctica de las ciencias experimentales*, (41), 89-98.
- Yates, G. y Chandler, M. (2000). Where have all the skeptics gone? Patterns of new age beliefs and anti-scientific attitudes in preservice primary teachers. *Research in Science Education*, (30), 377-387. <https://doi.org/10.1007/BF02461557>.
- 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>

9. Apéndices

Apéndice A. Cuestionario online

Enlace a *Google Forms*:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScHqS5Kgs0Cn-SRCMii0ULsecluOzzONjQGaandB4nbd6Xuug/viewform?usp=sf_link

Código QR



Apéndice B. Cuestionarios

Cuestionario 1

Afirmaciones

1.1a. Visitantes de otros planetas mucho más avanzados que nosotros construyeron o ayudaron en la construcción de monumentos antiguos como las pirámides, las cuales no han podido ser construidas por humanos primitivos.

1.2a. La Tierra seguramente sea plana puesto que si fuese esférica los pilotos de aviones deberían de corregir su altura cada 2 minutos para no salir al espacio.

1.3a. Los aterrizajes lunares nunca ocurrieron y las pruebas de ellos fueron creadas por la NASA y el gobierno de los EEUU.

1.4a. Los ovnis de origen extraterrestre existen y se debería de investigar más sobre su procedencia, en lugar de ocultarla al público.

1.5a. Algunas personas pueden transmitir mensajes mentalmente.

1.6a. Los viajes astrales permiten al alma o mente abandonar el cuerpo para poder viajar y visitar otros lugares o épocas.

1.7a. La mente de algunas personas puede influir en el movimiento de algunos objetos.

1.8a. La criptozoología, que es una disciplina que se encarga de especies no catalogadas por la ciencia, demuestra que el monstruo del lago Ness existe, aunque aún no se han podido ver con claridad. Los científicos descubren todos los años decenas de especies nuevas y pronto darán con pruebas de su existencia.

1.9a. El Yeti, o abominable hombre de las nieves, existe, pero aún no se ha podido encontrar.

1.10a. La astrología sirve para predecir las personalidades de las personas.

1.11a. La astrología puede predecir el futuro. Por eso, la mayoría de los periódicos publica el horóscopo.

1.12a. Las fases de la Luna afectan tanto a las personas como a las plantas.

1.13a. Los seres humanos son demasiado complicados para que hayan evolucionado a partir de primates, lo que confirma que su creación se debe a la existencia de un desarrollador inteligente.

1.14a. Hay personas capaces de comunicarse con el Más Allá y transmitir los mensajes de los muertos.

1.15a. La ciencia no lo sabe todo y está continuamente descubriendo cosas nuevas. Es solo cuestión de tiempo que admita los fenómenos paranormales.

1.16a. ¿Hay alguna otra cuestión que en tu opinión la ciencia no ha podido o sabido explicar aún y que te gustaría conocer?

Questionario 2

2.1. Señala si consideras verdaderas (V) o falsas (F) las siguientes afirmaciones:

- La masa de un cuerpo es igual a su peso. _____
- Es lo mismo calor que temperatura. _____
- Un cuerpo frío contiene calor. _____
- El punto de ebullición del agua es únicamente 100°C. _____
- La energía únicamente puede existir en los seres vivos. _____
- Cuando la energía se transfiere de un cuerpo a otro, parte de la energía se pierde. _____

2.2. Elige la respuesta correcta:

- ¿Cuál es el gas más abundante en el aire?
 Dióxido de carbono Nitrógeno Oxígeno Hidrógeno
- ¿Qué significa la "A" en emisiones de radio en AM?
 Amplitud Amperios Ampliación
- ¿Qué elemento principalmente contienen los compuestos de Química Orgánica?
 Hidrógeno Carbono Cloro Nitrógeno

- ¿Qué letra se utiliza en Física para referirnos a la velocidad de la luz?
 - "a" "b" "c" "l"

- ¿Cuál es el gas noble más pesado?
 - Xenón Neón Radón Helio

- Aproximadamente ¿Cuál es la edad de la Tierra?
 - 7000 años 100000 años 4,5 millones de años 4500 millones de años

- ¿Cuáles son las unidades de medida de la resistencia eléctrica?
 - Joule Watt Ohm Hertz

- ¿Qué elemento del sistema periódico tiene el símbolo K?
 - Sodio Litio Potasio Calcio

2.3. Indica mediante una hipótesis de qué depende el espacio recorrido por un coche de juguete que circula por la clase a velocidad constante. Diseña y realiza una investigación para comprobar la hipótesis.

2.4. Existen diferentes teorías sobre el modelo atómico a lo largo de la historia. ¿Por qué se ha cambiado de unas a otras?

2.5. Presenta argumentos a favor y/o en contra de cada una de las siguientes afirmaciones.

- Un científico/a no tiene sólo la obligación de investigar, sino que también tiene la responsabilidad ética sobre las consecuencias de aquello que produce su ingenio. *Peter Ustinov*
- La ciencia y la técnica, al servicio de los intereses del poder, llevarán al mundo a formas sociales de dominación absoluta, a instituciones opresoras en las que nada quedará al margen, de las que nadie escapará. *Aldous Huxley*

2.6. Comenta brevemente algún aspecto destacado sobre las siguientes problemáticas, en caso de conocerlas.

- COP (Contaminantes Orgánicos Persistentes)

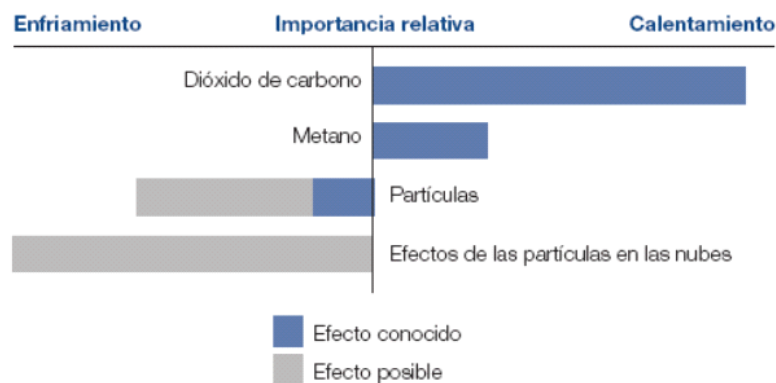
- Uso del DDT como insecticida
- Destrucción de la capa de ozono
- Incremento del efecto invernadero

2.7. Describe brevemente situaciones cotidianas en las que utilizas conceptos científicos. (Por ejemplo: lectura de las calorías de una etiqueta de alimentos; utilizar diferentes métodos de cocción en la cocina...)

2.8. Lee la siguiente información y contesta a las preguntas que aparecen a continuación.

¿Qué actividades humanas contribuyen al cambio climático?

La combustión del carbón, la gasolina y el gas natural, así como de la deforestación y diversas prácticas agrícolas e industriales, alteran la composición de la atmósfera y contribuyen al cambio climático. Estas actividades humanas han originado un aumento de la concentración de partículas y gases de efecto invernadero en la atmósfera. La importancia relativa de los principales causantes del cambio de temperatura se representa en el siguiente gráfico.



Utiliza la información del gráfico para elaborar un argumento que defienda la reducción de las emisiones de dióxido de carbono por las actividades humanas mencionadas.

Enumera algunas acciones que podrías realizar para evitar contribuir al cambio climático.

2.9. Señala el grado de conformidad (de 0 a 5) con las siguientes afirmaciones:

- El estudio y aprendizaje de las ciencias contribuye a la toma de decisiones sobre problemas que afectan a la humanidad. ____
- El papel de la ciencia ha sido siempre avanzar teniendo en cuenta los inconvenientes. En consecuencia, los resultados positivos han sido mayores que los negativos. ____
- El papel del científico va más allá del trabajo de campo determinado y requiere reflexión para contemplar los problemas con una perspectiva más amplia (cultural, política, económica, social...), analizando las posibles repercusiones a medio y largo término. ____
- Estudiar ciencias en la ESO y Bachillerato no tienen como finalidad exclusiva formar científicos. ____
- El estudio de ciencias en ESO y Bachillerato debe tener carácter multidisciplinar. ____

2.10. Respecto a tu educación en ciencias, señala cuáles de los siguientes aspectos consideras importantes para tu formación.

Selecciona todas las opciones que quieras

- Contextualizar los momentos destacados de la historia de las ciencias.
- Discutir de temas actuales relacionados con la ciencia.
- Emisión de hipótesis para deducir teorías.
- Elaborar y practicar estrategias de resolución de problemas.
- Analizar y comunicar los resultados de las investigaciones.
- Necesidad de conocer ciencia por disfrute personal.