

The seal of the University of Valencia is a circular emblem. It features a central shield with a crown on top, flanked by two smaller shields. The shield on the left has a crown and a shield with a cross. The shield on the right has a crown and a shield with a cross. The central shield has a crown and a shield with a cross. The text 'ALEXANDER PP VI' is written around the top half of the circle, and 'FERDINANDVS D' is written around the bottom half. The text 'R' is on the left and 'S' is on the right.

Universitat de València  
Máster Universitario en Investigación en Didácticas Específicas  
Especialidad en Ciencias experimentales

# **Análisis de las ideas pseudocientíficas del alumnado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato**

Memoria de Trabajo Fin de Máster presentada por:  
Sergio Ripoll Gómez

Tutores: Olga Mayoral García-Berlanga y Rafael Palomar Fons

Curso 2019-2020

## **FICHA TÉCNICA:**

**Máster:** Máster en Investigación en Didácticas Específicas por la Universitat de València

**Especialidad:** Ciencias Experimentales

**Autor:**

Apellidos: Ripoll Gómez

Nombre: Sergio

**Título de la memoria:** ANÁLISIS DE LAS IDEAS PSEUDOCIENTÍFICAS DEL ALUMNADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA Y BACHILLERATO

**Tutora 1:**

Apellidos: Mayoral García-Berlanga

Nombre: Olga

Departamento: Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales

**Tutor 2:**

Apellidos: Palomar Fons

Nombre: Rafael

Departamento: Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales

**Fecha de defensa:** 20/05/2020

**Calificación:** 9

**Palabras clave:** educación, alfabetización científica, ciencias, pseudociencias

**Keywords:** education, scientific literacy, science, pseudosciences

**Códigos Unesco:** Didáctica de las Ciencias Experimentales (5801 y 5803)

**Resumen:**

Las concepciones alternativas sobre diferentes fenómenos naturales pueden influir en la percepción que tiene el alumnado de ciencias sobre el concepto de ciencia y el propio método científico. Dichas concepciones pueden derivar en una falta de pensamiento crítico, que puede generar creencias pseudocientíficas por parte del alumnado. Por ello, el objetivo principal de este trabajo es conocer el grado de implantación de las ideas pseudocientíficas en el alumnado de ESO y parte de Bachillerato. Puesto que las ideas y concepciones pseudocientíficas son muy amplias y variadas, nos centraremos en estudiar algunas presentes en la sociedad española, como la astrología, ufología, el terraplanismo y la criptozoología. Como objetivo derivado en este trabajo, pretendemos conocer el origen de dichas ideas pseudocientíficas, puesto que conocer su contexto es clave para desarrollar futuras intervenciones, metodologías y actividades adaptadas a minimizarlas según el medio de transmisión de las mismas.

El autor informa de que no se ha dado un posible conflicto de intereses en la realización de este estudio.

**Resum:**

Les concepcions alternatives sobre diferents fenòmens naturals poden influir en la percepció que té l'alumnat de ciències sobre el concepte de ciència i el propi mètode científic. Aquestes concepcions poden derivar en una falta de pensament crític, que pot generar creences pseudocientífiques per part de l'alumnat. Per això, l'objectiu principal d'aquest treball és conèixer el grau d'implantació de les idees pseudocientífiques en l'alumnat d'ESO i part de Batxillerat. Com que les idees i concepcions pseudocientífiques són molt àmplies i variades, ens centrarem en estudiar algunes presents en la societat espanyola, com l'astrologia, ufologia, el terraplanisme i la critozoologia. Com a objectiu derivat en aquest treball, pretenem conèixer l'origen d'aquestes idees pseudocientífiques, ja que conèixer el seu context és clau per a desenvolupar futures intervencions, metodologies i activitats adaptades a minimitzar-les segons el mitjà de transmissió d'aquestes.

**Abstract:**

Alternative conceptions of different natural phenomena can influence the perception of the science students about the concept of science and scientific method. These conceptions can lead to a lack of critical thinking, which can generate pseudoscientific beliefs on the students. For this reason, the main objective of this work is to know the degree of implantation of pseudoscientific ideas in Secondary education and part of Baccalaureate students. Since the pseudoscientific ideas and conceptions are very broad and varied, we will focus on studying some present in Spanish society, such as astrology, ufology, the flat earth model and cryptozoology. As a derived objective in this work, we intend to know the origin of these pseudoscientific ideas, since knowing their context is key to developing future interventions, methodologies and activities adapted to minimize them according to the means of transmission thereof.

## **Agradecimientos**

Quisiera expresar aquí mi agradecimiento a los profesores y profesoras del Máster en Investigación en Didácticas Específicas.

A todos y todas mis compañeros y compañeras docentes, que aceptaron ayudarme al pasar los cuestionarios en sus aulas a costa de su valioso tiempo. También me gustaría agradecer su esfuerzo y entusiasmo por compartir este trabajo, por sus consejos y el interés mostrado.

A mis amigos, amigas y familiares, por entenderme y por darme su opinión, por no insistirme en viajar o salir mientras me encerraba en casa a trabajar y en definitiva por ser un gran apoyo moral en todo este periodo de trabajo y estudio.

Y especialmente, a mis tutores, por todo el tiempo invertido en este trabajo, por esos ratos en los documentos compartidos, por responder a todos mis mensajes y sobre todo por todo lo que hemos aprendido juntos.

*La gente piensa en la educación como algo que pueden terminar.*  
Isaac Asimov, 1988

*The universe is wider than our views of it.*  
Henry David Thoreau, 1854

*En todas las ciencias hay bolsas de pseudociencias.*  
Mario Bunge, 2012

## Índice

Agradecimientos .....	4
1. Introducción .....	7
2. Marco teórico.....	11
2.1 Pensamiento crítico.....	12
2.2 Alfabetización científica .....	13
2.3 Concepciones alternativas e ideas previas.....	15
2.4 Pseudociencias y creencias .....	16
2.4.1 Características de las pseudociencias y las concepciones alternativas .....	18
2.4.2 Contextualización por zonas y países.....	21
2.5 Relación con el currículo educativo .....	23
3. Hipótesis y su fundamentación .....	26
- Objetivos: .....	27
- Hipótesis:.....	28
4. Metodología .....	29
4.1 Relación entre los objetivos, hipótesis y materiales .....	30
4.2 Diseño experimental .....	31
4.3 Instrumento para la recogida de datos .....	33
5. Presentación y análisis de los resultados .....	36
5.1 Resultados de las afirmaciones y los orígenes .....	37
5.2 Análisis de los resultados y estadísticos.....	58
6. Discusión de los resultados .....	64
7. Limitaciones del estudio.....	66
8. Perspectivas .....	67
8.1 Propuestas didácticas.....	67
8.2 Futuras investigaciones.....	69
9. Conclusiones.....	71
10. Bibliografía .....	73
11. Apéndices .....	82

## 1. Introducción

La Didáctica de las Ciencias, como cuerpo de conocimiento que surgió a finales de los 70 y principios de los 80 del siglo pasado, puede considerarse hoy en día consolidado. Se trata de un campo de conocimientos específico que persigue una mejora de la realidad educativa combinando las aportaciones de los campos de las ciencias naturales, la psicología y la filosofía e historia de las ciencias. La consolidación de la Didáctica de las Ciencias comienza con las investigaciones sobre concepciones alternativas y cambio conceptual que abordan las dificultades de aprendizaje, tanto conceptuales como procedimentales y axiológicos. El presente Trabajo Final de Máster se enmarca en el marco de la investigación sobre las posibles barreras que pueden suponer estos cambios, en la enseñanza de las ciencias. El objetivo del mismo, como también el de la Didáctica de las Ciencias Experimentales, radica en la obtención de una mejora de la realidad educativa. Este campo de investigación busca mejorar el proceso de formación de la ciudadanía, que pueden llegar a ser futuros científicos y científicas a través de la mejora de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias que se realiza en los diferentes centros educativos. Se busca pues, que la ciudadanía haya adquirido una concienciación de respeto y cuidado por el medio ambiente, unos valores democráticos y unas actitudes críticas que les permitan afrontar decisiones personales, sociales y ambientales. Que sean capaces de resolver problemas cotidianos y en definitiva que se comprenda la importancia de un desarrollo científico personal y social, así como se fomente también el interés crítico por la ciencia (Furió-Mas et al., 2001). Esta realidad educativa que se pretende mejorar, presenta actualmente en nuestras aulas una serie de factores, posiblemente relacionados, que pueden influir en los resultados que se esperan obtener tras una enseñanza científica de calidad.

Un primer factor a destacar es la tasa de abandono de los estudios científicos. Según los datos recogidos en el informe del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades del 2018-2019, se observa un 36% de abandono en carreras universitarias científicas. Estos datos suponen un obstáculo en la economía del conocimiento que se propone la Unión Europea y un posible origen de estos datos vendría dado por la metodología de enseñanza en ciencias utilizada en los niveles educativos inferiores (Furió-Mas et al., 2012). Aunque el abandono de los estudios científicos presenta muchas causas (Solbes et al., 2007), como la importancia que le dedica la política educativa en la creación del currículum escolar, la imagen pública de la ciencia o las relaciones entre el género y la ciencia, podemos centrarnos en el factor más cercano y controlable a nosotros como docentes: la forma en que se enseñan las ciencias.

¿Para qué se enseñan las ciencias? Es decir, ¿cuál es finalidad percibida por el profesorado de ciencias sobre la propia enseñanza de las ciencias? Actualmente, la enseñanza de las ciencias está basada en formar a futuros científicos/as, no como los ciudadanos descritos anteriormente, si no como profesionales en ciencia, expertos y expertas en los contenidos conceptuales y procedimentales requeridos para avanzar en el mundo científico y académico. El profesorado de ciencias se muestra preocupado por el nivel adquirido por sus estudiantes en ciencias y por los conocimientos adquiridos como requisito para continuar en los cursos posteriores (Furió-Mas et al., 2001), reforzando el concepto de ciencia como un proceso complicado, difícil de comprender,

ajeno a muchos estudiantes que no reúnan las cualidades propias de los científicos/as y, en definitiva, exclusivo sólo para algunos. El profesorado tiene un papel fundamental aquí, puesto que son los orientadores de dicho proceso educativo. Como bien indicaba Gil (1991), la formación del profesorado durante su etapa como alumnado ha generado una serie de experiencias y conocimientos, propios de sus vivencias y del entorno, que los lleva a considerar unas ideas de sentido común, obvias o naturales, pero no tanto para su alumnado. Es decir, algunas ideas consideradas básicas por el profesorado, no lo tienen que ser también para el alumnado, y su omisión en las aulas puede llevar a nuevas distorsiones de la visión científica o a un conocimiento científico incompleto o sesgado. Así pues, los estudiantes de ciencias pueden encontrar esta imagen sobre la ciencia como un problema o como una barrera para continuar sus estudios o en el peor de los casos, abandonarlos. De estos dos factores se deriva a un tercero aún más cercano, como son las barreras que encontramos en nuestros centros educativos.

Las barreras educativas serían otro factor con mucha importancia en el desarrollo y consecución de los objetivos de la didáctica de las ciencias. Entre las múltiples barreras sociales y educativas que podemos encontrar en una educación científica, enfocada en la formación no sólo de científicos y científicas, si no de ciudadanos y ciudadanas capaces y concienciados, están las pseudociencias y concepciones alternativas. Llegados a este punto podemos preguntarnos: ¿Existe una relación entre las concepciones alternativas del alumnado y la forma de enseñar ciencias en nuestras aulas? ¿Es la forma de enseñar ciencias uno de los causantes del abandono escolar en ciencias? Como se ha visto anteriormente, uno de los motivos causantes del abandono en carreras científicas es la imagen que presenta la ciencia (Furió-Mas et al., 2001) y si dicha imagen viene generada en parte por la forma en educar científicamente, no sería de extrañar que una educación en ciencias de baja calidad genere, además, un pensamiento crítico de baja calidad. La falta de pensamiento crítico puede llevar al desarrollo u aceptación de concepciones alternativas (Armentia, 2002), con lo que los factores anteriormente descritos se podrían encontrar relacionados.

Así pues, el presente trabajo se centra en estudiar y analizar las ideas pseudocientíficas y las concepciones alternativas de carácter pseudocientífico o acientífico, de forma que se puedan llevar a cabo propuestas educativas realistas, para minimizar su efecto, fomentar el pensamiento crítico y para mejorar la calidad educativa en ciencias.

Cada vez son más habituales las concepciones e ideas sobre procesos científicos sin una base experimental, demostrable, analizada o consensuada. Este tipo de pensamientos vienen generados por influencias externas al conocimiento y método científico, como son aspectos culturales, religiosos, espirituales, etc. Estos conocimientos, ideas o concepciones, han sido objeto de diferentes trabajos (Wandersee, 1994) para acordar un único término que permita identificarlos sin otorgarles una connotación negativa. En ese sentido, concepciones alternativas, tal y como propusieron Driver y Esley (1987), se ajusta más, ya que reflejan las ideas personales que cobran sentido para el alumnado y que les presentan una utilidad a la hora de interpretar ciertos fenómenos o creencias. Estas concepciones alternativas pueden generar modelos de pensamiento que acaben derivando en la aceptación de las llamadas pseudociencias (Uskola, 2017).

Podemos definir las pseudociencias como “falsas ciencias”, literalmente. Están formadas por ideas, creencias, metodologías, productos o actividades que aparentemente poseen un respaldo científico, aunque no lo tengan, y que satisfacen las necesidades de las personas, pero no de un método científico (García-Molina, 2015). No poseen apoyo de pruebas científicas contrastables o no pueden ser validadas de forma fiable.

Algunas de estas creencias rompen leyes naturales, como las capacidades energéticas y curativas que presumen tener algunas pseudoterapias. Sin embargo, independientemente de su origen o tipo de concepción, tienen en común su facilidad para ser transmitidas, así como su facilidad para adquirirlas y aceptarlas como ciertas (Solbes, Palomar & Domínguez-Sales, 2018). Un proceso o fenómeno llamativo, sin explicación científica implica una tarea más sencilla de comprender, mientras que un fenómeno explicado mediante el método científico, probado y analizado, puede no expresarse en un lenguaje cómodo y conocido para la población, o simplemente resultar demasiado complejo como para facilitar su comprensión y aceptación por el público en general.

Actualmente, muchas pseudociencias, como por ejemplo la homeopatía o la astrología, están aceptadas por la sociedad española como disciplinas con fundamentos científicos (FECYT, 2015). La VII Encuesta sobre Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España llevada a cabo por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), indica que este tipo de pseudociencias presentan un alto grado de credibilidad científica por parte de la población. No es de extrañar pues que también haya constancia de la presencia de ideas y pensamientos pseudocientíficos tanto en el alumnado de secundaria, como en los docentes de la etapa de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato (Palomar et al., 2016). Lo cual resulta en una preocupación creciente y una razón más para profundizar en el origen de estas ideas y su presencia en las aulas.

Según el informe de la FECYT del 2017 y 2018, la población posee en términos generales, una actitud favorable hacia el incremento de la financiación de la investigación en ciencia y tecnología. Sin embargo, también se aceptan muchas pseudociencias como ciertas y esta aceptación es independiente del grado de educación científica adquirida (Domínguez-Sales et al., 2018), con lo que entendemos que esta imagen distorsionada de la ciencia, que nos lleva a la aceptación de algunas concepciones anticientíficas, puede verse influenciada por la educación no formal. Conversaciones con familiares, amigos/as, el cine y la televisión, Internet y sus contenidos no filtrados, etc., pueden resultar muy relevantes en la imagen que se construye la población (Petit & Solbes, 2012) y más preocupantemente en nuestro caso, los estudiantes de ciencias, que la propia educación científica recibida en las aulas.

Además, cabe destacar que el Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad está llevando a cabo un análisis de prácticas y creencias sanitarias, de forma que se puedan considerar probadas científicamente o entren en la categoría de pseudoterapias, otra categoría de pseudociencias. En el momento de la realización de este estudio, 72 de las 138 técnicas estudiadas no han pasado los filtros, al no presentar ni publicaciones científicas ni diseños que permitan establecer su eficacia de forma robusta (Informe de la Red de Agencias de Evaluación de Tecnologías y Prestaciones Sanitarias del Sistema Nacional de Salud (REDETS), sobre evaluación de evidencia científica. 2019).

Por todo ello, encontramos una preocupación creciente en la alta aceptación de las pseudociencias, pese al interés ciudadano por la ciencia en nuestro país, y por ello mismo una educación formal de calidad en cultura científica se presenta como una herramienta educativa a explorar y mejorar. Una educación científica que muestre las relaciones de la Ciencia con la Tecnología, la Sociedad y el Ambiente (CTSA), contribuye a no distorsionar la visión de la ciencia (Vilches et al., 2004). Así, al estudiar y trabajar las pseudociencias en las aulas bajo el prisma social y científico-tecnológico, se contribuye a evitar estas distorsiones y, además, a desarrollar el pensamiento crítico. Un pensamiento fundamental en la ciudadanía, de forma que les permita comprender mejor las relaciones CTSA, como motor de cambio *glocal*. Este término viene derivado de la idea de actuar localmente y pensar globalmente.

Han sido muchas las iniciativas desde ámbitos locales, nacionales e internacionales que se han ido sucediendo desde los años 80 del pasado siglo, cuando en el informe Brundland se definiera el concepto de sostenibilidad. Entre las iniciativas internacionales cabe destacar la desarrollada desde Naciones Unidas como continuación a los Objetivos del Milenio (2000-2015). Mediante el documento: “Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”, de la ONU (2015), se plantean 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), articulados a través de 169 metas, para tratar de minimizar los problemas sociales, económicos y ambientales que sufrimos actualmente. Estos objetivos requieren un cambio en las acciones e ideas de la ciudadanía para poder lograrlos (Calero et al., 2019). Una ciudadanía formada científicamente será capaz de actuar consecuentemente y críticamente para lograr fomentar el ODS 3: Promoción de la salud, para garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos/as a todas las edades. Sin embargo, una ciudadanía con ideas acientíficas respecto a muchas pseudoterapias puede obstaculizar la consecución de dicho objetivo, puesto que muchas de estas prácticas resultan perjudiciales para ciertos ámbitos de la salud. Para el Objetivo 9: Industria e innovación, la alfabetización científica puede resultar eficaz a la hora de comprender procesos tecnológicos, así como sus beneficios y repercusiones a corto y largo plazo. El ODS 12: Producción y consumo responsable, puede desarrollarse a partir de una conciencia ciudadana sobre las consecuencias del consumismo al que nos vemos bombardeados constantemente. Los ODS 13, 14 y 15: Acción por el clima, Vida submarina y Vida y ecosistemas terrestres, se pueden cumplir con una educación en sostenibilidad, fruto de una concienciación en valores, conocimientos científicos y actitudes responsables. Todos ellos se pueden ver relacionados con el Objetivo 4: Educación de calidad y para todos/as. Para garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos/as se requiere un cambio de actitud y de pensamiento, tanto en la ciudadanía como en el profesorado responsable de esta educación, libre de barreras como las antes mencionadas.

Así pues, un pensamiento crítico de calidad se hace necesario para poder alcanzar dichos objetivos a nivel global. Con lo que necesitamos formar a nuestro alumnado para asegurarnos que adquieren las habilidades, competencias y actitudes necesarias para actuar críticamente (Aznar et al., 2018). Esta formación en pensamiento crítico se hace ahora más necesaria que nunca, tanto en la ciudadanía como en el profesorado y los métodos de la enseñanza de las ciencias.

Pero para poder continuar, se hace necesario resolver la pregunta ¿de dónde surgen las pseudociencias? (Beyerstein, 1995). Esta pregunta necesita una respuesta de forma que se puedan diseñar actividades adaptadas a cada contexto, que sean de interés para el alumnado, que fomenten las relaciones CTSA y que resulten en un aprendizaje significativo. Una educación en ciencias y una alfabetización científica relacionada con la sociedad y la tecnología, debería de disminuir estas creencias en el alumnado a medida que avanzan en su entendimiento sobre la propia ciencia (Eder et al., 2011).

Dada la gran cantidad de información disponible hoy en día a través de diferentes medios de comunicación (principalmente digitales), se hace cada vez más necesario un desarrollo del pensamiento crítico en el alumnado (Díaz et al., 2018). Años atrás, los docentes no tenían la necesidad de trabajar y fomentar un espíritu crítico fuerte, puesto que se utilizaban libros de texto oficiales que no ofrecían la capacidad de indagación que puede ofrecer hoy en día Internet. En contra posición, estudios como los de Lederman y Lederman (2016) revelan que esta facilidad de acceso a la información puede generar resultados inesperados durante el proceso de aprendizaje en ciencias. El estudio americano afirma que no menos del 50% de los ciudadanos creen en el espiritismo, el 40% en la astrología, el 45% en fantasmas y el 30% en brujas. ¿Se ajustan estos datos al estado español? ¿Qué creencias pseudocientíficas podemos encontrar en nuestros estudiantes? ¿Influyen estas ideas en el desarrollo del pensamiento crítico? Este trabajo se plantea estas preguntas y mediante el desarrollo del marco teórico se intenta contextualizar los elementos que las explican. Estas barreras, una vez conocidas, podrán verse minimizadas para formar al alumnado con un espíritu y pensamiento crítico, mediante metodologías bien establecidas y fundamentadas, gracias a la mejora de los procesos educativos actuales mediante la investigación en la didáctica de las ciencias.

Estos procesos intentarán formar y alfabetizar científicamente a la población, a través de propuestas y datos como los analizados aquí. Pero, ¿qué propuestas pueden ser las más eficaces? Conocer el origen de la problemática puede resultar útil en el diseño de intervenciones educativas, pero ¿de dónde proceden las ideas pseudocientíficas? ¿Dónde prosperan y qué canales utilizan para llegar a nuestra sociedad? De nuevo nos planteamos estas preguntas como punto de partida inicial, para poder desarrollar un plan de actuación acorde a nuestro contexto educativo, económico y social. Nuestra sociedad necesita ciudadanos y ciudadanas alfabetizados científicamente (Díaz et al., 2018), de forma que posean los conocimientos y valores científicos necesarios para diferenciar y discriminar las opciones tecnológicas actuales, sus efectos y consecuencias para nuestra sociedad, mediante sus preferencias, en forma de votos y elecciones cotidianas personales.

## **2. Marco teórico**

Para contextualizar y fundamentar el trabajo realizado en el presente estudio, consideramos que es necesario revisar una serie de conceptos, como el pensamiento crítico y la alfabetización científica. Conceptos complejos que son objetivo de la didáctica de las ciencias y que requieren tanto una definición como una serie de habilidades concretas, deseadas en nuestro alumnado, para que podamos considerarlos

alfabetizados científicamente. Para explicar la metodología y el enfoque utilizados en nuestro estudio, puede servir de ayuda clarificar previamente los conceptos de ideas previas y concepciones alternativas en ciencias, su origen en la enseñanza no formal de las ciencias, como se relacionan con un pensamiento crítico de baja calidad y con una baja alfabetización científica. También se detallarán algunas ideas anticientíficas y creencias, de forma que se pueda comprender mejor el motivo de ser de este estudio, así como el contexto de las mismas, los diferentes tipos que se presentan, su origen y su desarrollo. Para finalizar este apartado se mostrará en detalle parte del currículo educativo actual en nuestro país, para justificar las relaciones de las concepciones previamente descritas con las creencias de nuestro alumnado.

## **2.1 Pensamiento crítico**

Podemos encontrar una definición completa de pensamiento crítico (Ennis, 1996), indicando que se trata de un tipo de pensamiento lógico y reflexivo, que indica qué ideas creer y qué decisiones tomar. Esta definición implica que se poseen las habilidades necesarias para evaluar, analizar y deducir, cuando no siempre se poseen en los grados necesarios como para proporcionar un tipo de pensamiento u otro. Definir un concepto tan complejo supone una tarea complicada (López, 2012) y desde estudios anteriores como los realizados por Furedy y Furedy (1985), se coincide que el pensamiento crítico implica ciertas capacidades, como por ejemplo para identificar argumentos entre supuestos, establecer relaciones entre eventos o datos, saber indagar en los temas y problemas planteados, evaluar datos y poder llegar a deducir y explicar unas conclusiones claras.

Se deduce entonces que el pensamiento crítico responde a una manera de pensar, sobre cualquier aspecto o problema, en el cual se mejora nuestra calidad de pensamiento, entendiéndolo por ello, someter nuestro pensamiento a unos estándares intelectuales (Paul y Elder, 2003). Los estándares intelectuales buscan responder a una serie de preguntas sobre el pensamiento en cuestión, sobre su origen, veracidad, relevancia, claridad, etc., que se ajustan a las habilidades anteriormente mencionadas. La indagación por parte del alumnado de ciencias, además de fundamental en el proceso de enseñanza en ciencias, sirve para analizar y comprender los conocimientos actuales, conocidos, habituales o sobre los que se tiene un cierto dominio, para desarrollar nuevos conocimientos (López, 2012). Podemos decir que la indagación permite construir una serie de habilidades propias del pensamiento crítico. Permite también: obtener herramientas de investigación y discriminación de fuentes (Imagen 2.1), fomentar la curiosidad (elemento que personalmente considero indispensable para hacer ciencia), proporcionar retos, clarificar conocimientos ya adquiridos y encontrar nuevos, impulsar un pensamiento metacognitivo y toma de decisiones, como mencionan y proponen Saiz y Rivas en sus trabajos (2008 y 2012).

Así pues, como objetivo propuesto de la didáctica de las ciencias encontramos una alfabetización científica en nuestros estudiantes. Tal y como se ha explicado, el desarrollo de un pensamiento científico que pueda suponer una alfabetización científica de calidad, debe ir encaminado en mejorar las capacidades de análisis de las pruebas

aportadas y las razones argumentadas sobre diferentes fenómenos o ideas (OECD, 2013). Siendo fundamental para el desarrollo de la competencia científica y para lograr que los estudiantes sean los agentes protagonistas responsables de sus opiniones en la sociedad en que interactúa (Canals, 2015), como muestra Watterson en su viñeta de Calvin y Hobbes (2012).



Imagen 2.1. Calvin y Hobbes sobre el horóscopo en la prensa escrita. Watterson (2012)

## 2.2 Alfabetización científica

El término “alfabetización científica” apareció por primera vez con el lanzamiento del Sputnik, en la prensa estadounidense del 1957. A partir de los años 80 comenzó a usarse en mayor medida y también se consideró que la ciudadanía debería de entender los problemas científicos y tecnológicos para que pudiese elegir entre diferentes propuestas políticas. Este hecho derivó en la discusión sobre su definición, de forma que se pudiese aplicar correctamente a la población, alfabetizándola científicamente (Díaz et al., 2018).

Se ha intentado definir el concepto de alfabetización científica en varias ocasiones (Hollbrook, 2009), tratando de vincular diferentes habilidades y contenidos científicos con puntos de vista diferentes, así como con la necesidad de entender inicialmente la Naturaleza de la Ciencia, como punto de partida hacia una comprensión mayor de los procesos que puedan desarrollar una alfabetización científica. Inicialmente, la definición estipulaba que una persona podría considerarse alfabetizada científicamente si poseía unos conocimientos científicos, consistentes en unas listas de materias y contenidos a

dominar. Estos contenidos, o *benchmarks*, fueron incrementando en número, de forma que se hacían inasequibles para la mayoría de la población (Benchmarks for Science Literacy, 1993). Por otro lado, el marco OECD, en su informe PISA del 2015, define la cultura científica como la *capacidad de involucrarse en cuestiones y problemas relacionados con la ciencia y con las ideas de la ciencia, como un ciudadano con capacidad de reflexión en estas cuestiones*, haciendo referencia a la necesidad en la ciudadanía de esa cultura científica en forma de una alfabetización, científica. Era necesaria pues, una definición más profunda y práctica, de forma que se pudiese aplicar para alfabetizar científicamente a la sociedad. Un punto de vista interesante, a la hora de estudiar la definición de la alfabetización científica, es que inicialmente no contemplaba el interés de la ciudadanía, o del alumnado, por las ciencias. Si tomamos de ejemplo la alfabetización literal, podemos ver como inicialmente también se centró en dotar al alumnado de herramientas que les permitiesen leer, escribir, comprender textos y expresarse de forma clara. Pero después, como expresa Jiménez-Landi (1996), “podremos considerar alfabetizada a la población cuando aún después de enseñar unas habilidades y contenidos, se haya desarrollado también un gusto por la lectura”. Ese añadido a la definición, referente a despertar el interés en la población, se puede aplicar igualmente al caso de la alfabetización científica (Díaz et al., 2018). Consideramos que es un punto fundamental para poder desarrollar una correcta alfabetización científica en el alumnado, al mismo tiempo que se comprenda la forma en que se construye y modifica el conocimiento científico. Este proceso, que coincide con el enfoque CTS, puede servir tanto para acercar la ciencia a la población como para formar a futuros científicos/as, puesto que la alfabetización científica debe incluir conocimientos científicos y tecnológicos, tanto para comprender el avance científico como para desenvolverse en un mundo tecnificado. Procedimientos científicos, que ayuden a comprender el trabajo de la ciencia al mismo tiempo que se puedan utilizar a la hora de resolver problemas cotidianos, que demuestren la importancia y complejidad de las relaciones CTS y que despierten al mismo tiempo interés por los estudios científicos.

El nivel de alfabetización científica presente en nuestro país se ve influido por diferentes cuestiones, tales como la sensación de la población al ser informada o no de avances científicos, la forma en que los medios expresan dichos avances, ideología política, edad, género y el nivel de estudios de las familias. Los datos recogidos y analizados por la FECYT en su informe sobre la percepción de la ciencia en el 2018 indican que el entorno familiar es un promotor muy fuerte en valores y percepciones hacia la ciencia. Los entornos con mayores sensibilidades hacia cuestiones de ciencia y tecnología transmiten esa misma concienciación.

Así pues, establecida una definición clara, aplicable a nuestra sociedad y observados unos valores positivos hacia la ciencia en entornos familiares favorables, se pueden llevar a cabo reformas educativas eficaces a la hora de alfabetizar científicamente a la ciudadanía. Reformas, metodologías y recursos que permitan dotar a la población de unas herramientas adecuadas para integrarse científicamente y tecnológicamente en su entorno, al mismo tiempo que se despierta o mantiene el interés, tan necesario para su avance, por las mismas. Estas reformas han de aplicarse en las aulas, ya que, aunque resultan sistemas complejos donde convergen multitud de factores (tipo de alumnado, de evaluación, profesorado, procesos de enseñanza-aprendizaje, interacciones internas,

etc.), son el lugar apropiado para la argumentación e indagación científica, formando estudiantes con capacidad intelectual propia y autónoma (Jiménez-Aleixandre, 1998).

### **2.3 Concepciones alternativas e ideas previas**

Las ideas previas del alumnado hacen referencia, de forma descriptiva, a los conocimientos que presenta el alumnado, antes de que hayan recibido una formación en un centro educativo. De alguna manera, como señala Cubero (1994), existe un conocimiento previo, pero que hasta el momento en que empieza su educación no se había considerado. Consideramos y coincidimos en que la utilización de este término está relacionada con el conocimiento del alumnado y el marco educativo a utilizar según las ideas previas que se encuentren en las aulas. Es decir, dependerá si las ideas previas del alumnado son consideradas correctas o erróneas, aunque inicialmente se parte de la base que dichas ideas previas son erróneas. A lo largo de los años y en diferentes estudios (Bello, 2004), se ha visto que el concepto de ideas previas era sinónimo de concepciones alternativas. Sin embargo, en el estudio anterior se detalla como las concepciones alternativas en realidad son intentos de interpretación científica de las ideas previas, a partir de los conocimientos básicos, cotidianos y en un lenguaje ordinario. Esta afirmación implica y dota de gran responsabilidad a los centros educativos, puesto que según se guie este desarrollo y se explique el modelo científico, el alumnado generará unas concepciones alternativas o no, en mayor o menor grado.

La connotación negativa de las ideas previas trató de minimizarse, de forma que pudiesen apreciarse como elementos necesarios para el desarrollo de los contenidos y métodos a trabajar en el aula, y no como ideas a corregir. Ya se demostró que muchas de estas ideas previas son resistentes a metodologías educativas convencionales (Wandersee et al., 1994), porque se organizan en esquemas mentales coherentes para el alumnado. Con lo que se hace necesaria una adecuación metodológica a las personas que ocupan nuestras aulas y a sus ideas previas. Así pues, separando el concepto de ideas previas y concepciones alternativas, pero manteniendo su relación, se comprenden con mayor facilidad y se elimina la concepción negativa inicial (Driver & Esley, 1987), que explica cómo unas concepciones iniciales pueden resultar de utilidad para el alumnado a la hora de comprender fenómenos científicos.

Así pues, las concepciones alternativas, según Cubero (1994), son los modelos o ideas iniciales desde la que parte la construcción de nuevos conceptos o aprendizajes, relacionando elementos cotidianos o creencias con los conceptos científicos. Son pues, representaciones autónomas para modelizar su experiencia personal a partir de su entorno. Estos modelos y marcos teóricos pasan a llamarse alternativos si no se ajustan a modelos científicos educativos. Los modelos mentales construidos previamente por el alumnado, los cuales están organizados internamente, pueden parecerse a modelos científicos vigentes cuando en realidad no lo son inicialmente, puesto que tienen un carácter difuso e intuitivo (Oliva, 1999). De ahí que incidamos de nuevo en la importancia que tiene conocer las ideas previas, las concepciones alternativas, como paso previo a una intervención educativa.

En muchas ocasiones, y adicionalmente, se han relacionado las concepciones o ideas alternativas con los errores conceptuales, los cuales a su vez vienen generados por errores en el aprendizaje conceptual (Carrascosa-Alís, 2005a). Estas relaciones refuerzan la idea de que un error en el aprendizaje de ciertos conceptos científicos básicos, puede llevar a la creación de concepciones alternativas. Un buen ejemplo viene dado por la pregunta: "Una piedra cae al suelo desde cierta altura en 1 segundo ¿cuánto tiempo tardará en caer desde la misma altura otra piedra de doble masa?" Un alto porcentaje de alumnado entrevistado en el mismo estudio de Carrascosa-Alís (2005b y 2006) consideraba que, si la masa es el doble, se reduciría a la mitad el tiempo de caída de la piedra. Este sencillo ejemplo ilustra con cierta facilidad cómo, un error o malinterpretación conceptual se ve convertido en una concepción alternativa, aplicable a diferentes ámbitos científicos (Olivia, 1999). Así pues, el pensamiento crítico aparece de nuevo muy relacionado con la capacidad de creación de concepciones alternativas y su tratamiento en ciencias, puesto que la capacidad de creación de modelos científicos estables, fundamentados y comprobados forma parte de las habilidades básicas descritas anteriormente para el desarrollo de un pensamiento crítico de calidad (Uskola, 2017). Las ideas previas y concepciones alternativas del alumnado no coinciden con las ideas consideradas básicas o de sentido común, propias del profesorado (Gil, 1991). Hecho que puede frenar el avance en investigación y renovación en la didáctica de las ciencias, puesto que escapa de la crítica propia y de la comprensión por parte del profesorado. Por eso mismo, esta falta de empatía, sumada a la sensación de que enseñar ciencias es fácil y a la falta de un entendimiento sobre el origen de estas ideas previas, supone una barrera adicional a superar incluso hoy en día.

Finalmente, hay que destacar que algunos de los medios de información habituales que pueden contribuir a la generación de las concepciones alternativas con más facilidad, pueden resultar al mismo tiempo, herramientas didácticas útiles para favorecer un aprendizaje significativo en el alumnado de ciencias (Carrascosa-Alís, 2006), por lo que en este estudio propondremos también el cómic o los artículos de prensa como herramientas para desarrollar el pensamiento crítico en las aulas de ciencias.

## 2.4 Pseudociencias y creencias

Una vez revisados los conceptos e ideas que pueden llevar a la adquisición de concepciones alternativas, se hace necesaria una definición también del término "pseudociencias". Etimológicamente quiere decir "falsas ciencias", dotando inmediatamente a la palabra de una connotación negativa, puesto que define *aquello que pretende ser ciencia, pero no lo es* (Armentia, 2002). ¿Qué consideramos ciencia entonces? La definición de ciencia ha sido objeto de estudio en múltiples ocasiones, pero, concretando unas ideas claras sobre ella para poder clarificar el concepto de pseudociencia, podríamos definirla como: El conocimiento sistematizado proveniente de la observación, estudio y experimentación. Además, funciona con fenómenos que pueden ser examinados empíricamente (Beyerstein, 1995). Aun así, no hay una única definición y concepción de ciencia que pueda considerarse acabada y revisada, ya que la propia ciencia implica una investigación sometida a revisión continua, tanto de sus objetivos, hipótesis, teorías y productos finales (Llácer & Roselló, 2014).

Por ello mismo estas definiciones requieren la creación de unos límites, señalados y determinados entre ellas para poder discernir en qué punto nos ubicamos en el lado de la ciencia o en el de la pseudociencia. En el estudio de Fasce (2017), se analizaron y relacionaron 21 criterios de demarcación entre ciencia y pseudociencia, los cuales incluían ítems como: falta de evidencias, teorías sobre conspiraciones, imposibilidad de replicación experimental o conflictos de intereses (analizaremos más criterios en el siguiente apartado). Con dicho análisis se pudo establecer una serie puntos que generaron la siguiente definición de pseudociencia: “Refiere a entidades o procesos externos al dominio de la ciencia, hace uso de una metodología deficiente, no está respaldada por pruebas y se presenta como conocimiento científico”. Es decir, las pseudociencias imitan, copian, roban o camuflan sus análisis para evitar demostrar sus afirmaciones (Armentia, 2002).

García-Molina (2015) explica sobre las pseudociencias lo siguiente: “Engloban teorías, metodologías, creencias, prácticas o productos carentes de fundamentos científicos. Sin embargo, se presentan con un aval científico, aunque no satisfacen las exigencias de ningún método científico válido, ya que les falta plausibilidad, el apoyo de pruebas científicas contrastables o no pueden ser verificadas de forma fiable.” Los defensores y promotores de las pseudociencias rechazan los análisis basados en el pensamiento crítico, fomentando la creencia de opiniones bien extendidas, en lugar de en las pruebas que les respalden (Yates & Chandler, 2000). Un cierto debate establecido entre datos o informaciones aparentemente científicas, no contrastadas todavía, son las herramientas principales ante una defensa de las pseudociencias o de posturas no científicas.

En el reciente estudio de Zboski y Therriault (2019), explican como las pseudociencias se pueden confundir o camuflar más fácilmente si se perciben como científicas, si aumentan su grado de científicidad. Por ejemplo, mediante referencias, lenguaje científico, relacionándolas con eventos conocidos y cotidianos, etc. En general, haciéndola más útil para los ciudadanos, haciendo confusa la diferencia entre credibilidad y científicidad. Se introduce entonces el término “cientificidad”. La FECYT en su informe del 2018 muestra como la científicidad otorgada a ciertas prácticas como la homeopatía, acupuntura y reiki se mantiene sobre un 32%, 25% y 16% respectivamente. Es decir, una gran parte de la población no conoce o no considera el carácter acientífico de estas prácticas. Las pseudociencias aprovechan el atisbo que existe entre la ciencia y la sociedad para prosperar (Armentia, 2002). Las pseudociencias fomentan la analfabetización científica y un injustificado nivel de confianza en la desinformación (Zboski & Therriault, 2019). Parte de dicha desconfianza en la ciencia o confianza en la desinformación la genera el propio lenguaje científico. Un lenguaje poco habitual y complicado para la ciudadanía en general (Llácer & Roselló, 2014). El llamado síndrome de la torre de marfil es utilizado tanto por los usuarios de la ciencia como por los usuarios de las pseudociencias. Por un lado, el lenguaje científico parece para el espectador medio, difícil y complicado a propósito, para aislar a los científicos y científicas del resto de la sociedad. Por otro lado, por parte de muchos científicos y científicas, la utilización de un lenguaje tan formalizado y especializado les permite sentirse seguros en esa torre de marfil, formando parte de un grupo selecto.

Estos hechos, combinados con la facilidad que tienen las pseudociencias para vestirse de ciencias, desembocan en una aceptación de las mismas por parte del público, al percibir las como científicas, por utilizar un lenguaje similar al que tampoco comprenden, el lenguaje científico. Trabajos como los de Fasce (2019), Zaboloski y Therriault (2019), Llácer y Roselló (2014) y Lee (2019) coinciden en que la ciencia ha de adecuarse a la sociedad, adoptando un lenguaje cercano y cotidiano. Los resultados de estos estudios muestran como un lenguaje complejo y opaco, disfrazado de científico en ocasiones, puede llevar a la aceptación de una práctica acientífica como científica. Muchas pseudociencias utilizan deliberadamente este tipo de forma de comunicación para cubrirse de respetabilidad, protegiéndose de un análisis que pueda desacreditarla, dificultando el acceso y la comprensión del público en general hacía ellas.

También consideramos necesario aclarar algunos aspectos referentes a la tipología de representaciones pseudocientíficas. En el informe de la FECYT del 2018, sobre la percepción social de la ciencia y la tecnología, destacan dos tipos de creencias anticientíficas. Unas derivadas de las supersticiones y otras derivadas de pseudociencias propiamente dichas, como disciplinas anticientíficas camufladas (Bunge & López, 2010). Ambas se presentan en nuestra sociedad, pero las primeras son fuertemente rechazadas por las personas que poseen mayores conocimientos científicos, mientras que las pseudociencias pueden ser acogidas por personas con altos conocimientos científicos. Dentro de las supersticiones podemos encontrar la astrología, el tarot, numerología, etc. Y en las pseudociencias: la homeopatía, acupuntura, criptozoología, ufología, etc. El campo de materias anticientíficas es muy amplio, puesto que se organizan de forma que atienden a cubrir ciertas necesidades humanas, generar beneficios económicos o fomentar ideas legitimadoras. Para este estudio nos centraremos en cubrir una pequeña porción de estas creencias, centradas principalmente en supersticiones, creencias y pseudociencias legitimadoras. Algunas de estas creencias se ubican en los llamados fenómenos paranormales, donde etimológicamente hablando, el prefijo para se utiliza para situar estas creencias o disciplinas al margen de la corriente principal de pensamiento científico (Armentia, 2002).

#### **2.4.1 Características de las pseudociencias y las concepciones alternativas**

Durante la realización de este trabajo falleció Mario Bunge, físico y filósofo de la ciencia. Sus trabajos sobre la comprensión y diferenciación entre ciencia y pseudociencia han sido muy reveladores, impactantes e importantes durante este siglo. Por ello mismo queremos rendirle homenaje aquí, citando parte de sus muchos trabajos y utilizando sus palabras para intentar comprender mejor el fenómeno de las pseudociencias que aquí estudiamos.

En un artículo del *Skeptical Inquirer* del 1984, Bunge afirmó que, en lugar de dividir este tipo de creencias en dos grupos, científico y no-científico, establecer más bien dos grupos llamados *research fields* y *belief fields*. Argumentando que las prácticas científicas se distinguen por los apoyos que reciben sus investigaciones, en contra de las otras, diferenciadas por la intuición o la fe. Esta diferenciación será tomada como base para intentar enumerar las características que presentan la mayoría de pseudociencias

estudiadas hasta el momento. Utilizaremos también el trabajo de Beyerstein (1995), para establecer los elementos comunes a las creencias y prácticas pseudocientíficas.

Así pues, una pseudociencia o creencia pseudocientífica tiende a cumplir los siguientes criterios y elementos:

-Evidencia personal y subjetiva: Contrariamente a la investigación y obtención de datos de forma empírica, muchas pseudociencias se basan en intuiciones, sentimientos y experiencias personales y subjetivas.

-Aislamiento de otras pseudociencias: En ciencias, las disciplinas están interrelacionadas y unas se apoyan en las otras. En las pseudociencias, encontramos unas concepciones o trabajos aislados de organizaciones de investigación poderosas o de miembros académicos relevantes. No hay un intercambio de información o un *feedback* desde otras áreas y por ello utilizan elementos propios (no compartidos con otros campos), como el E-Metro, en lugar de participar en el proceso científico del diálogo y apoyo entre investigadores/as, generando ciencia sobre los hombros de gigantes, tal y como dijo Newton.

-Falsabilidad: Criterio introducido por Karl Popper (1982), indicando que las teorías científicas deben de ser “falsables”, donde se ha de dar la posibilidad de que las teorías se puedan demostrar como falsas o no (García-Molina, 2015). Es decir, diseñando un experimento se tiene que poder demostrar dicha teoría y mientras que las teorías científicas han de someterse a pruebas empíricas constantes y rigurosas, las pseudociencias no. Mario Bunge comprobó que muchas de las teorías pseudocientíficas son irrefutables en ese sentido, son no-falsables en principio, porque se formulan de forma ambigua o directamente no se formulan de una forma demostrable. Adicionalmente, muchos defensores protegen estas teorías con estudios formulados después de presentar los resultados, buscando datos que avalen las conclusiones que ya han formulado.

-Incorrecta utilización de los datos: Como, por ejemplo, la falacia por correlación de datos inicialmente no correlacionados. Las pseudociencias pueden utilizar datos científicos avalados y demostrados, pero vinculados según los intereses que persiga.

-Falta de corrección: Las pseudociencias rara vez sufren modificaciones o cambios, a causa de nuevos descubrimientos, pruebas empíricas o por la aplicación de nuevas tecnologías. De nuevo, esta característica se relaciona con el aislamiento previamente mencionado, confiando en la fiabilidad que otorga el tiempo y el estudio. Tal y como hace la astrología, por ejemplo, utilizando la falacia del tiempo: “desde hace miles de años se ha utilizado, así que eso quiere decir que funciona y es correcta”.

-Objetivos prácticos: En muchas ocasiones, las metas de las pseudociencias son prácticas y personales, en lugar de cognitivas, enfocadas a resolver problemas puntuales. No incluyen los objetivos clásicos de la ciencia y la investigación científica, ni buscan encontrar nuevas leyes ni las utilizan para entender o predecir hechos o fenómenos.

Las personas más susceptibles a las pseudociencias o sus propios practicantes no coinciden en todas las variables necesarias para establecer una serie de características clásicas, como las indicadas en el listado anterior. Sin embargo, sí que podemos encontrar indicadores que pueden determinar el grado de credibilidad que una persona le puede otorgar o no a una creencia o práctica pseudocientífica. Algunos indicadores son:

-Nivel de estudios: Las creencias en supersticiones y fenómenos paranormales son rechazados por la población con conocimientos científicos elevados (Bunge y López, 2010). Por otro lado, este mismo grupo de población puede aceptar fácilmente creencias e ideas pseudocientíficas como tal (homeopatía, curación cuántica, etc.), con un grado mayor de científicidad aparente.

-Impenetrabilidad: Definida como la incapacidad al cambio de opinión o de perspectivas para analizar un problema en profundidad, así como el compromiso inquebrantable hacia ciertos descubrimientos o teorías. Tanto en un sentido científico como en otro pseudocientífico, este indicador es negativo, puesto que como ya comentaba Carl Sagan: “[...] lo que hace falta es un equilibrio exquisito entre dos necesidades contrapuestas: un análisis escrupulosamente escéptico de todas las hipótesis que se nos presenten y, al mismo tiempo, una enorme disposición a aceptar ideas nuevas [...]” (1987). Este equilibrio, entre el escepticismo, la duda, el pensamiento crítico y la capacidad de cambiar de opinión, de aceptar ideas nuevas o de cambiar los paradigmas, creencias o principios establecidos, escasea entre las personas practicantes de las pseudociencias. Hoy en día nos encontramos dudando ante planteamientos científicos demostrados (como la eficacia de las vacunas o la llegada del ser humano a la Luna), pero que sin embargo siguen siendo objeto de dudas por escépticos que someten a juicio cuestiones pasadas y actuales (Achenbach, 2015).

-Pensamiento mágico: La imaginación, el poder de la mente o la premisa de “no sabemos nada en realidad”, suelen aparecer en las personas que creen en las pseudociencias. Centran las ideas en la humanidad y en conceptos que no pueden ser medidos, como la fe, los sentimientos o los campos (otros planos de realidad o similares), de forma que, al no poder ser demostrados empíricamente, tampoco se puede negar su existencia. En lugar de observar al ser humano como un organismo afectado por las mismas leyes que afectan a todo lo demás, la capacidad de pensamiento nos convierte en un proceso único y especial, capaz de realizar manifestaciones paranormales si se adquiere el conocimiento y voluntad necesaria para ello.

-Falta de formación formal o influencia de la formación no formal: En muchos casos encontramos personas creyentes en la espiritualidad o de las pseudociencias cuando han sido autodidactas en un campo en concreto. También podemos encontrar una gran influencia de la educación no formal (siendo como en el caso anterior, formaciones no reguladas, filtradas o seleccionadas por formadores profesionales), independientemente del nivel académico alcanzado. Podemos encontrar ejemplos en Steve Jobs (cofundador y presidente ejecutivo de *Apple*), Timothy F. Ball y Vincent Gray (climatólogo y químico, respectivamente, negacionistas del cambio climático).

Estos listados muestran a nivel general muchas características comunes a las ideas pseudocientíficas y a las personas creyentes en las mismas, pero, ¿cuáles son los orígenes de dichas características o indicadores?

Desarrollando un modelo evolutivo de las pseudociencias, podemos encontrar que las mismas han sufrido también una presión social y científica a lo largo de los años. Podemos poner como ejemplos: las teorías catastrofistas de Immanuel Velikovsky recibieron halagos y una gran aceptación por el público en general (vendiendo muchos libros) en los años 50, cuando hoy en día su nombre ya no se recuerda (Gordin, 2012). La frenología se enseñó en universidades europeas durante años hasta que fue desmontada por la evidencia científica y la astrología sin embargo se sigue utilizando y practicando desde hace cientos de años. En un estudio realizado por Boudry, Blancke y Pigliucci (2015), se analizan los factores que nos preguntábamos anteriormente, concluyendo que el éxito y propagación de una pseudociencia depende tanto la situación política de la zona, como de la reacción de la comunidad científica, la atención recibida por los medios de comunicación, el nivel cultural de la población a la que llega la información, las modas crecientes o menguantes sobre diferentes temas o problemáticas, la aparición de las mismas ante las necesidades humanas básicas en un contexto dado, así como el carisma de la persona que la inicia.

En varios estudios se ha podido comprobar como la falta de una alfabetización científica adecuada en los responsables de los medios de comunicación, propicia la propagación de las pseudociencias (Cortiñas-Rovira et al., 2015). Siendo en otros casos, como por ejemplo la biomedicina, los propios comunicadores o periodistas los que opinan y divulgan pseudociencias (Dumas-Mallet et al., 2017). De esta forma y juntamente con la falta de una alfabetización científica, gran parte de nuestra población no es capaz de diferenciar un tipo de ciencia de otra y menos de identificar datos como ciertos o falsos. Entendiendo los factores que pueden propiciar la aparición y la permanencia de una pseudociencia en nuestra sociedad, queda aclarar la cuestión de cómo dichos factores pueden llevar a afectar a personas que no muestren todos los indicadores mostrados anteriormente o sobre qué factores incrementan el riesgo de creer en las pseudociencias. Zaboski y Therriault (2019), llegaron a las conclusiones que tanto los errores cognitivos, como conceptuales, así como las creencias alternativas, pueden llevar a las pseudociencias, tal y como argumentaba Uskola (2017). Pero también podemos encontrar factores de riesgo en el uso del lenguaje científico, tanto para explicar un fenómeno natural como para vender una pseudociencia.

Entre los aspectos negativos que podemos encontrar en las pseudociencias, los cuales nos informan sobre la necesidad de actuar desde la educación para evitarlas, podemos encontrar: la abundancia de datos falsos, estudios defectuosos o sesgados, intereses personales o económicos, riesgos para la salud (tanto física como social y ambiental) y la producción de conocimiento falso (Casino, 2017).

#### **2.4.2 Contextualización por zonas y países**

Las diferentes ideas pseudocientíficas y creencias alternativas difieren y prosperan bajo diferentes condiciones y factores, como los citados en el apartado anterior, pero hay

que destacar el factor geográfico como agente primario impulsor de unas ideas u otras. Evidentemente, en nuestro estudio nos centraremos en aquellas ideas que podemos encontrar con más frecuencia en nuestro país. Estudios como los de Palomar, Domínguez-Sales y Solbes (2016; 2018) encontraron que algunas de las pseudociencias con mayor índice de aparición en nuestro país (concretamente en nuestra comunidad) eran la astrología, los horóscopos, fenómenos paranormales, curanderos, dietas milagrosas, telepatía, homeopatía, acupuntura y la influencia de la Luna en diferentes aspectos agrícolas y sobre la salud. Las ideas más creacionistas tienen un porcentaje de aparición bajo.

Sin embargo, si viajamos a los Estados Unidos de América, podemos encontrar que las pseudociencias más habituales son propias del creacionismo, el negacionismo del cambio climático y la astrología (Zaboski & Therriault, 2019). En Florida, un estudio de Losh y Nzekwe (2011) indica una gran presencia de ideas del creacionismo combinado con el diseño inteligente, la criptozoología, la ufología y astrología. Otro estudio en EEUU afirma que aún hay una tendencia a pensar que la ciencia no puede explicar todos los fenómenos (Sugarman et al., 2010). Encontramos así pues una fuerte creencia en el diseño inteligente, así como en el creacionismo, vinculado o no al mismo diseño inteligente generado por extraterrestres visitantes de otros planetas (Berkman et al., 2008), mientras que la creencia en fantasmas, la eficacia de las vacunas y los textos pseudocientíficos sobre medicina ganan terreno entre los estudiantes universitarios (Garrett & Cutting 2017). Un estudio de Preece y Baxter (2000) revela que la cristalografía, la lectura de manos y las apariciones de los muertos aparecen también entre parte de la población.

Respecto a la parte europea, podemos encontrar varios artículos desde Turquía, como los de Sen y Yesilyurt (2014), donde las principales creencias son hacia el creacionismo, los curanderos, la astrología, fantasmas, la reencarnación y los conceptos de cielo e infierno. La astrología sigue teniendo un gran impacto puesto que aún sugiere preguntas entre los estudiantes cuando se compara con la astronomía (Kaplan, 2014). En Austria también encontramos ideas y creencias sobre fenómenos paranormales varios y diseño inteligente (Eder et al., 2011). Por la parte de Croacia parece ser que abundan las ideas a favor sobre la telequinesis, la telepatía y los viajes astrales (Miklousic et al., 2012). El estudio de Lundström y Jakobsson (2009) revela que muchos estudiantes creen en la acupuntura, la telepatía y en los efectos de las fases de la Luna, aunque pierde fuerza la creencia hacia el poder de los cristales. Un estudio italiano remarca el importante número de personas que cree que la llegada del ser humano a la Luna es un montaje, influidas por ideas norte-americanas (Mancosu et al., 2017). Cabe destacar el estudio de Clément (2015), en el cual realizó un cuestionario al profesorado de ciencias de 30 países sobre si la idea de evolución humana estaba guiada o no por un Dios. La mayoría de países europeos y del hemisferio norte creen en un proceso evolutivo sin la intervención de un Dios, mientras que el resto, países del hemisferio sur, norte de África, Georgia, Malta, Rumania y Polonia consideran la evolución como un proceso guiado por Dios, o directamente realizado únicamente por un Dios. Como curiosidad, un estudio realizado en Australia por Happs (1991), indica que existía una fuerte creencia hacia los ovnis, los milagros y los adivinos, incluso después de una intervención didáctica. No hemos encontrado artículos o estudios más recientes que puedan ayudar a clarificar o

contextualizar nuestro estudio. Consideramos que existe bibliografía suficiente como para afirmar que las pseudociencias tienen una gran presencia en las ideas de gran parte de la sociedad europea, y más concretamente en España, aunque difieren con las creencias de otros países. Por la bibliografía estudiada podemos observar cómo en España, algunas ideas como el creacionismo o la criptozoología aparecen en mucha menor medida que otras como la astrología.

Considerando el contexto social, académico, geográfico y cognitivo, se confirma que una educación científica de calidad, así como un proceso educativo eficaz, puede resultar una buena herramienta para reducir el impacto de las pseudociencias en nuestra sociedad. Una educación que dedique tiempo y esfuerzo en reforzar y enseñar las capacidades necesarias para discernir fuentes de información y en generar una toma de decisiones coherentes, como consumidores de ciencia que somos, ayudará a detectar las imitaciones de estudios e ideas científicas (Zaboski & Therriault, 2019). Para llegar a comprender qué implica una educación científica de calidad, debemos mostrar también la normativa actual que dicta el currículo educativo en nuestro país.

## **2.5 Relación con el currículo educativo**

Este trabajo parte de los contenidos curriculares establecidos por el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, así como el Decreto 84/2015, de 5 de junio, del Consell, por el que establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Valenciana. En dichos decretos aparecen los contenidos a trabajar en la asignatura troncal de Biología y geología, así como la optativa Cultura científica, la sucesora de la troncal Ciencias para el mundo contemporáneo de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE), los cuales utilizaremos como punto de partida en este estudio.

De igual manera, un factor registrado y estudiado que afecta al desarrollo de ideas pseudocientíficas en las aulas es la concepción de las mismas por los docentes. Hay constancia de la presencia de ideas y pensamientos pseudocientíficos en los docentes (Palomar, 2016; Domínguez-Sales, 2018) en la etapa de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. Lo cual resulta una preocupación creciente y una razón más para que el alumnado de estos niveles educativos adquiera como ciertas también, dichas ideas pseudocientíficas.

La legislación actual que regula los contenidos, objetivos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje en las materias de Biología y Geología, Física y Química, así como Cultura Científica, resulta el principal guion a seguir por los docentes en la etapa de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. Nuestra ley educativa actual, la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE), a través de sus decretos, presenta ciertos bloques donde se menciona específicamente las pseudociencias o se busca trabajar y desarrollar un pensamiento crítico en el alumnado. En un análisis de los principales decretos nacionales y de la Comunidad Valenciana, podemos encontrar en la asignatura de Biología y Geología, Física y química y Cultura científica los siguientes criterios:

***Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.***

Cultura científica

4º ESO:

Bloque 2: El Universo. Criterio de evaluación 1: Diferenciar las explicaciones científicas relacionadas con el Universo, el sistema solar, la Tierra, el origen de la vida y la evolución de las especies de aquellas basadas en opiniones o creencias.

1º Bachillerato:

Bloque 3: Avances en biomedicina. Criterio de evaluación 6: Diferenciar la información procedente de fuentes científicas de aquellas que proceden de pseudociencias o que persiguen objetivos meramente comerciales.

Biología y Geología

1º y 3º ESO

No hay mención de las pseudociencias, concepciones alternativas o sobre el desarrollo de un pensamiento crítico.

4º ESO

Bloque 4: Proyecto de investigación. Criterio de evaluación 3: Discriminar y decidir sobre las fuentes de información y los métodos empleados para su obtención.

Física y Química

2º a 4º ESO

Bloque 1: La actividad científica: Criterio de evaluación: Interpretar textos orales propios de la asignatura procedentes de fuentes diversas para obtener información y reflexionar sobre el contenido.

***Decreto 84/2015, de 5 de junio, del Consell, por el que establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Valenciana.***

Cultura Científica

4º ESO:

No hay mención de las pseudociencias, concepciones alternativas o sobre el desarrollo de un pensamiento crítico.

1º Bachillerato:

Bloque 2: La Tierra y la vida. Criterio de evaluación BL2.8: Analizar de forma crítica las informaciones asociadas al Universo, la Tierra y el origen de las especies, distinguiendo entre información científica real, opinión e ideología.

Bloque 3: Avances en biomedicina. Criterio de evaluación BL3.2: Reconocer la existencia de alternativas a la medicina tradicional, evaluando si tienen o no fundamento científico y los riesgos que pueden comportar.

## Biología y Geología

1º - 3º ESO:

Bloque 1: Metodología científica y proyecto de investigación: Criterio de evaluación BL1.3: Buscar y seleccionar información de forma contrastada procedente de diversas fuentes como páginas web, diccionarios y enciclopedias, i organizar dicha información citando la procedencia, registrándola en papel con detalle o digitalmente con diferentes procedimientos de síntesis o presentaciones de contenidos con esquemas, mapas conceptuales, tablas, hojas de cálculo, gráficos, etc., utilizando dicha información para fundamentar sus ideas y opiniones.

4º ESO:

Bloque 1: Metodología científica y proyecto de investigación: Criterio de evaluación BL1.1: Justificar la influencia de la ciencia en las actividades humanas y en la forma de pensar de la sociedad en diferentes épocas; demostrar curiosidad y espíritu crítico hacia las condiciones de vida de los seres humanos, así como respeto a la diversidad natural y cultural y a los problemas ambientales; realizar las tareas académicas o de la vida cotidiana con rigor y tomar decisiones fundamentadas delante de actuaciones relacionadas con la ciencia y la tecnología.

1º Bachillerato:

Bloque 10: Metodología científica. Criterio de evaluación BL10.3: Buscar y seleccionar información sobre temas científicos de forma contrastada a partir de la comprensión e interpretación de textos orales y escritos, continuos y discontinuos, en distintos medios (páginas web especializadas e instituciones científicas de investigación y divulgación, revistas científicas, administraciones públicas con competencias en ciencia y tecnología, museos científicos, periódicos, enciclopedias, comunidades de prácticas y redes sociales) y registrarla en papel o digitalmente en dispositivos informáticos y servicios de las redes.

La ley que modifica la LOMCE, la LOE, presentaba una asignatura troncal llamada Ciencias para el mundo contemporáneo, tal y como recoge el siguiente decreto:

***Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas.***

### Ciencias para el mundo contemporáneo

1º Bachillerato:

Contenidos comunes:

- Distinción entre las cuestiones que pueden resolverse mediante respuestas basadas en observaciones y datos científicos de aquellas otras que no pueden solucionarse desde la ciencia.
- Búsqueda, comprensión y selección de información científica relevante de diferentes fuentes para dar respuesta a los interrogantes, diferenciando las opiniones de las afirmaciones basadas en datos. [...]

Durante la realización de este trabajo, se publicó el borrador con la propuesta de la nueva ley educativa, la Ley Orgánica de Modificación de la LOE (LOMLOE), en cuyos puntos iniciales hacen especial mención a modernizar el sistema educativo a través de una “Educación para una ciudadanía activa, crítica y global” mediante la “promoción de las vocaciones científicas y *STEAM* (*science, technology, engineering, arts & maths*) entre las chicas”, para fomentar el pensamiento crítico en la población española.

La LOE incorporó la asignatura Ciencias para el Mundo Contemporáneo, para promover el desarrollo del pensamiento crítico en el alumnado de secundaria y para generar vínculos entre la sociedad y la ciencia. Dicha asignatura era obligatoria en Bachillerato mientras que, en la actualidad, Cultura científica, es una optativa en 4º de ESO, a escoger entre otras más atractivas para el alumnado, como Religión por su simplicidad aparente como asignatura a superar.

Con esta relación de contenidos curriculares y como se puede observar, recae sobre la asignatura optativa de 4º de ESO, Cultura científica una función integradora de las ciencias y el desarrollo de un pensamiento crítico actual y cotidiano. Los elementos transversales, así como la especificidad de los Estándares de Aprendizaje Evaluables, desarrollados a partir de los Criterios de Evaluación, permiten a su vez trabajar el pensamiento crítico a lo largo de otros contenidos, teniendo que compartir tiempo lectivo con los contenidos propios de cada bloque en cada asignatura.

### **3. Hipótesis y su fundamentación**

Repasados los conceptos clave relativos a las pseudociencias, así como su contextualización y características, podemos llegar a la conclusión que necesitamos formar personas alfabetizadas científicamente. Para lograr dicha alfabetización, debemos educar también en valores y en motivación científica, de forma que se generen pensamientos y actitudes científicas participativas en los estudiantes sobre temas de interés (Solbes & Torres, 2012). La alfabetización científica, contrariamente a las pseudociencias, debe promover en el alumnado una capacidad personal de toma de decisiones fundamentadas de forma que, escoja la opción que escoja, sea de manera consciente y por criterio propio.

Para promover un pensamiento escéptico no impenetrable, se hace necesaria de nuevo esta formación en la ciudadanía, para entender el contexto científico que les rodea y cómo este contexto está relacionado íntimamente con la tecnología y la propia sociedad. La educación que se ofrece actualmente desde la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato no hace especial mención a ideas acientíficas que chocan con estos objetivos, por lo que planteamos las siguientes preguntas de investigación:

#### Pregunta de investigación 1:

¿Qué tipo de ideas pseudocientíficas o creencias encontramos en nuestras aulas?

## Pregunta de investigación 2:

¿Cuál es la fuente de información más habitual en temas pseudocientíficos o sobre creencias paranormales?

Estas dudas surgen, tanto de la revisión de estudios anteriores como de nuestra propia práctica docente, observando un necesario cambio en dichas ideas, para reestablecer el distorsionado concepto de ciencia y promover el pensamiento crítico en el aula, muy necesario hoy en día, tanto dentro como fuera de ellas.

### - Objetivos:

A partir de estas preguntas iniciales, se definen los objetivos de este estudio, entre los cuales radica el **análisis de la presencia o ausencia de ideas pseudocientíficas y creencias en las aulas de la ESO y parte de Bachillerato**. Diferenciando dentro de la probable presencia, cuáles de estas ideas y creencias se manifiestan en mayor medida entre el alumnado. Como objetivos secundarios, derivados del objetivo inicial, proponemos **analizar el origen de dichas ideas y concepciones alternativas, buscar diferencias en los cursos, según géneros y creencias religiosas**, de forma que una vez comprendido su origen, se puedan formular y preparar nuevas herramientas o recursos educativos eficaces para paliar su efecto y reducir su presencia entre el alumnado.

Para buscar posibles relaciones entre cursos, género y creencias religiosas personales, respecto el grado de acuerdo en algunas pseudociencias, así como sus orígenes, se emplean una serie de preguntas iniciales que recojan estos datos.

Como se comentó previamente, las creencias acientíficas tienden a perdurar en el tiempo, incluso tras intervenciones didácticas, poco significativas o convencionales. (Wandersee et al., 1994; Afonso & Gilbert, 2010). Por ello mismo, una revisión bibliográfica de intervenciones didácticas sumada al objetivo derivado del origen de las creencias pseudocientíficas, pretende confeccionar nuevas estrategias y recursos, más adaptados al contexto social del alumnado y concretamente a las fuentes de información pseudocientíficas más consultadas.

Muchos estudios refuerzan esta idea, que tras las pseudociencias se esconden conceptos científicos, y estos a su vez pueden ser utilizados para ayudar a diferenciarlas e incluso evitarlas (Schmaltz, 2014 & Garrett, 2017). Otros estudios analizan las propias pseudociencias como herramientas educativas o describen intervenciones para ayudar al alumnado a diferenciar conceptos científicos de los acientíficos. En este aspecto, pensamos que cabe destacar los estudios de Petit y Solbes (2012), sobre la relación entre la ciencia y la ciencia ficción, de forma que recursos como películas o series de ciencia ficción puedan servir para explicar conceptos científicos. Viau et al. (2006) llevaron al alumnado a un bosque “energético” para poder explicar fenómenos paranormales que causaban anomalías gravitatorias, péndulos que se movían solos, anomalías electromagnéticas con brújulas que se desorientaban o el alivio y curación de ciertas dolencias. Por esa misma línea de trabajo, Afonso y Gilbert (2010) realizaron una intervención para analizar las creencias sobre la radiestesia utilizada por antiguos

pueblos para localizar agua (con una varita zahorí), comparándola con los conocimientos sobre la Naturaleza de la Ciencia que poseían los estudiantes. Las intervenciones de laboratorio también han recibido especial atención en muchos estudios puesto que suponen un gran potencial para explicar ideas pseudocientíficas al mismo tiempo que se motiva al alumnado para desarrollar procesos científicos.

Por su parte, autores como García-Molina (2015), Castillejo (2018), Abellán et al. (2014) y Díaz et al. (2018), proponen intervenciones en los laboratorios de los centros educativos, con materiales cotidianos y habituales (rompiendo el fenómeno de la torre de marfil y de la inaccesibilidad de la ciencia por nuestros estudiantes), sobre demostraciones homeopáticas, fenómenos físicos o químicos, salud humana e incluso arqueología llevada al aula. Los estudios mencionados anteriormente de Llácer y Roselló (2014) y de Carrascosa-Alís (2006) se centran más en el uso del lenguaje y de otros recursos literarios como la novela o el cómic, muy atractivos en alumnado de etapas iniciales de la ESO. Pero esto no implica que se puedan realizar intervenciones en dichos niveles, si no como bien explica Moral-López en su TFM (2016), se pueden llevar a cabo experiencias muy sencillas incluso en el nivel educativo de la Educación Primaria para explicar las diferencias entre ciencia y pseudociencia. Dado el carácter filosófico de la propia ciencia y del pensamiento científico, no es de extrañar que desde otros ámbitos y contextos se le haya prestado atención a la calidad de pensamiento y de habilidades cognitivas necesarias para evitar las pseudociencias (Carmona, 2015). Para finalizar esta sencilla revisión, destacar también los consejos y pautas ofrecidos por estudios como los de Álvarez (2018) o los curiosos “mandamientos” de Lilienfeld (2005), para ayudar al alumnado a distinguir entre ciencia y pseudociencia.

Así pues, dotamos a nuestro objetivo secundario de mucha importancia, puesto que conocer el origen de las ideas pseudocientíficas y las características de los medios de difusión por los cuales son tan habituales y prosperan tanto, nos facilita las mismas herramientas y nos indica qué medios son más eficaces para hacer una difusión de la llamada buena ciencia y de los criterios para diferenciar pseudociencias, propios del pensamiento crítico.

- Hipótesis:

Concretando los objetivos anteriores podemos enunciar las siguientes hipótesis, derivadas de la revisión bibliográfica y de nuestra experiencia docente, tal y como se comentó anteriormente:

1ª Hipótesis de investigación:

**El alumnado de la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato posee y manifiesta ideas y/o creencias pseudocientíficas.**

2ª Hipótesis de investigación

**El origen de sus ideas pseudocientíficas viene principalmente de medios tales como: familia, amistades e Internet.**

Esta segunda hipótesis, derivada del objetivo sobre el origen de las creencias pseudocientíficas, se basa en los datos recogidos por la encuesta de la FECYT (2018) y en el estudio de María Vicenta Corell en su Trabajo Final de Máster: “Estudio sobre el conocimiento, uso y percepción de las terapias complementarias del alumnado de magisterio”. Este estudio, aunque enfocado en el alumnado del Grado en Magisterio, observa que la fuente principal de información sobre ideas pseudocientíficas procede de familiares, amigos, vecinos y conocidos (60,6%), seguidas en segundo lugar, por las redes sociales (60,3%).

Algunas de las hipótesis iniciales de este estudio abarcaban de una forma más general estos medios de difusión, tal y como muestran los ejemplos:

- Las ideas pseudocientíficas se adquieren a través de medios de comunicación no formales.
- El origen de las pseudociencias viene principalmente por influencias desde la familia, experiencias personales, televisión o una combinación de ambas.

Teniendo en cuenta la gran cantidad de información disponible para el público en general y más concretamente para nuestro alumnado, juntamente con los múltiples canales de difusión de los que disponemos hoy en día, se hacía necesaria una concreción de forma que se pudiese llegar a diferenciar unos medios de otros. Un *smartphone* es capaz de ofrecer información inmediata sobre cualquier aspecto una vez conectado a una red de datos, pero según nuestros criterios de búsqueda, las páginas web fiables que visitemos o según el reconocimiento de los autores y autoras que leamos o escuchemos, podemos llegar a recibir informaciones muy cuestionables, difusas o incompletas. Por ello mismo nuestra hipótesis se centra en los medios que consideramos más habituales y que menos filtros presentan. Una conversación con gente de confianza puede generar ideas contradictorias y el llamado efecto “teléfono roto” del popular juego infantil. Además, Internet es abierto y no está regulado, con lo que es de esperar que la mayoría de ideas pseudocientíficas tengan aquí un espacio donde prosperar y transmitirse.

#### **4. Metodología**

En esta sección expondremos y explicaremos los materiales, metodologías y diseños utilizados para comprobar nuestras hipótesis de estudio. Por lo comentado anteriormente en los apartados 2 y 3, esperamos encontrar una gran cantidad de ideas pseudocientíficas, o al menos, de ideas y procesos científicos ante los cuales el alumnado muestre duda o, en otras palabras, otorgue cierta credibilidad o científicidad. La primera hipótesis correspondería a esta cuestión, intentando observar y cuantificar el nivel de presencia de estas creencias, mientras que la segunda trataría de enumerar y relacionar, el origen de dichas creencias, según los tipos que se presenten. Es decir, la segunda hipótesis viene generada por la pregunta de investigación que nos planteamos, a la hora de tratar de discernir cuales son los principales medios de difusión de estas ideas, o al menos, cuáles son los que más afectan a las ideas sobre procesos científicos

de nuestro alumnado. En muchas ocasiones, estas ideas pueden ser descartadas rápidamente por su no creencia o por la falta de evidencias que la sustente, pero en muchos otros casos, ciertas creencias pueden verse respaldadas por los medios de comunicación, las creencias personales o la economía que se esconde detrás de algunas. Pensamos que, pese a conocer muchos de los orígenes aquí estudiados por su cotidianidad en nuestra sociedad, podemos encontrar algunos menos frecuentes, pero que no por ello generen menos impacto sobre ciertas creencias pseudocientíficas. Esta metodología presenta varias limitaciones (como veremos en el apartado 7), pero al mismo tiempo, puede servir para preparar futuras investigaciones (apartado 8.2), ampliando el abanico de posibles creencias en el alumnado y su influencia en los procesos de enseñanza de las ciencias.

#### 4.1 Relación entre los objetivos, hipótesis y materiales

Una vez establecidas las preguntas de investigación con sus objetivos esperados y las hipótesis planteadas derivadas de las mismas, la metodología se adapta a la consecución de los objetivos. Como se puede observar en la Tabla 1, cada elemento de este trabajo está relacionado y se lleva a cabo mediante un cuestionario, tal y como se explica en el apartado siguiente.

Tabla 1. *Relación entre los objetivos, preguntas de investigación, hipótesis e instrumento de recogida de datos. Elaboración propia*

Preguntas de investigación	Objetivos	Hipótesis	Instrumento de recogida de datos	Ítems del cuestionario
1	Analizar la presencia de ideas pseudocientíficas	El alumnado de ESO y Bachillerato posee y manifiesta ideas pseudocientíficas	Cuestionario on-line	Valoración de grado de acuerdo en afirmaciones pseudocientíficas
2	Analizar el origen de estas ideas y concepciones alternativas o pseudocientíficas	El origen de las pseudociencias viene principalmente de medios tales como la familia, amistades e Internet		Preguntas de respuesta múltiple y abiertas

## 4.2 Diseño experimental

Siguiendo la línea de estudios anteriores, se diseñó un cuestionario de valoración personal para conocer la frecuencia de aparición de diferentes ideas pseudocientíficas en el alumnado. Consideramos que, aunque las concepciones alternativas tempranas ya pueden derivar a las creencias en pseudociencias, la falta de desarrollo de un pensamiento crítico también, por lo que decidimos centrarnos en el nivel educativo de la Educación Secundaria Obligatoria. Desarrollamos un cuestionario con diferentes ítems, los cuales cada uno hacía referencia a una afirmación sobre un proceso, creencia o idea pseudocientífica. Los temas iniciales a tratar fueron:

- Criptozoología
- Ufología
- Terraplanismo o teorías terrestres alternativas (por ejemplo: La teoría de la Tierra hueca)
- Creacionismo y diseño inteligente
- Influencia de la Luna en actividades humanas y agrícolas
- Astrología
- Poderes mentales
- Fenómenos paranormales
- Dietas milagro
- Sincronización de ciclos menstruales

Esta selección inicial se basó, en parte, en nuestras observaciones de aula como docentes, pero también por la influencia actual que pueden tener en nuestra población más joven, como es el caso de las dietas milagro o el surgimiento de la teoría terraplanista y otras conspiraciones atractivas entre el alumnado más joven.

El fenómeno de que los ciclos menstruales pueden verse modificados y sincronizados por la presencia de otras mujeres nace de un artículo de Martha McClintock (1971). A partir de ese momento, y dado el momento social vivido de aquel entonces, la creencia comenzó a popularizarse. Desde entonces, numerosos estudios no han podido replicar los datos de McClintock, y muchos otros, como Yang y Schank (2006) han obtenido resultados negativos, descartando estas ideas.

La criptozoología tiene un recorrido mucho más largo (Mullis, 2019), que llega hoy en día a nuestra sociedad camuflada en series como *Stranger things*, *Grimm*, películas como *Megalodón* o *reality shows* estadounidenses como *Finding BigFoot*. Pese a que se pueda encontrar un origen de esta pseudociencia en autores famosos y relevantes como Julio Verne o Arthur Conan Doyle, esta creencia se nutre de mitos y leyendas propios del folklore de cada zona. Un buen ejemplo es la creencia en el chupacabras (un animal o críptido, como se denominan las criaturas estudiadas por la criptozoología, que se alimenta principalmente de ganado) en América latina. Pero sin duda, datos que aporta el estudio anterior de Mullis sugieren que el atractivo por la criptozoología nace al presentar un científico preocupado/a por aquellos aspectos que un laboratorio no puede demostrar. Las aventuras de estas personas, de mente abierta al intentar

comprender misterios que la ciencia no ha podido resolver, resultan muy emocionantes ante la población porque parecen reflejar una investigación menos moderna, propia del mundo y época de los grandes exploradores, más divertida que ver actuales científicos/as investigando en un laboratorio o en un yacimiento paleontológico.

El avistamiento de ovnis desde el público general o desde los seguidores/as de la llamada ufología ha ido creciendo desde el 1947, concretamente desde el avistamiento de estos objetos voladores no identificados (en inglés *Unidentified Flying Objects*) sobre Washington. La ufología ha ido adquiriendo terreno como pseudociencia por presentar de forma ambigua pruebas y datos sobre objetos voladores que no atienden las leyes físicas naturales, por ende, objetos de origen extraterrestre o secretos sacados a la luz por gobiernos secretos. En septiembre del 2019 se celebró en Barcelona la 3ª edición del congreso de ufología patrocinado por Tercer Milenio, llevando figuras científicas muy famosas como Michio Kaku, físico y futurista. Este tipo de eventos, combinado con el hecho de llevar figuras con cierta fama entre los amantes de la física y la ciencia ficción, suponen un gran impulso y retrasmisión de teorías sobre conspiraciones o fenómenos antinaturales. Hay varios estudios sobre cómo la ciencia trata de demostrar los fenómenos causados por los ovnis, sin resultados aparentes, puesto que los estudios científicos llevados a cabo tanto por científicos/as como seguidores/as de la ufología parten desde bases diferentes (Eghigian, 2017). A modo de curiosidad, la creencia en los ovnis presenta el atractivo de lo indescifrable, lo desconocido y la duda, tal y como comentaba el físico divulgador Neil deGrasse Tyson en una entrevista para la CNN (20 de diciembre del 2017), añadiendo que “nos tenemos que fijar que la U en UFO corresponde a sin identificar (en inglés), así que en ningún momento implica aliens”.

Dado el amplio abanico de estas creencias o concepciones alternativas, realizamos una selección posterior de pseudociencias y supersticiones a estudiar, agrupadas según sus diferentes campos de actuación, tal y como establecen Solbes, Palomar, y Domínguez-Sales (2018): las más convencionales que se centran en conseguir deseos humanos (obtención de poderes, telepatía, conocer el futuro, ver y conocer extraterrestres, etc.) y las que buscan legitimar ideas o concepciones a partir de postulados científicos sin demostrar (diseño inteligente, criptozoología, etc.). Esta selección se realizó de forma consciente, dejando para futuros trabajos las pseudociencias aplicadas al ámbito de la salud (homeopatía, reiki, curación cuántica, tratamientos depurativos, negacionismo ante las vacunas, etc.) y las aplicadas a la publicidad para lograr beneficios económicos (dietas milagrosas, cremas regeneradoras, productos de limpieza, etc.).

Así pues, seleccionamos 7 ámbitos o dimensiones pseudocientíficas a analizar:

1- **Diseño inteligente**

2- **Creencias populares:** fases de la Luna

3- **Conspiraciones:** terraplanismo y la llegada del ser humano a la Luna

4- **Poderes mentales:** telepatía, telequinesis y viajes astrales

5- **Criptozoología**

6- **Astrología**

7- **Creencias religiosas** sobre deidades, el Más Allá, comunicación con los muertos, etc.

La opción de la conspiración lunar se fundamentó en parte por los titulares que ofrecen algunos medios de comunicación, sobre la gran cantidad de personas que aún creen que el ser humano no llegó a la Luna, generalmente en Rusia (puesto que en España no hay estadísticas recientes) aun cuando las encuestas de opinión realizadas por su Fundación de Opinión Pública en Rusia (2000), dicen lo contrario. En el libro de Fernández (2009), narra y detalla cómo cada vez hay menos personas negacionistas de la llegada a la Luna. En parte, porque se han refutado las hipótesis negacionistas y los medios han ayudado a difundir la realidad de la llegada a la Luna. Esta creencia acientífica, proviene principalmente de las dudas que generaron ciertas fotografías lunares, de la confusión de la época entre ciencia ficción y ciencia real, así como en la desconfianza en expertos e instituciones legitimadas, un problema que podemos encontrar aún hoy en día. Así pues, quisimos incluirla por la gran cantidad de vídeos o artículos encontrados afirmando tal suceso y por comprobar cómo llega dicha información a nuestro alumnado.

### **4.3 Instrumento de recogida de datos**

La herramienta principal utilizada en este estudio es un cuestionario con diferentes tipos de preguntas y afirmaciones (Apéndice 1). Formamos nuestro cuestionario a partir de los ítems observados en otros cuestionarios validados de estudios anteriores, agrupados por temáticas. Muchos de estos artículos tratan mismos aspectos acientíficos y por eso mismo sus contribuciones se tuvieron en cuenta a la hora de realizar nuestras propias afirmaciones. Para el creacionismo nos basamos en el estudio de Berkman et al. (2008). Para los temas de salud y los poderes mentales como la telepatía, en el de Lundström y Jakobson (2019). La idea de las conspiraciones, concretamente la del alunizaje en la Luna, a partir del cuestionario que plantean Moreno y Vezzoni (2017). La astrología se trata en muchos artículos, pero nosotros nos basamos en afirmaciones como las que plantean Sugarman et al. (2010). Eder et al. (2011) fue nuestra referencia para las afirmaciones referentes a los sucesos paranormales, creacionismo, diseño inteligente y evolución. Para finalizar, los estudios de Losh y Nzekwe (2011) los revisamos para plantear nuestras afirmaciones sobre magia, creacionismo, criptozoología y orígenes de las pseudociencias. Finalmente, tuvimos en gran consideración, por toda la temática abarcada, su gran contribución y por el contexto de la zona los estudios sobre pseudociencias de Palomar, Domínguez-Sales y Solbes (2016; 2018).

Los cuestionarios de prueba iniciales fueron revisados por un grupo de 3 expertos/as y sus comentarios y modificaciones fueron aceptados e implementados en el cuestionario final. Se escogió un profesor universitario y una profesora de secundaria que han trabajado ampliamente las pseudociencias en sus niveles correspondientes. El tercer experto es un conocido periodista científico y escéptico, con muchos artículos, libros, programas de televisión y radio en su haber.

El cuestionario utilizado pasó inicialmente una prueba piloto con una muestra de 35 estudiantes de la ESO. El objetivo era encontrar unos valores estadísticos aceptables en validez y fiabilidad del constructo utilizado, así como en las dimensiones que pretende estudiar. En dicho piloto obtuvimos un valor de 0,793 para la Alpha de Cronbach. Suprimiendo un ítem pudimos mejorarla hasta un 0,817 (ver Anexo 2). Este cambio se

debió, principalmente a la mejora en el estadístico de Cronbach, pero también al hecho de que esta afirmación hacía referencia a “Dios”, con lo que, al estar planteado el cuestionario desde una clase de ciencias, quizás se pudo influir en la respuesta del alumnado participante o generarles confusión, dada la gran diversidad religiosa encontrada en las aulas. De esta forma, para los componentes analizados y los resultados de la varianza total explicada, obtuvimos un 72,86 de porcentaje acumulado en 6 dimensiones. Al eliminar un ítem de la dimensión 7 (Creencias religiosas), tuvimos que eliminar a su vez también dicha dimensión, para obtener un buen valor de fiabilidad, quedando entonces las 6 dimensiones iniciales restantes.

Como elementos adicionales considerados durante la creación del cuestionario podemos nombrar la pregunta control y la división por secciones del mismo. La primera la tuvimos que descartar, puesto que, aunque resulta una buena herramienta para averiguar si las personas participantes estaban leyendo o no los enunciados a la hora de responder (indicando en la pregunta: “marca la casilla 2 para poder continuar”, y descartando las respuestas que no hayan indicado tal cual esa opción), implicaba avisar y explicar todo ello al profesorado que fuese a pasar el cuestionario, lo cual suponía un factor añadido de complejidad y disposición del mismo a la hora de pasar el cuestionario. La segunda modificación del cuestionario supuso la división del mismo en secciones, donde las primeras comprendían un par de afirmaciones, para ir aumentando el número de afirmaciones por sección. De esta forma se mantenía el interés por realizar el cuestionario, al no parecer monótono inicialmente.

El cuestionario se realizó en la plataforma *Google Forms*, para facilitar la participación. Se envió al profesorado en forma de enlace web y como código QR (Apéndice 1), para que el alumnado con *smartphones* pudiese acceder a él. No se ofrecía ningún dato adicional y el título de cuestionario permaneció neutral para no generar ningún tipo de sesgo en los participantes. Al mismo tiempo se informó al profesorado encargado de hacer llegar el cuestionario que las respuestas fuesen sinceras y que no se consultase ningún aspecto o término encontrado en el cuestionario en la red. El profesorado estuvo conforme con realizar un seguimiento exhaustivo de la sesión para asegurarse de que el alumnado contestase a las preguntas sin realizar consultas a través de buscadores.

Nuestro alumnado objetivo comprendía los niveles de 1º, 2º, 3º y 4º de la ESO, así como 1º de Bachillerato. Descartamos el curso de 2º de Bachillerato por el poco tiempo lectivo que poseen y la gran carga de contenidos a evaluar propias de su nivel. Contamos inicialmente con una muestra de alumnos y alumnas de 14 centros de educación secundaria, tanto públicos como privados y concertados. Durante la realización de este estudio se decretó el estado de alarma por el brote del virus SARS-CoV-2, causante de la enfermedad respiratoria COVID-19. Este evento cerró y suspendió la actividad educativa, con lo que no pudimos alcanzar la N esperada inicialmente. Así pues, el trabajo aquí presentado se realizó con una **N = 194**.

Al inicio del cuestionario se presenta el siguiente texto en forma de autorización y consentimiento voluntario de participación:

*“Antes de empezar el siguiente cuestionario necesitamos tu autorización para participar en este proyecto de investigación educativa. Básicamente consiste en responder a este cuestionario, que es completamente anónimo, voluntario y que no dispondrá de ningún dato que pueda identificarte. Toda información recogida aquí se tratará de acuerdo a la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. Ante cualquier duda puedes contactarnos en: serigo@alumni.uv.es. Si respondes al cuestionario entenderemos que aceptas participar. ¡Muchísimas gracias!”*

Los datos iniciales hacen referencia al curso académico del participante, género: femenino, masculino u otros (respuesta abierta), tipo de centro: público o privado/concertado y como elemento añadido: creencias religiosas, mediante la pregunta: ¿cómo te consideras en materia religiosa?, pudiendo escoger opciones entre:

1. Católico practicante
2. Católico no practicante
3. Creyente de otra religión (especifica en la casilla otros)
4. Creyente en la espiritualidad
5. Indiferente o agnóstico
6. Ateo
7. Sin contestación
8. Otros (respuesta abierta)

El cuerpo del cuestionario está formado por una serie de afirmaciones sobre diferentes aspectos pseudocientíficos que se deben de valorar en una escala Likert, indicando el grado de acuerdo del 1 al 5, siendo 1: Nada de acuerdo, 2: En desacuerdo, 3: Ni acuerdo ni desacuerdo, 4: De acuerdo y 5: Muy de acuerdo.

A cada afirmación se añade justo 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 para la opción de los siguientes medios:

1. Conversaciones con amigos/as de mi entorno
2. Conversaciones con familiares
3. De un profesor/a
4. Libros
5. Cómic
6. Revistas
7. Programas de televisión
8. Películas y series
9. Videojuegos
10. En internet, pero no recuerdo dónde exactamente
11. Páginas web
12. Redes sociales
13. Videos online
14. No lo recuerdo

15. No la había oído/visto antes  
16. Otras: \_\_\_\_\_

Adicionalmente y en la búsqueda de opiniones o fuentes no esperadas, se añadía también a cada afirmación la siguiente pregunta de respuesta abierta:

*“Si tienes nombres concretos de alguna de las fuentes anteriores, o la fuente no se encuentra entre ellas puedes escribir aquí. También puedes explicar lo que desees sobre la afirmación anterior:”*

De esta forma el cuestionario queda estructurado de la siguiente manera, por ítems (del 1 al 15), cada uno con las preguntas b y c, sobre el origen de estas ideas pseudocientíficas y comentarios al respecto:

**1a**-Afirmación sobre una idea o creencia pseudocientífica

**1b**-Pregunta para indicar las fuentes de información dónde se haya observado/escuchado dicha afirmación

**1c**- Pregunta de respuesta abierta para comentarios sobre la afirmación anterior.

Este esquema se aplica a todas las afirmaciones y se repite a lo largo del cuestionario. De forma que se puedan separar el o los orígenes para cada afirmación, puesto que consideramos que, ante los diferentes temas pseudocientíficos tratados, algunos se transmitirán más por unos canales que por otros.

Como ítem 16 utilizamos la pregunta de respuesta abierta siguiente: *“¿Hay alguna otra cuestión que en tu opinión la ciencia no ha podido o sabido explicar aún y que te gustaría conocer?”* Desconectada del resto de afirmaciones, para conocer inquietudes, dudas o más creencias sobre el alumnado participante.

## 5. Presentación y análisis de los resultados

Los datos mostrados a continuación fueron recogidos por la propia herramienta de *Google Forms*, que permite extraerlos en formato de hoja de cálculo. De esta manera los pudimos procesar a través del software *Microsoft Excel* para poder analizarlos y trabajarlos a través del programa *IBM SPSS Statistics*. Finalmente pudimos analizar 194 cuestionarios. Tuvimos que descartar 8 cuestionarios por respuestas incoherentes o bromas realizadas por los participantes. Del total podemos obtener los siguientes datos para las variables nivel y centro educativo, así como creencias religiosas. Para 1º de Bachillerato, 10 personas (5%), 4º ESO, 50 (26%), 3º ESO, 48 (25%), 2º ESO, 16 (8%) y 1º ESO, 70 (36%). Para el tipo de centro educativo tenemos 139 personas (72%) en centro público y 55 (28%) en privado o concertado.

La variable sobre las creencias religiosas se recogía mediante el ítem: ¿Cómo te consideras en materia religiosa? Las respuestas recogidas se pueden observar en la Figura 5 mostrada a continuación. El apartado “Otras” hace referencia a aquellas respuestas en las que no se ha especificado ninguna creencia religiosa o respuesta.

Aunque la mayoría del alumnado se considera ateo podemos ver como hay una gran diversidad de creencias religiosas en la muestra estudiada.

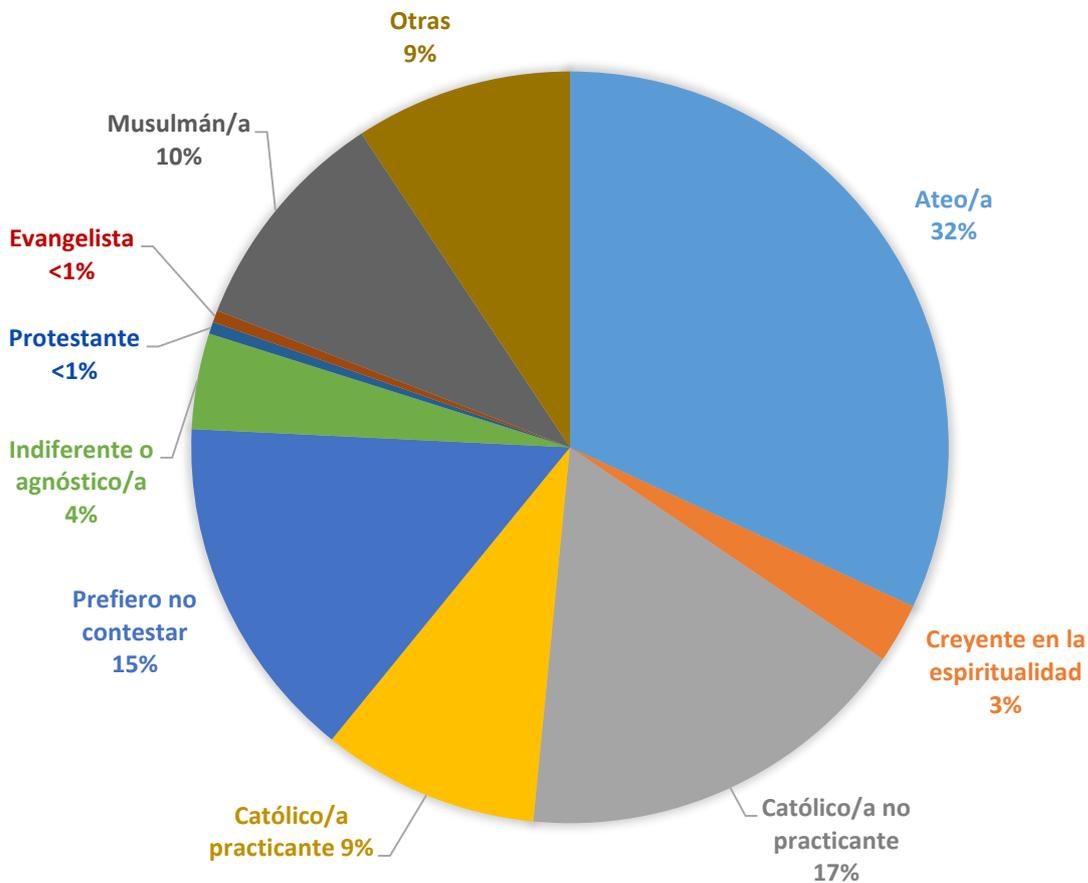


Figura 5: ¿Cómo te consideras en materia religiosa?

## 5.1 Resultados de las afirmaciones y los orígenes

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el grado de acuerdo mostrado a nivel general, por el alumnado participante. Para cada afirmación se muestra una gráfica con los porcentajes del grado de acuerdo, así como una figura con las menciones sobre el origen de dicha afirmación. En los Apéndices 2 y 3 se adjunta el aspecto de la base de datos que se generó para recoger, categorizar y analizar todas las respuestas recogidas por los cuestionarios para poder elaborar este apartado.

Las figuras se numeran acorde al ítem al que corresponden en el cuestionario, de forma que la primera afirmación (1a) se acompaña con la consecuente pregunta sobre el origen de dicha información (1b), para continuar del mismo modo hasta el ítem 15. Así pues, las figuras van numeradas en base a este apartado y a los resultados de cada ítem (Figuras 5.1.1a-5.1.15b).

**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.**

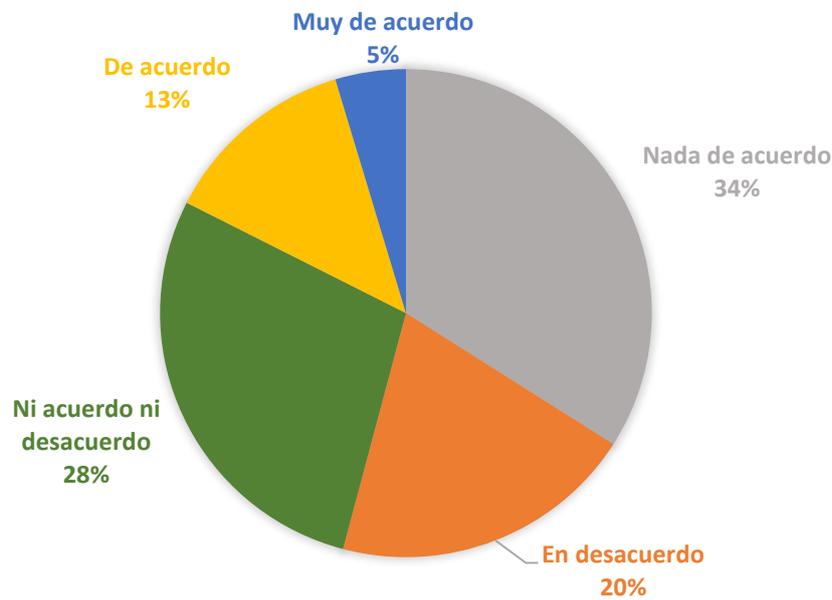


Figura 5.1.1a: Porcentaje del grado de acuerdo mostrado en la afirmación 1a

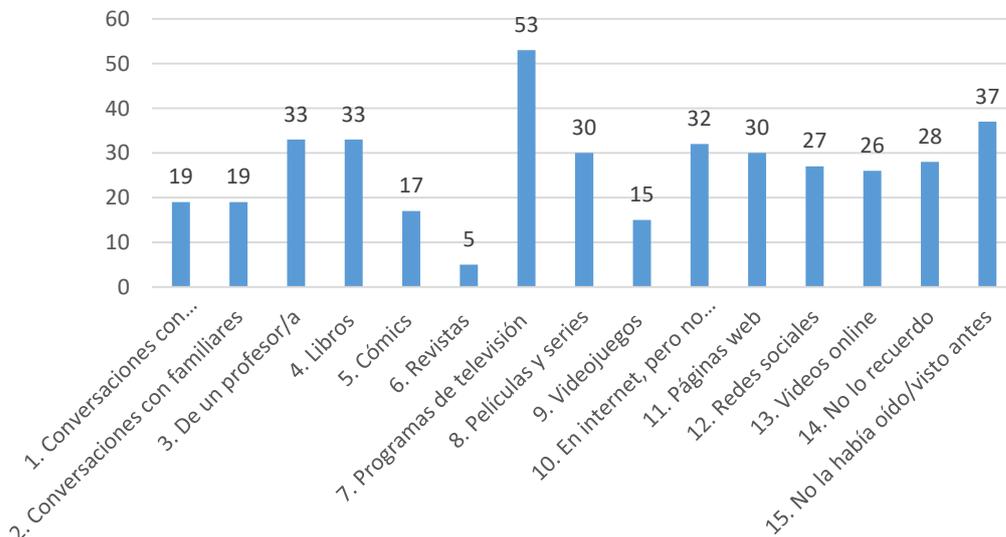


Figura 5.1.1b: Número de menciones sobre los orígenes de la afirmación 1a

En esta afirmación cabe destacar la mención de los programas televisivos: *Cuarto Milenio* y el canal *Discovery Max* (con una y tres menciones respectivamente), así como el canal de *Youtube* *Astronomiaweb* (con una mención), como fuentes de información sobre esta afirmación.

**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.**

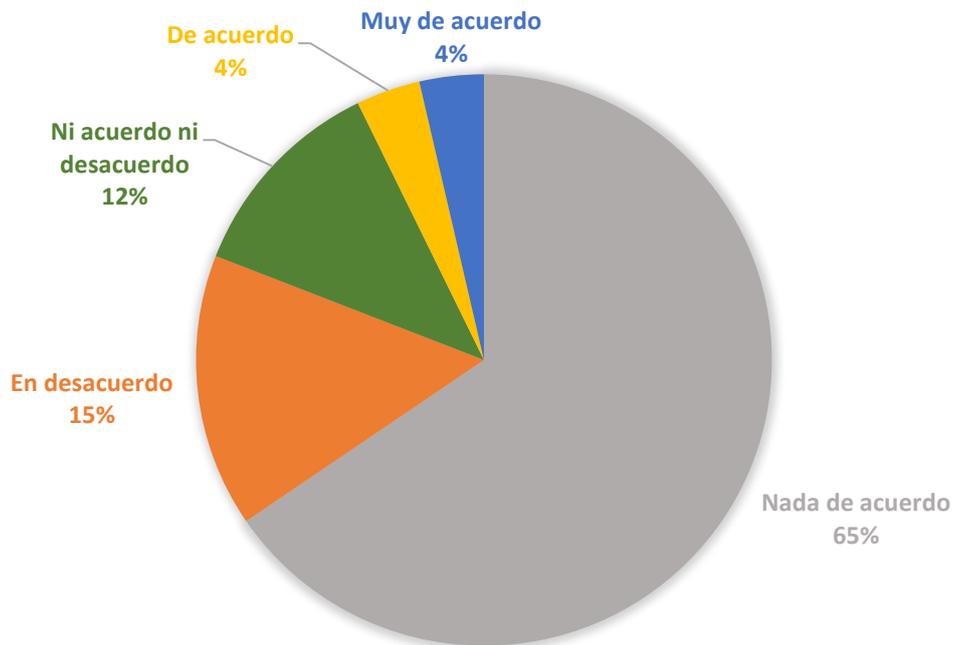


Figura 5.1.2a: Porcentaje del grado de acuerdo mostrado en la afirmación 2a

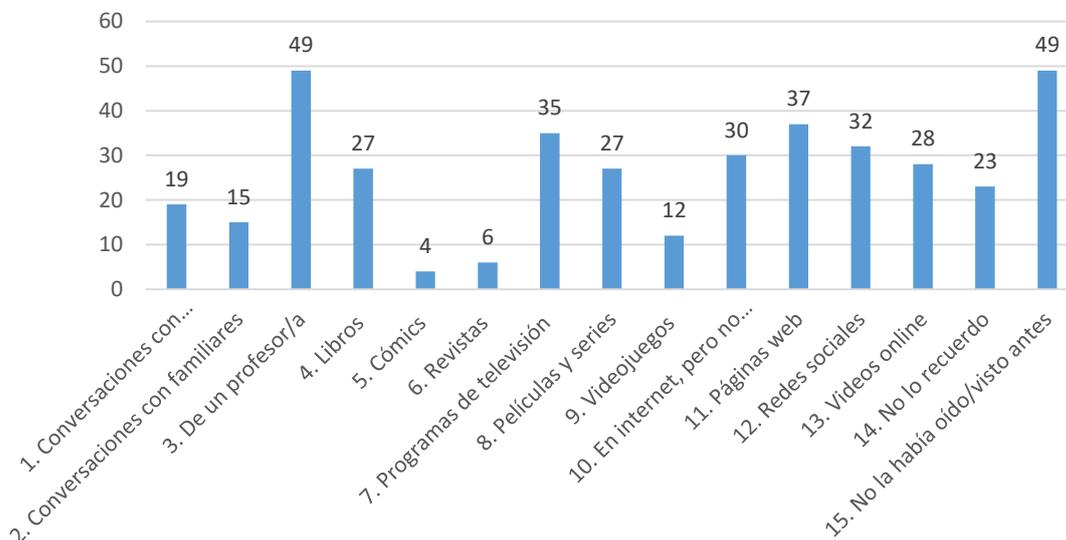


Figura 5.1.2b: Número de menciones sobre los orígenes de la afirmación 2a

Como dato a destacar encontramos una mención del equipo de fútbol Terraplanistas F.C., como fuente de información sobre esta afirmación, por defender amplia y abiertamente esta teoría. El fútbol es un deporte muy popular entre los adolescentes y no era de extrañar que conociesen este equipo de Móstoles. También podemos destacar algunos titulares ofrecidos por la prensa online, que sin una cierta comprensión lectora

pueden dar lugar a confusión entre los alumnos/as, especialmente de los niveles iniciales.

**3a. Los aterrizajes lunares nunca ocurrieron y las pruebas de ellos fueron creadas por la NASA y el gobierno de los EEUU.**

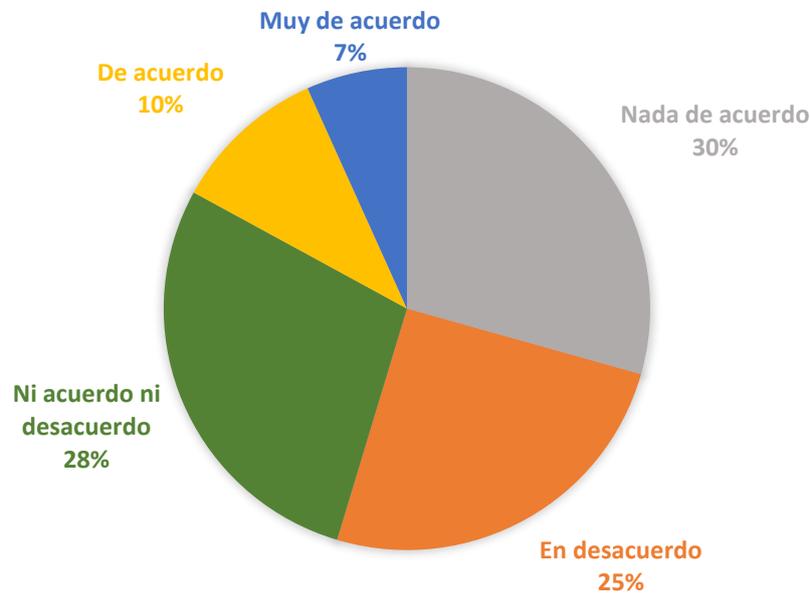


Figura 5.1.3a: Porcentaje del grado de acuerdo mostrado en la afirmación 3a

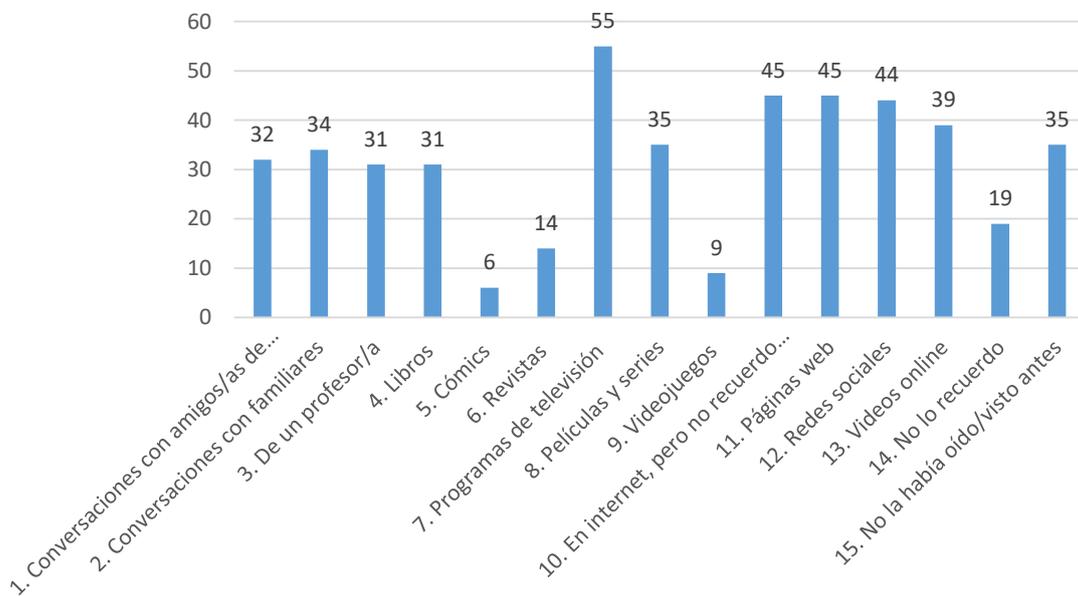


Figura 5.1.3b: Número de menciones sobre los orígenes de la afirmación 3a

Para el ítem 3a reciben especial mención diferentes series y películas de ciencia ficción (dos menciones sin especificar la serie o película). Algunas de entre las cuales utilizan esta afirmación como argumento central de sus historias.

**4a. Los ovnis de origen extraterrestre existen y se debería de investigar más sobre su procedencia, en lugar de ocultarla al público.**



Figura 5.1.4a: Porcentaje del grado de acuerdo mostrado en la afirmación 4a

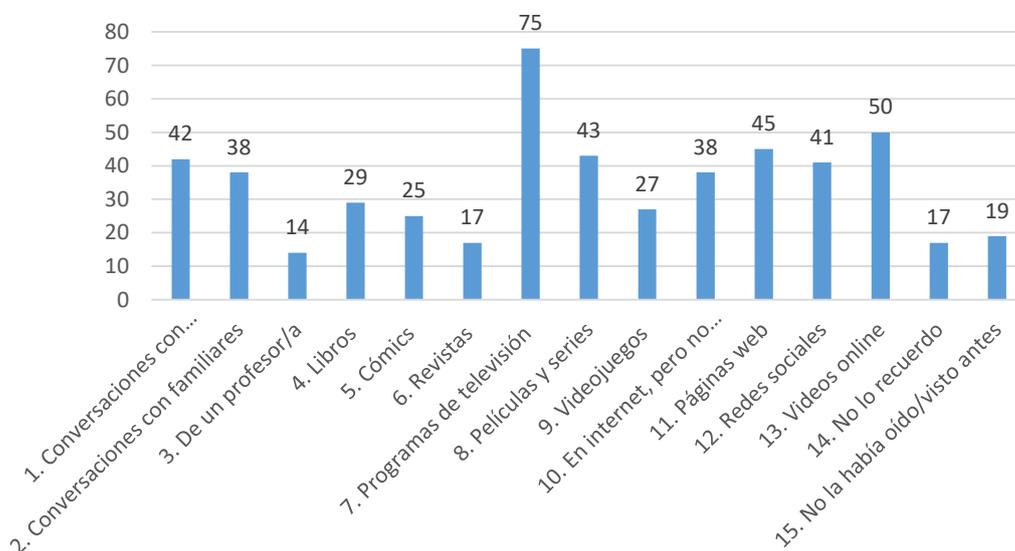


Figura 5.1.4b: Número de menciones sobre los orígenes de la afirmación 4a

Destacan los programas televisivos, de nuevo *Cuarto Milenio* y el canal *Discovery Max*, que posee canales como *Alienígenas*, con una mención cada uno.

**5a. Algunas personas pueden transmitir mensajes mentalmente.**

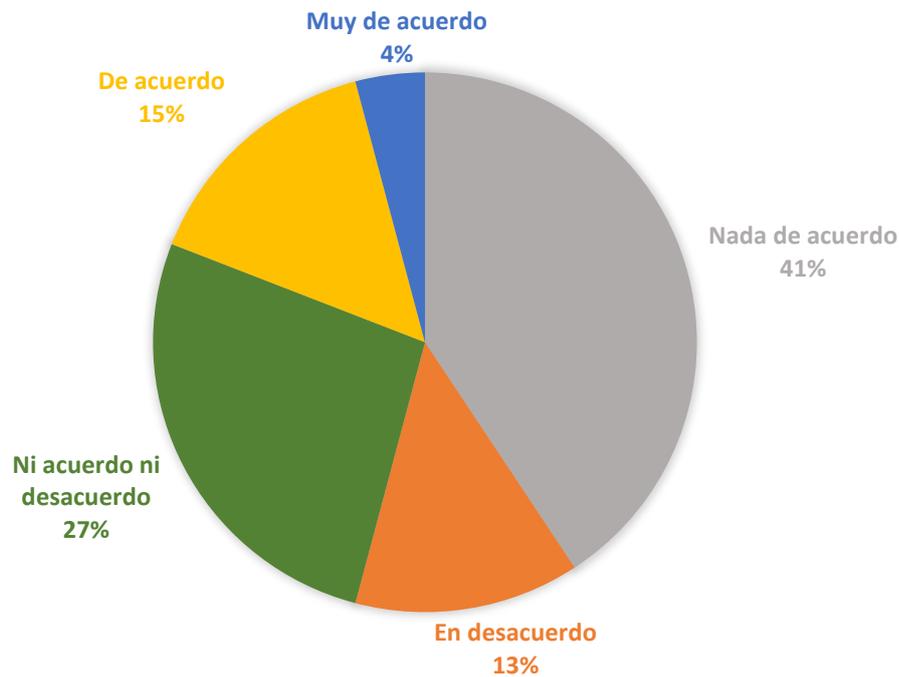


Figura 5.1.5a: Porcentaje del grado de acuerdo mostrado en la afirmación 5a

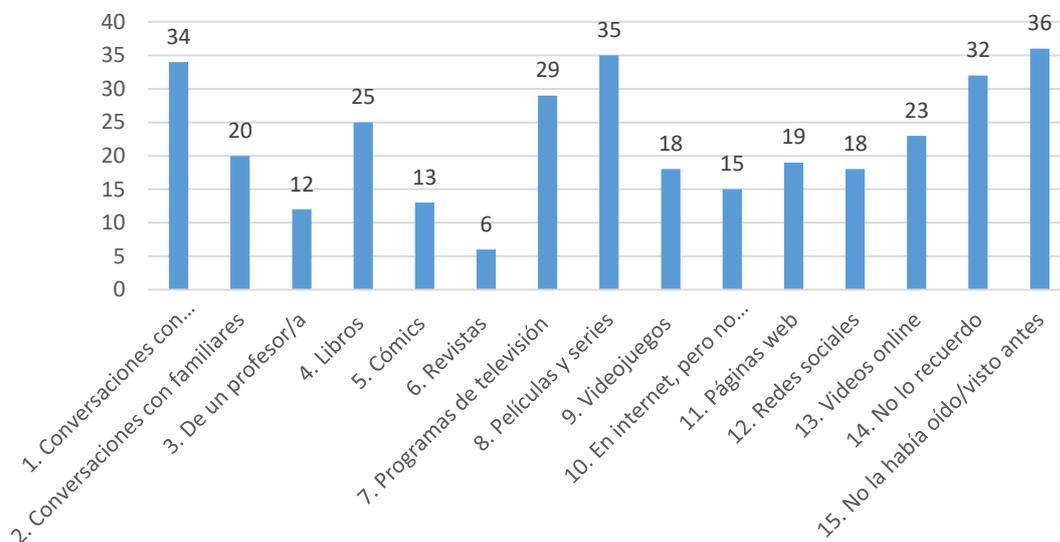


Figura 5.1.5b: Número de menciones sobre los orígenes de la afirmación 5b

Entre los programas televisivos mencionados encontramos *El Hormiguero*, con una mención, en el cual existe una sección donde se realizan experimentos, entre los cuales en algún caso se ha tratado de comprobar el poder de la mente humana. La reciente serie *Stranger Things* es nombrada en varias ocasiones por el alumnado participante (dos menciones), puesto que uno de los personajes de la misma tiene poderes mentales. Dicha serie, además de moda, se adapta a todos los públicos, con lo que no es de extrañar que haya llegado también a nuestro alumnado más joven.

**6a. Los viajes astrales permiten al alma o mente abandonar el cuerpo para poder viajar y visitar otros lugares o épocas.**

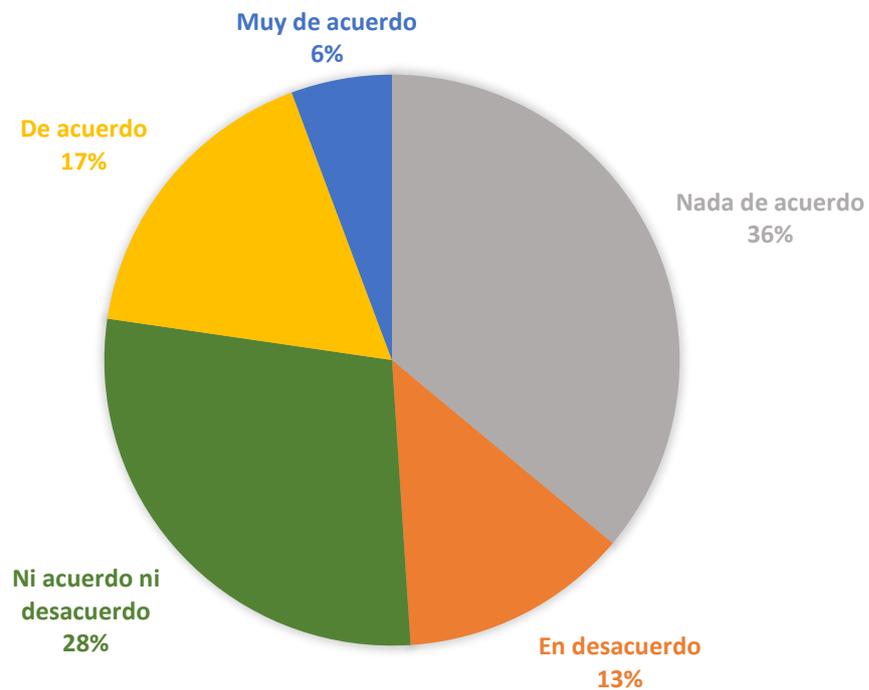


Figura 5.1.6a: Porcentaje del grado de acuerdo mostrado en la afirmación 6a

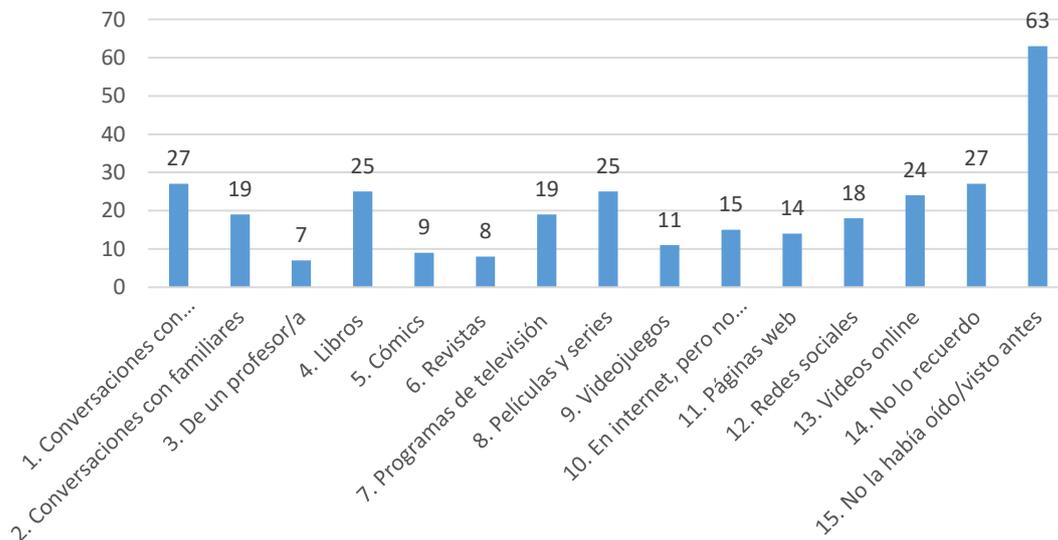


Figura 5.1.6b: Número de menciones sobre los orígenes de la afirmación 6a

En este caso, aumenta el número de menciones a no conocer/saber sobre esta afirmación, puesto que los viajes astrales no son fenómenos paranormales tan conocidos dentro de los clásicos que se pueden ver en televisión.

**7a. La mente de algunas personas puede influir en el movimiento de algunos objetos.**

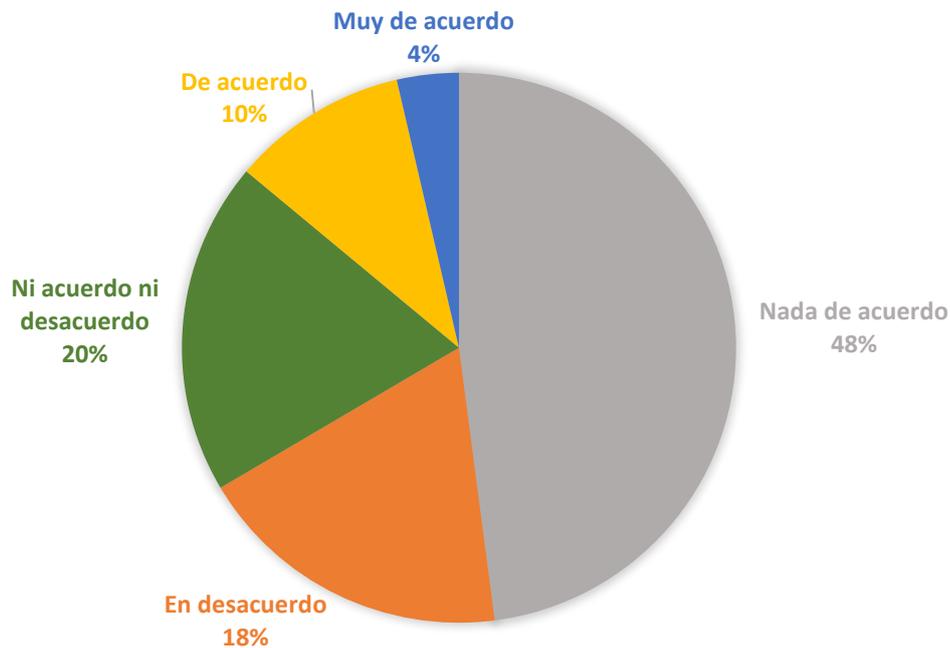


Figura 5.1.7a: Porcentaje del grado de acuerdo mostrado en la afirmación 7a

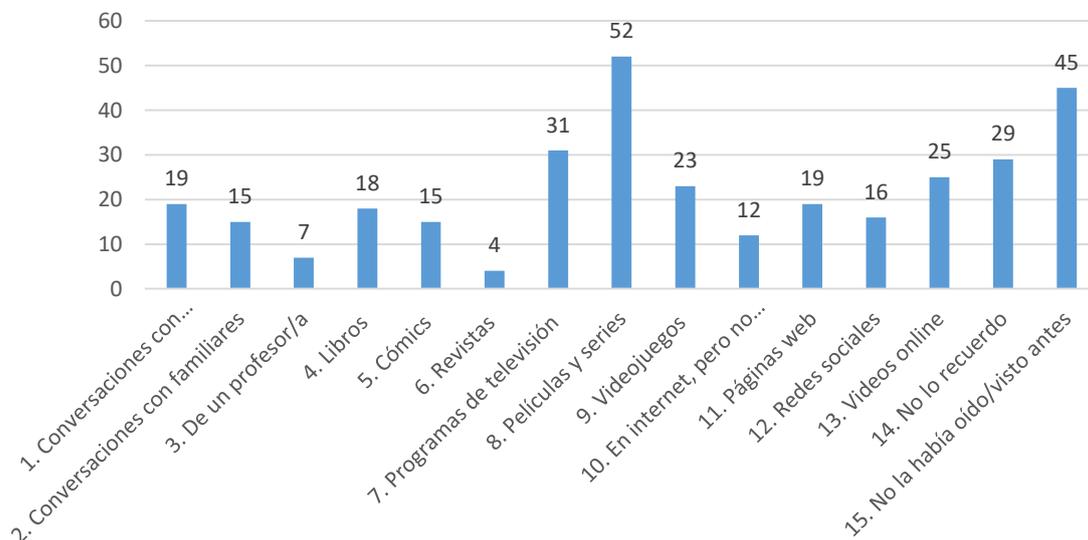


Figura 5.1.7b: Número de menciones sobre los orígenes de la afirmación 7a

De nuevo aparecen referencias a series como *Stranger Things*, con dos menciones, y películas de la serie de *Marvel* (con una mención), tan de moda también últimamente. Aparecen también los conocidos *Animes* (películas o series de animación, principalmente de origen japonés), con una mención como fuentes de información o de referencias sobre los poderes mentales.

**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.**

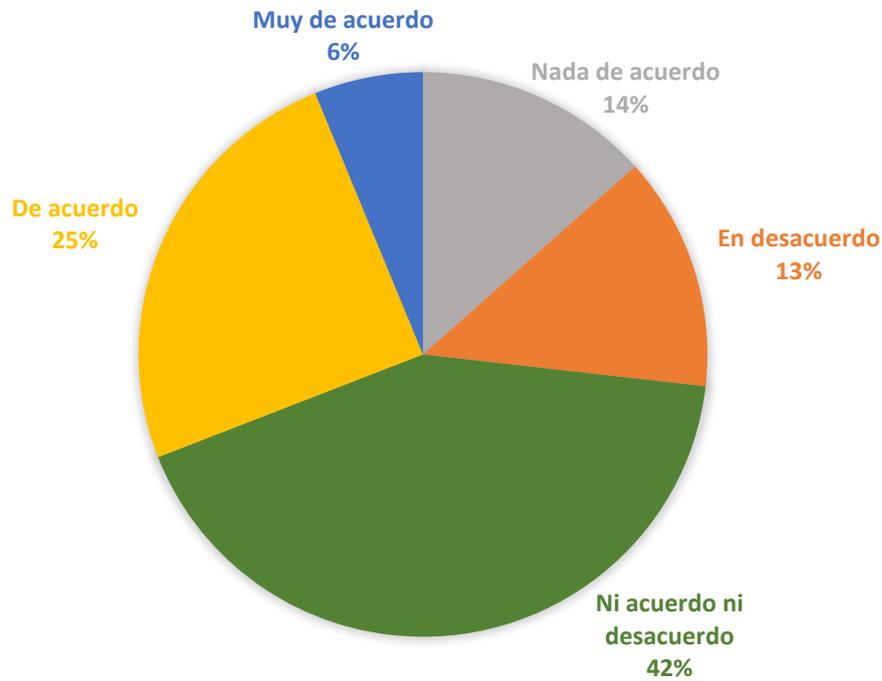


Figura 5.1.8a: Porcentaje del grado de acuerdo mostrado en la afirmación 8a

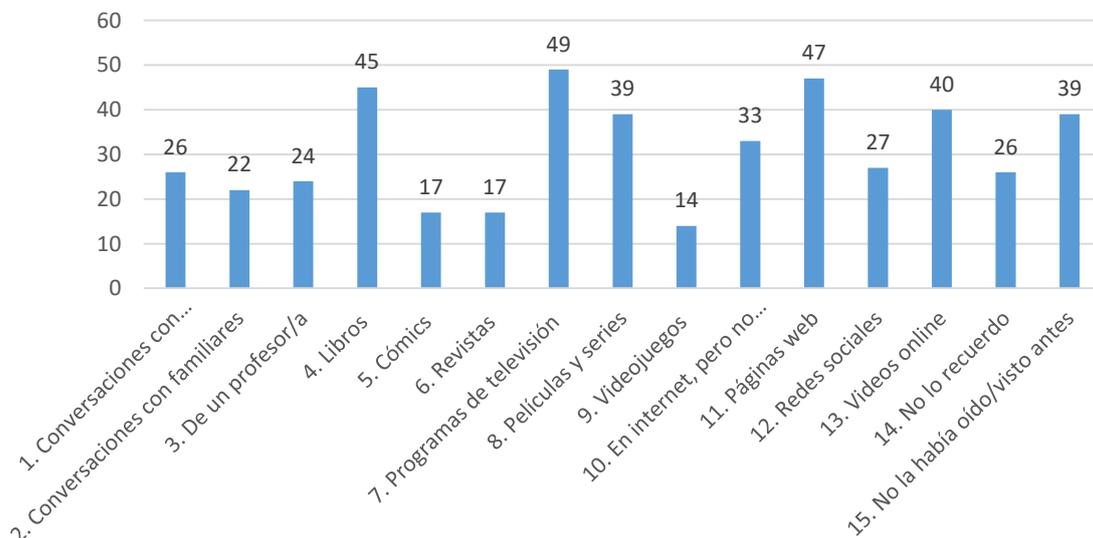


Figura 5.1.8b: Número de menciones sobre los orígenes de la afirmación 8a

Hay muchas menciones a esta afirmación, tanto en películas como en series, en parte porque de nuevo, *Discovery Max* (con una mención más en este ítem) posee un programa titulado *Criaturas Míticas*, centrado en ese tema. Además, como curiosidad, hemos podido observar como en el videojuego *Fortnite* (con dos menciones), se desarrolló un evento especial de criaturas míticas, donde los jugadores/as debían de

capturarlas para obtener recompensas. Este juego se ha hecho muy popular entre los adolescentes, en parte porque es gratuito y porque la mayoría de *youtubers* que se dedican a hablar sobre videojuegos lo recomiendan y transmiten en directo sus partidas.

**9a. El Yeti, o abominable hombre de las nieves, existe, pero aún no se ha podido encontrar.**

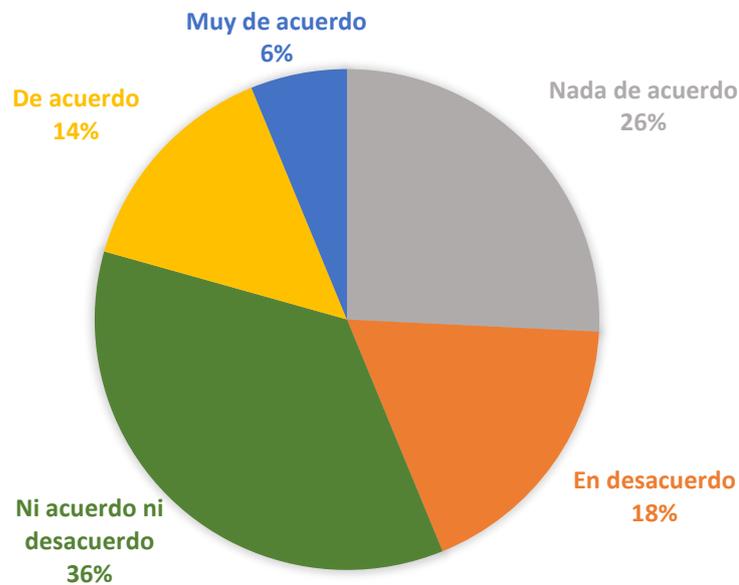


Figura 5.1.9a: Porcentaje del grado de acuerdo mostrado en la afirmación 9a

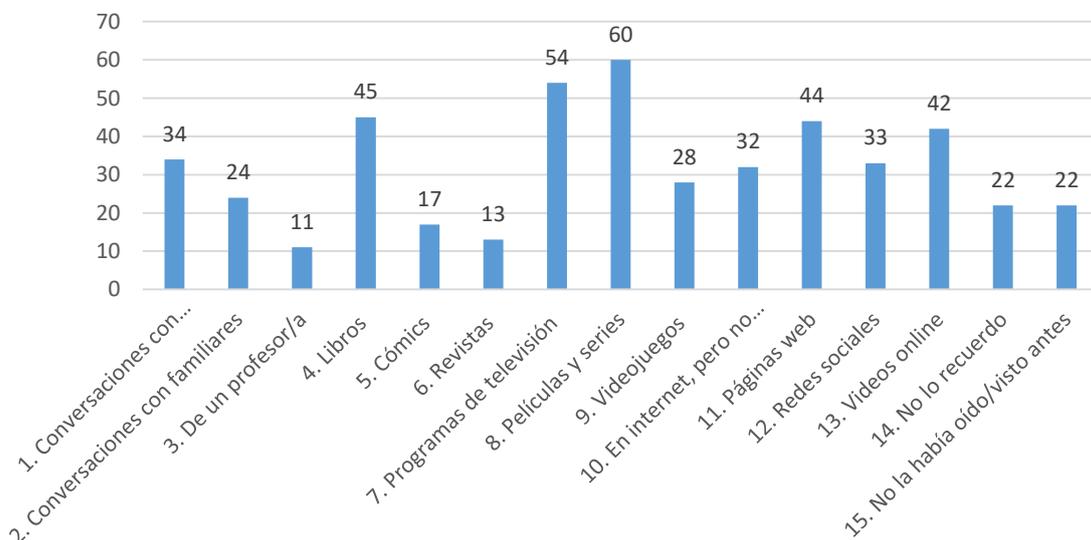


Figura 5.1.9b: Número de menciones sobre los orígenes de la afirmación 9a

En esta afirmación, los videojuegos vuelven a surgir, considerando al Yeti como una criatura oculta que los jugadores/as deben de encontrar. Adicionalmente volvemos a encontrar, con una mención, la presencia del canal *Discovery Max* (*Dmax* en su plataforma de visionado gratuita y accesible a todos los públicos, *Dplay*).

**10a. La astrología sirve para predecir las personalidades de las personas.**

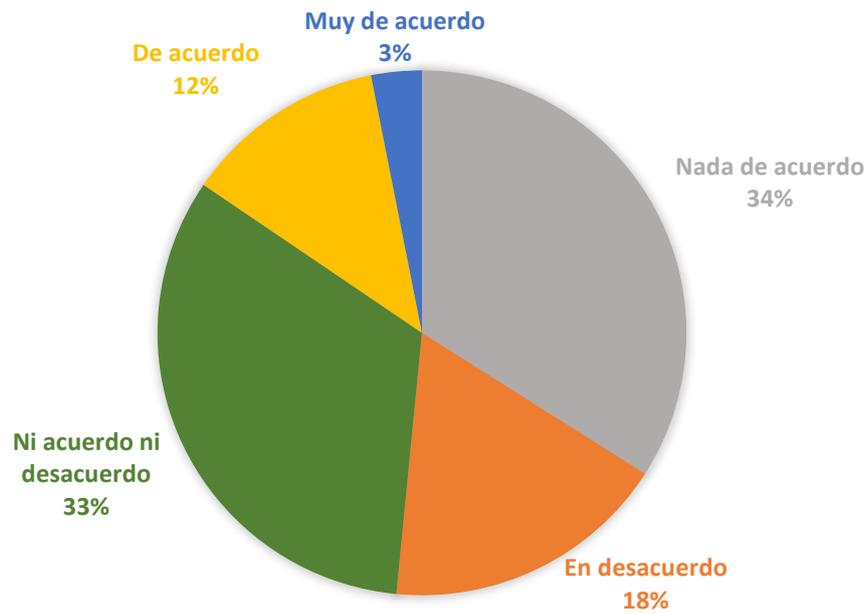


Figura 5.1.10a: Porcentaje del grado de acuerdo mostrado en la afirmación 10a

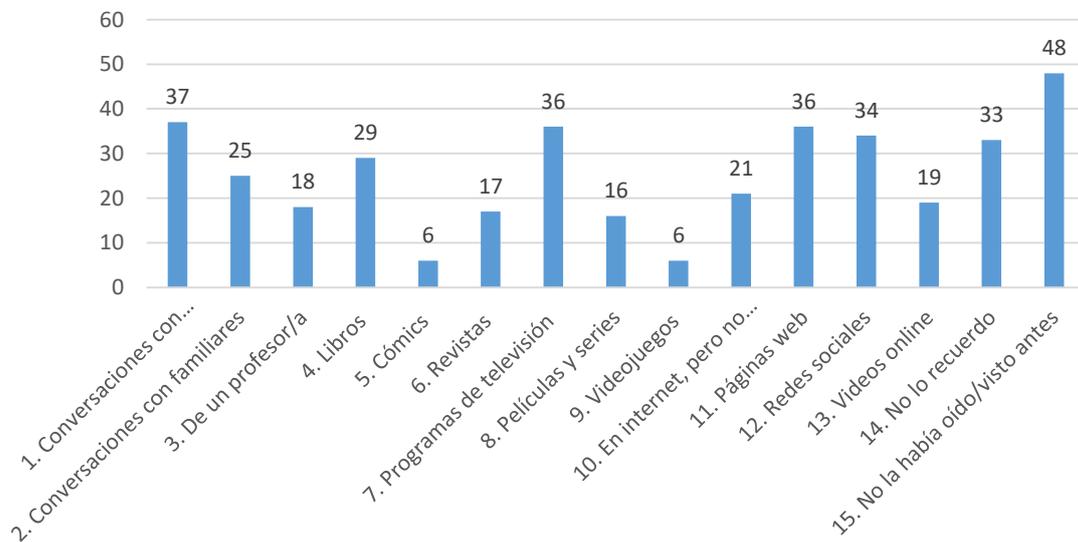


Figura 5.1.10b: Número de menciones sobre los orígenes de la afirmación 10a

**11a. La astrología puede predecir el futuro. Por eso, la mayoría de los periódicos publica el horóscopo.**

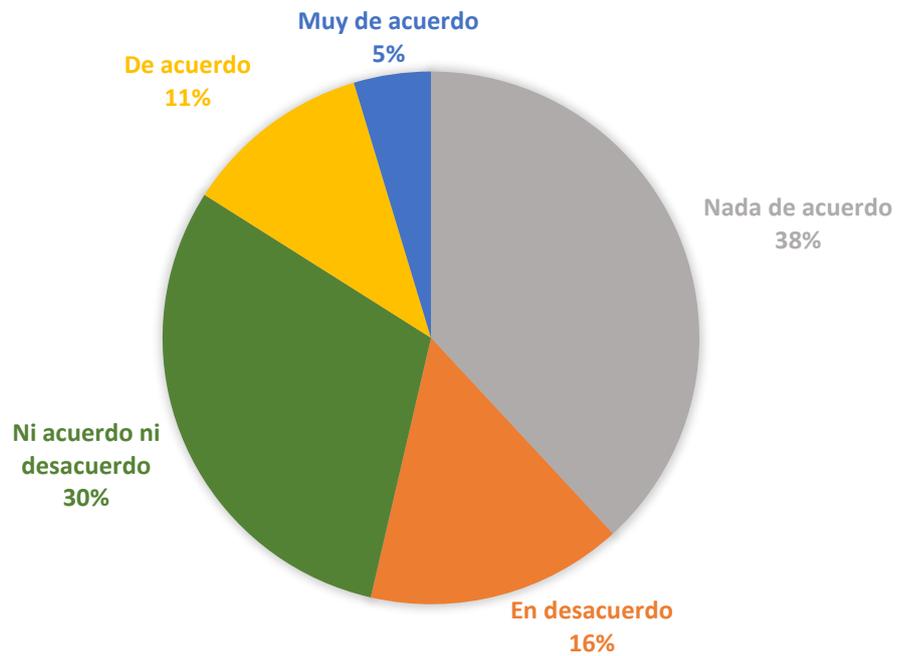


Figura 5.1.11a: Porcentaje del grado de acuerdo mostrado en la afirmación 11a

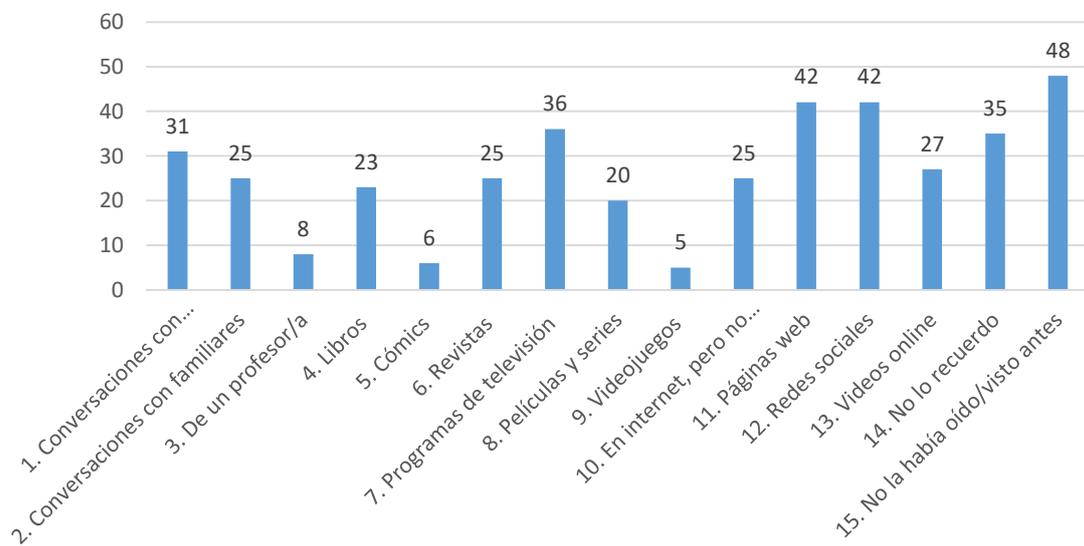


Figura 5.1.11b: Número de menciones sobre los orígenes de la afirmación 11a

**12a. Las fases de la Luna afectan tanto a las personas como a las plantas.**

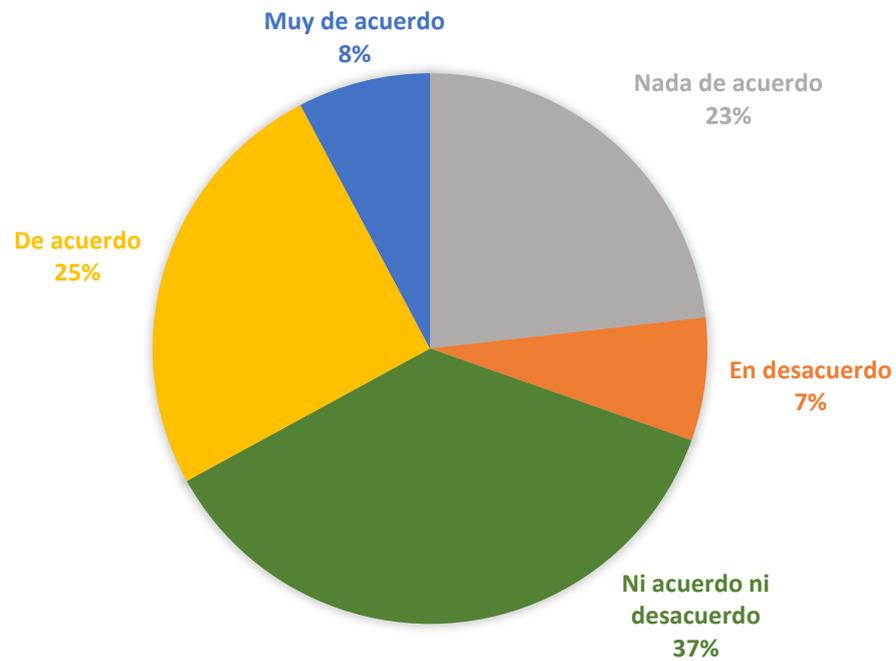


Figura 5.1.12a: Porcentaje del grado de acuerdo mostrado en la afirmación 12a

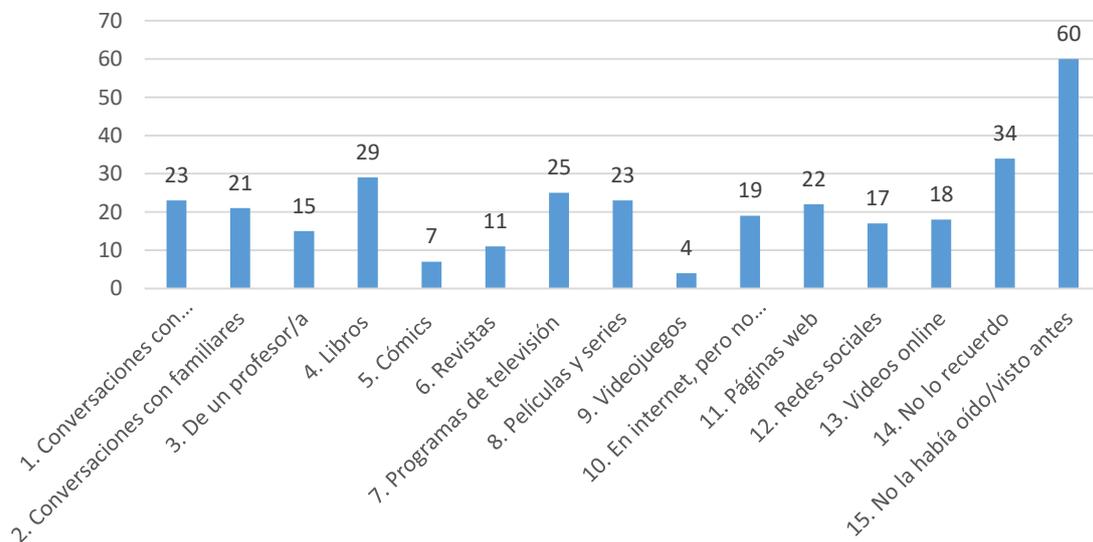


Figura 5.1.12b: Número de menciones sobre los orígenes de la afirmación 12a

En esta afirmación no encontramos apenas referencias concretas y cómo podemos observar, destaca la cantidad de menciones sobre su desconocimiento.

**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.**

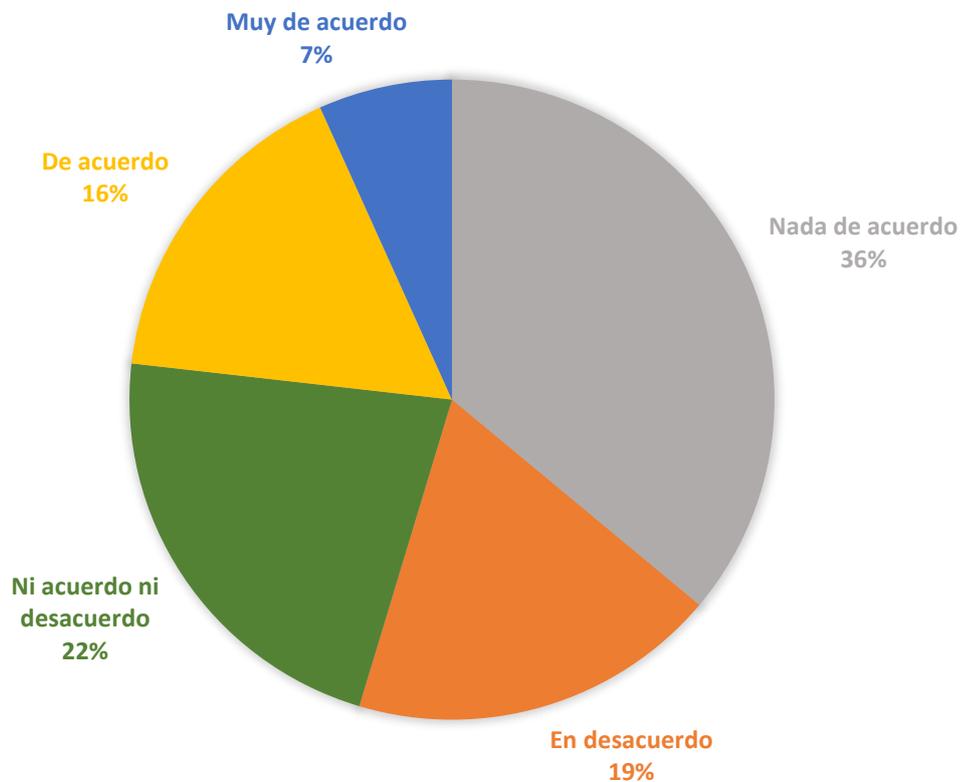


Figura 5.1.13a: Porcentaje del grado de acuerdo mostrado en la afirmación 13a

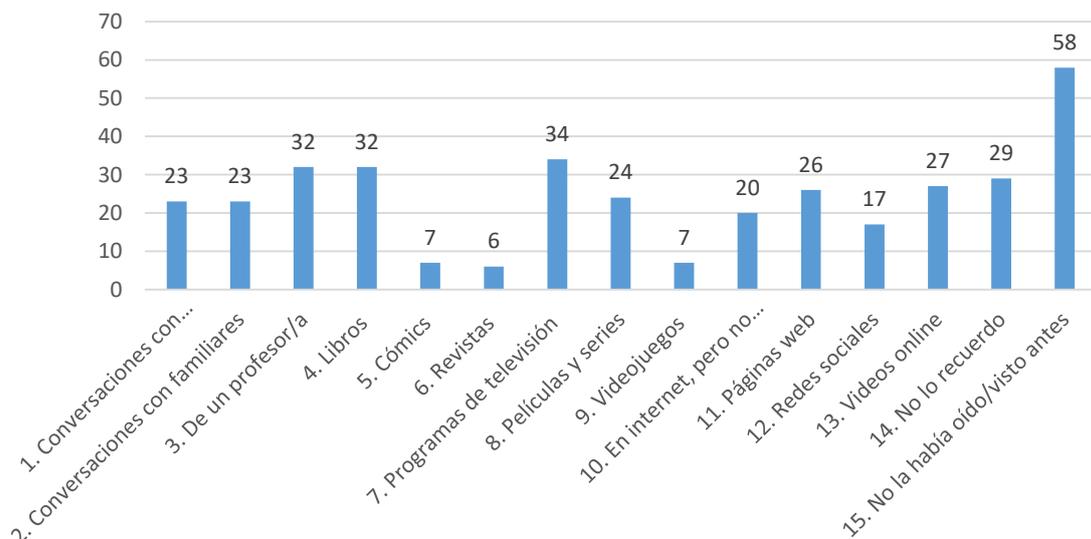


Figura 5.1.13b: Número de menciones sobre los orígenes de la afirmación 13a

En este caso, encontramos que las menciones al profesorado como fuente de información vuelven a aumentar, por la asignatura de religión. Observamos la mención

de las clases de religión, así como la revisión de la Biblia como principales fuentes, en dos ocasiones.

**14a. Hay personas capaces de comunicarse con el Más Allá y transmitir los mensajes de los muertos.**

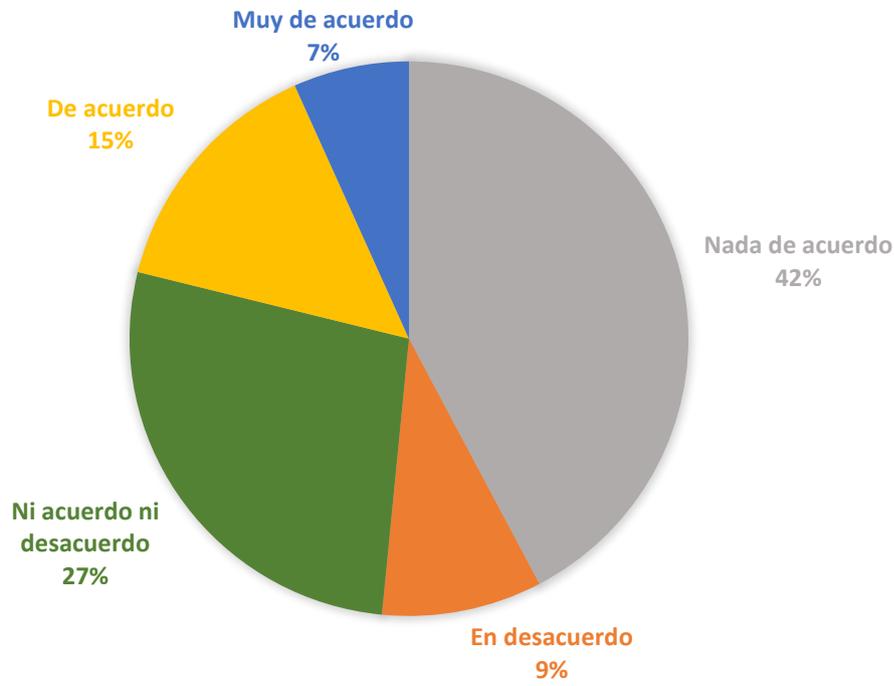


Figura 5.1.14a: Porcentaje del grado de acuerdo mostrado en la afirmación 14a

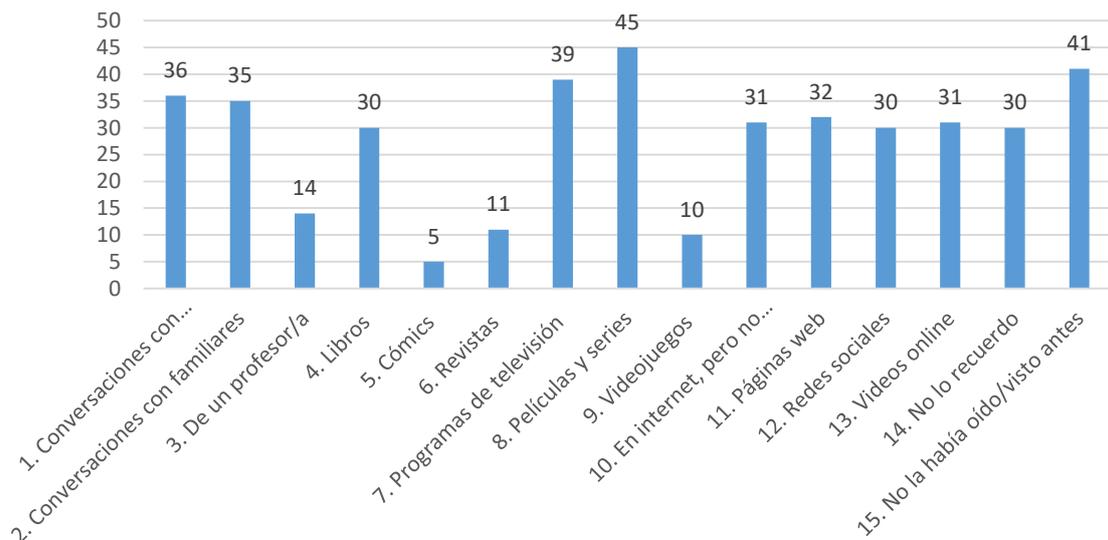


Figura 5.1.14b: Número de menciones sobre los orígenes de la afirmación 14a

Entre los programas de televisión citados aparece de nuevo *Cuarto Milenio*, (con dos menciones) del canal *Cuatro*.

**15a. La ciencia no lo sabe todo y está continuamente descubriendo cosas nuevas. Es solo cuestión de tiempo que admita los fenómenos paranormales.**

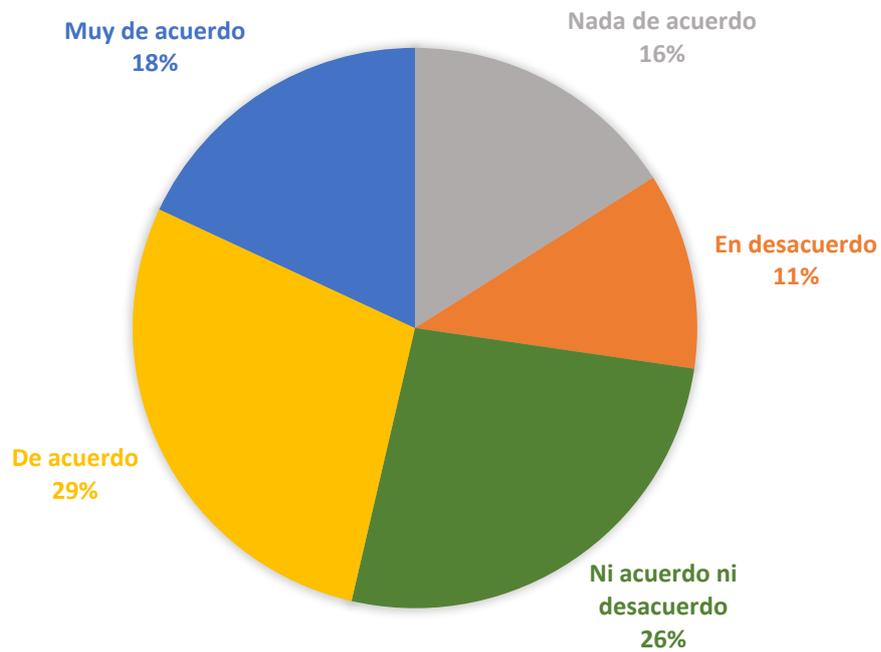


Figura 5.1.15a: Porcentaje del grado de acuerdo mostrado en la afirmación 15a

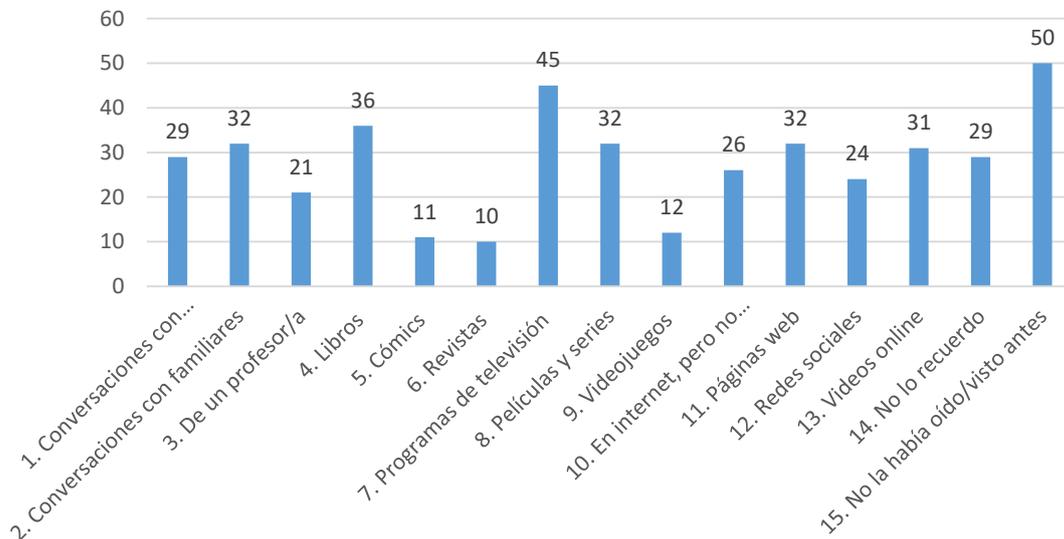


Figura 5.1.15b: Número de menciones sobre los orígenes de la afirmación 15a

En este ítem se incrementan las menciones del origen 15, tal y como muestran los porcentajes de grado de acuerdo, así como las menciones a películas que muestran como la ciencia descubre fenómenos paranormales o propios del género de la ciencia ficción.

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

Para este ítem hemos categorizado las respuestas de forma que las podemos clasificar en cuestiones o comentarios relativos a:

Tabla 2  
*Frecuencias absolutas y relativas de las respuestas para el ítem 16a*

Categorías	f <sub>i</sub>	n <sub>i</sub>
Conocimiento sobre vida alienígena	8	14,8%
Vida después de la muerte	8	14,8%
Investigación científica aplicada a la búsqueda de nuevas especies animales	6	11,1%
Origen del ser humano	5	9,3%
Fenómenos paranormales	5	9,3%
La ciencia aplicada para demostrar la existencia, o no, de Dios	4	7,4%
Limitaciones de la ciencia	4	7,4%
Origen del Universo	4	7,4%
Búsqueda de nuevos planetas	3	5,6%
Creación del universo con ayuda de presencia extraterrestre	2	3,7%
Relación entre los alienígenas y el gobierno	2	3,7%
Aplicación de conocimientos científicos para contactar con fantasmas	1	1,9%
Teorías de conspiración sobre el coronavirus	1	1,9%
Relación entre cuerpo y alma	1	1,9%
Totales	54	100%
Sin respuesta	140	

En todos estos casos, el alumnado participante mostraba interés en conocer más sobre estos temas y en saber si la ciencia podía o no participar en la investigación sobre los mismos. Lógicamente, no todos los participantes contestaron esta pregunta, y muchas de estas respuestas se centraban en la afirmación anterior (15a). La Tabla 2 recoge las respuestas, por categorías, de las 54 respuestas, sobre un total de 140 cuestionarios que no ofrecieron respuesta en este ítem.

La Figura 5.1.2, mostrada a continuación, detalla el porcentaje del alumnado participante que muestra un cierto acuerdo (opciones de respuesta: “De acuerdo” y “Muy de acuerdo”) en cada una de las afirmaciones del cuestionario, por cada curso. Se puede observar cómo, generalmente, en los cursos iniciales los porcentajes tienden a bajar respecto a las de los cursos superiores. Las barras donde los cursos avanzados se encuentran por encima de los demás, pueden deberse al tamaño de la muestra (16 para 2º de ESO y 10 para 1º de Bachillerato, siendo estas las más bajas).

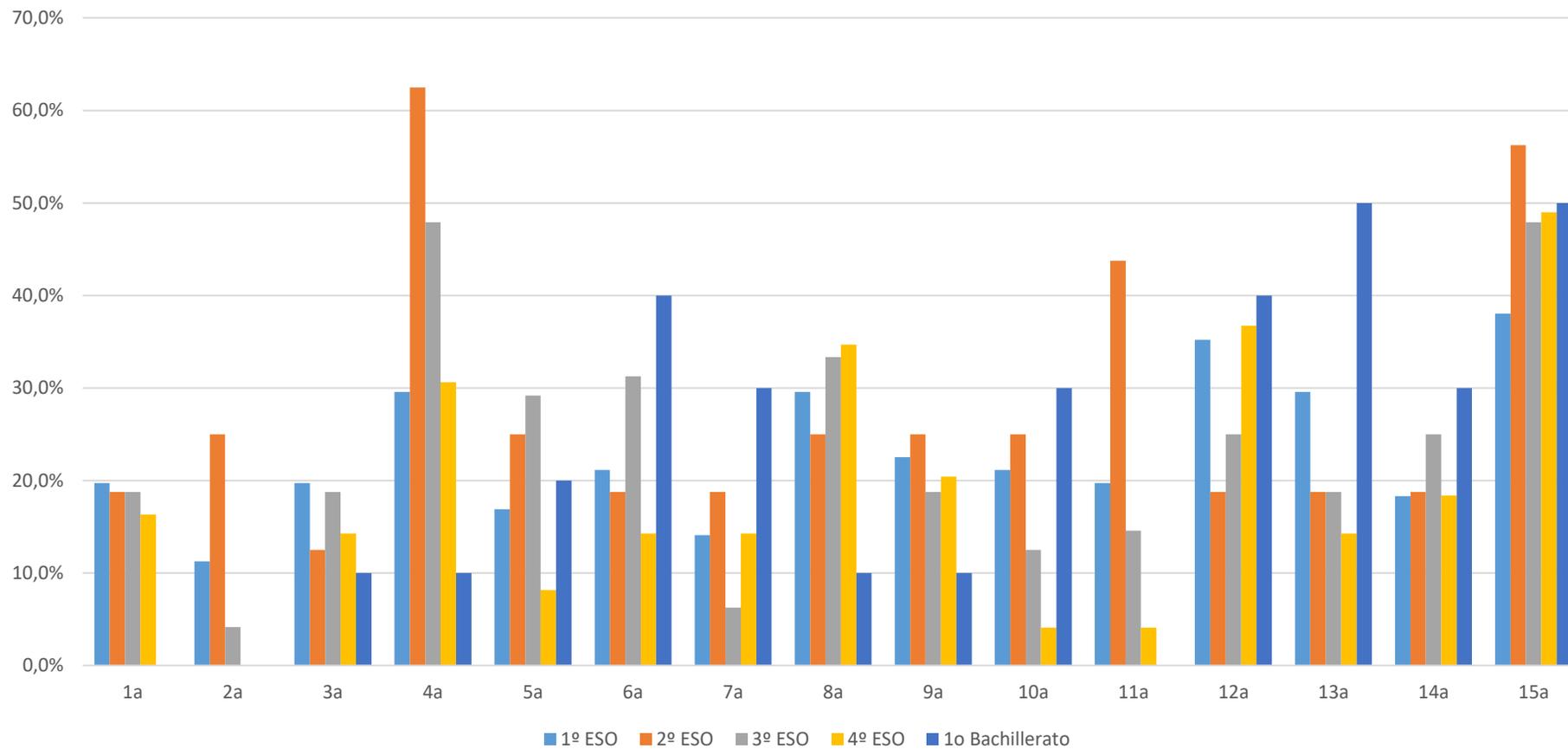


Figura 5.1.2: Gráfica que muestra el porcentaje de participantes que muestran acuerdo para cada ítem, por cursos

Respecto el origen de las afirmaciones, hemos contabilizado las diferentes menciones a las mismas por afirmación, para determinar en qué tipo de creencias se utilizaba más o menos un canal de información u otro. Pero, a nivel general, podemos recopilar las menciones a los diferentes orígenes de las creencias pseudocientíficas, agrupadas, de forma que podamos ver cuales destacan más. Entendemos que en realidad el origen puede variar según cada afirmación, pero la Figura 5.1.3 mostrada a continuación nos sirve para hacernos una idea general de las fuentes más mencionadas por el alumnado participante. También hemos recogido los datos referentes a la cantidad de orígenes mostrados según el género (Figura 5.1.4), mostrados en porcentajes sobre la frecuencia relativa.



Figura 5.1.3: Número de menciones, en porcentaje sobre el total, de las diferentes fuentes de información sobre pseudociencias, para todas las afirmaciones

La Tabla 3 recoge las frecuencias relativas, en tanto por cien, de las menciones a los diferentes orígenes en cada afirmación. De esta forma podemos comprobar como los programas de televisión son los más consultados en la mayoría de las afirmaciones o como los temas de astrología se nutren más desde Internet o las redes sociales. Información sobre la teoría de la Tierra plana viene frecuentemente del profesorado y las películas son el medio donde más información se obtiene sobre el Más Allá o las capacidades mentales telepáticas. Los libros, pese a ser de las menos habituales, destacan en la afirmación 12a (sobre las fases de la Luna).

Tabla 3:  
Frecuencias relativas de los orígenes/fuentes de información (columnas) por ítems (filas) del 1a-15a.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1a	5,6%	5,6%	9,7%	9,7%	5,0%	1,5%	<b>15,6%</b>	8,8%	4,4%	9,4%	8,8%	8,0%	7,7%
2a	5,9%	4,7%	<b>15,3%</b>	8,4%	1,2%	1,9%	10,9%	8,4%	3,7%	9,3%	11,5%	10,0%	8,7%
3a	7,6%	8,1%	7,4%	7,4%	1,4%	3,3%	<b>13,1%</b>	8,3%	2,1%	10,7%	10,7%	10,5%	9,3%
4a	8,7%	7,9%	2,9%	6,0%	5,2%	3,5%	<b>15,5%</b>	8,9%	5,6%	7,9%	9,3%	8,5%	10,3%
5a	12,7%	7,5%	4,5%	9,4%	4,9%	2,2%	10,9%	<b>13,1%</b>	6,7%	5,6%	7,1%	6,7%	8,6%
6a	<b>12,2%</b>	8,6%	3,2%	11,3%	4,1%	3,6%	8,6%	11,3%	5,0%	6,8%	6,3%	8,1%	10,9%
7a	7,4%	5,9%	2,7%	7,0%	5,9%	1,6%	<b>12,1%</b>	20,3%	9,0%	4,7%	7,4%	6,3%	9,8%
8a	6,5%	5,5%	6,0%	11,3%	4,3%	4,3%	<b>12,3%</b>	9,8%	3,5%	8,3%	11,8%	6,8%	10,0%
9a	7,8%	5,5%	2,5%	10,3%	3,9%	3,0%	12,4%	<b>13,7%</b>	6,4%	7,3%	10,1%	7,6%	9,6%
10a	12,3%	8,3%	6,0%	9,7%	2,0%	5,7%	<b>12,0%</b>	5,3%	2,0%	7,0%	<b>12,0%</b>	11,3%	6,3%
11a	9,8%	7,9%	2,5%	7,3%	1,9%	7,9%	11,4%	6,3%	1,6%	7,9%	<b>13,3%</b>	<b>13,3%</b>	8,6%
12a	9,8%	9,0%	6,4%	<b>12,4%</b>	3,0%	4,7%	10,7%	9,8%	1,7%	8,1%	9,4%	7,3%	7,7%
13a	8,3%	8,3%	11,5%	11,5%	2,5%	2,2%	<b>12,2%</b>	8,6%	2,5%	7,2%	9,4%	6,1%	9,7%
14a	10,3%	10,0%	4,0%	8,6%	1,4%	3,2%	11,2%	<b>12,9%</b>	2,9%	8,9%	9,2%	8,6%	8,9%
15a	8,5%	9,4%	6,2%	10,6%	3,2%	2,9%	<b>13,2%</b>	9,4%	3,5%	7,6%	9,4%	7,0%	9,1%
TOTAL	8,7%	7,4%	6,0%	9,2%	3,3%	3,4%	12,4%	10,2%	4,1%	7,9%	9,9%	8,5%	9,1%

En la figura mostrada a continuación (Figura 5.1.4), se puede observar la opción más escogida de fuente de información por género. Se puede observar una gran diferencia entre género para las conversaciones con amigos/familiares, así como en videojuegos. En el siguiente apartado y en la discusión se analizan dichos resultados y se comparan con otros estudios respectivamente.

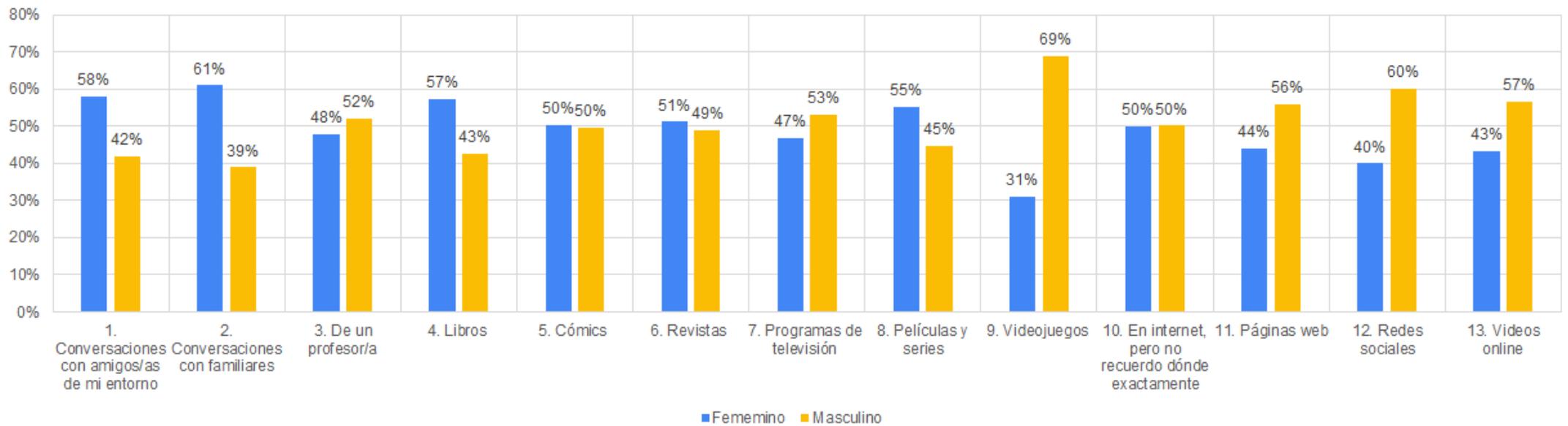


Figura 5.1.4: Porcentajes de frecuencias relativas para cada origen por género

## 5.2 Análisis de los resultados y estadísticos

Para los diferentes análisis estadísticos realizados, invertimos la numeración de los grados de acuerdo en la escala Likert, siendo ahora 1, “Muy de acuerdo” y 5, “Muy en desacuerdo”, para otorgar una puntuación mayor a respuestas consideradas escépticas. Mediante el programa *IBM SPSS Statistics*, agrupando visualmente las respuestas en formato de escala Likert de las diferentes afirmaciones, podemos observar el porcentaje, de frecuencias relativas según las apariciones de cada grado de respuesta (1 a 5) para todas las afirmaciones, independientemente del nivel educativo y centro. Más adelante expondremos las diferentes relaciones entre otras variables. Como se puede observar en la Figura 5.2.1, el elevado porcentaje del grado 3 indica que, pese a que algunas afirmaciones mostraban ideas pseudocientíficas fuertemente rechazadas, en el cómputo global, sea por desconocimiento de las mismas o por su posible origen científico, gran parte del alumnado duda sobre su científicidad y veracidad. Por ello las respuestas neutras (3, Ni acuerdo ni desacuerdo), no presentan grandes diferencias de porcentaje respecto a la opción 5 (Muy en desacuerdo).

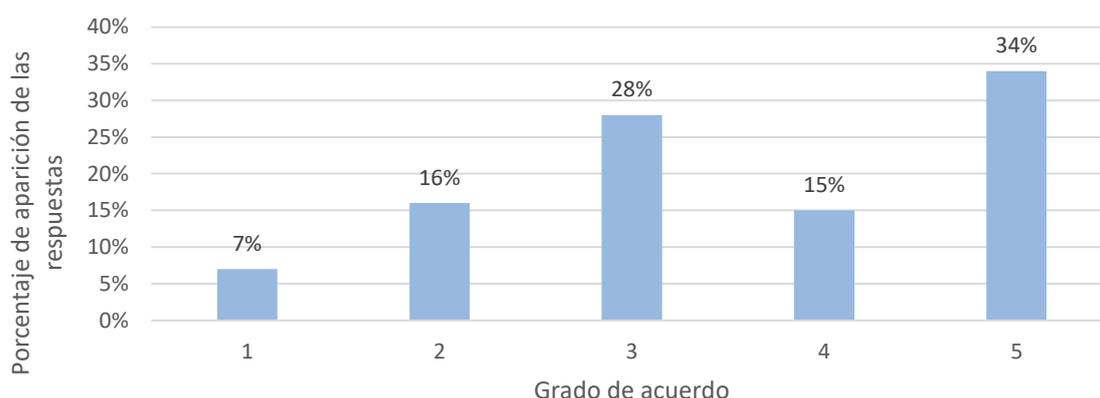


Figura 5.2.1: Porcentaje de aceptación general de las afirmaciones del cuestionario. 1, Muy de acuerdo. 2, De acuerdo. 3, Ni acuerdo ni desacuerdo. 4, En desacuerdo. 5, Muy en desacuerdo.

De los anteriores resultados podemos deducir que existe presencia de ideas pseudocientíficas o creencias acientíficas en las aulas de nuestros estudiantes participantes. Esto se pone de manifiesto con los datos de la Figura 5.2.1 y los porcentajes recopilados en las Figuras 5.1.1a-15a. Con lo que podíamos confirmar la hipótesis principal: **el alumnado de ESO y Bachillerato posee y manifiesta ideas y/o creencias pseudocientíficas**. A partir de estos datos, extraemos diferentes conclusiones de cada afirmación por separado y a nivel general, puesto que comprendemos que en este estudio abarcamos diferentes temáticas y por ello mismo se requiere un análisis separado. Esta diferencia se puede apreciar también en los diferentes porcentajes mostrados para cada afirmación.

Para resolver la segunda hipótesis podemos centrarnos en las Figuras 5.1.1b-15b y concretamente en la Figura 5.1.3, donde a nivel general prevalecen como fuentes de información principales los programas de televisión (12,6%), películas y series (10,4%), páginas web (10,1%), vídeos online (9,3%) y finalmente conversaciones con amigos/as

de mi entorno (8,9%) y redes sociales (8,6%). De esta forma, no podríamos aceptar la segunda hipótesis puesto que considerábamos que uno de los medios más utilizados sería Internet. Debemos especificar pues que Internet es un medio de comunicación muy común y general a la hora de ofrecer información sobre estas afirmaciones, pero podemos concretar señalando a canales de *Youtube* y redes sociales, principalmente.

Así pues, no se puede aceptar completamente la segunda hipótesis que señalaba que **el origen de las ideas pseudocientíficas proviene principalmente de medios tales como: familia, amistades y Internet.** La televisión, series y cine han sido los más comunes. En la Tabla 3 se ofrece una vista de las frecuencias relativas de aparición de los orígenes. Estos datos nos indican que el origen que hace referencia al profesorado es muy abundante, pero dónde mayor presencia ha tenido es en el ítem 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”), ya que en los contenidos de 1º de ESO se trabaja el planeta Tierra y podrían malinterpretarse algunas de las explicaciones ofrecidas en la asignatura. La revista y el cómic, como fuentes de información pseudocientíficas, aun siendo los menos mencionados, destacan en las afirmaciones 4a y 11a (ovnis y astrología), pudiendo hacer referencia a revistas dedicadas a la población joven, que suelen trabajar el tema del horóscopo.

El ítem 12a (fases de la Luna y su influencia en plantas y personas) muestra un alto porcentaje de participantes que no está de acuerdo ni en desacuerdo con la afirmación. Pensamos que es debido a que se trata de una creencia popular, centrada en ámbitos que no son habituales entre el alumnado de la ESO y Bachillerato. Para el ítem 13a (evolución del ser humano y diseño inteligente), el alumnado de 1º de ESO escogió la opción de “No la había oído/visto antes” en mayor número puesto que el concepto de un desarrollador inteligente les podría generar confusión.

Creamos una nueva variable, llamada “Acuerdo total”, que comprendía la media de las respuestas en cada afirmación por participante. Esta variable la utilizamos para compararla juntamente con otras, como el género o el curso, a nivel global. Después, analizamos las mismas variables, pero contrastándolas para cada afirmación. La siguiente tabla (Tabla 4) muestra los valores por los cuales consideramos que nuestras muestras seguían una distribución normal para las respuestas de cada afirmación.

### **Análisis de la variable grupo**

Tabla 4:

*P-valores para las agrupaciones por cursos mediante la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov.*

<b>Curso</b>	<b>Sig. asintótica</b>	<b>Distribución</b>
1º-2º	0,816 > 0,05	Normal
2º-3º	0,707 > 0,05	Normal
3º-4º	0,952 > 0,05	Normal
4º-1ºBachillerato	0,828 > 0,05	Normal
Todos los cursos	0,801 > 0,05	Normal

Para realizar las comparativas agrupamos las respuestas inicialmente por cursos, de forma que se crearon 4 grupos, teniendo en cuenta los cursos según su orden. Así, podíamos comprobar posibles diferencias entre el cambio de un curso a otro, según las respuestas a las afirmaciones. Como en los 4 grupos la muestra superaba las 50 respuestas, pudimos aplicar la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov. Una vez realizada pudimos aplicar una prueba t-Student para muestras de distribución normal. Tanto para las variables del nivel educativo, el género y las creencias personales, según el grado de acuerdo en las afirmaciones y a nivel general.

Utilizamos la prueba de Levene de igualdad de varianzas para determinar si se asumían varianzas iguales para cada afirmación. En base a este dato escogimos el valor de  $p$  indicado si estas se asumían o no, en cada caso para las pruebas T mostradas a continuación.

Como la variable ACUERDO TOTAL recoge las medias de las puntuaciones para cada afirmación según el grado de acuerdo, en las tablas siguientes aparece como la opción que agrupa todas las afirmaciones, de forma que se pueda comparar a nivel general. El ítem 16a no se sometió a análisis cuantitativo porque no todo el alumnado participante lo contestó (Tabla 2). En este caso agrupamos las respuestas por categorías y pudimos observar que las más mencionadas hacían referencia a la investigación en vida extraterrestre, el conocimiento sobre la vida después de la muerte y en tercer lugar sobre la investigación para encontrar nuevas especies animales.

Para la variable GRUPO, (de entre 1º a 2º de la ESO, 2º a 3º, 3º a 4º y 4º a 1º de Bachillerato), podemos observar unos p-valores significativos para algunas de las afirmaciones (Tabla 5). A nivel general obtenemos poca significatividad, ya que no se aprecian cambios significativos en los diferentes cursos para el grado de acuerdo en las diferentes afirmaciones. Sin embargo, en la 1a (sobre diseño inteligente), podemos observar que a medida que avanza el nivel educativo, desciende la creencia en esta afirmación de manera significativa ( $p$ -valor=0,030), siendo el cambio más importante de 4º de la ESO a 1º de Bachillerato. La afirmación 2a (sobre la tierra plana), encuentra en el cambio de 3º a 4º de ESO un valor significativo, indicativo que el alumnado ha trabajado dicho tema a lo largo de dos cursos (en Biología y Geología), reduciendo esta creencia ( $p$ -valor=0,013). Las afirmaciones 10a y 11a (las referentes a la astrología), se ven disminuidas a medida que se avanza en el nivel educativo también, siendo en el cambio de 3º a 4º de la ESO para la 10a (astrología para determinar las personalidades) donde se presenta mayor significatividad en el cambio ( $p$ -valor=0,028). Para la 11a (astrología para predecir el futuro), se observa en el cambio de 1º a 2º de la ESO y de 2º a 3º ( $p$ -valor=0,038 y 0,010 respectivamente).

En todos los casos anteriores se puede observar gracias a las medias de las respuestas (Tabla 6), un incremento de las mismas, significativamente estadístico, para las afirmaciones antes comentadas. En el resto podemos observar variaciones en el valor de las medias, sin que lleguen a ser cambios verdaderamente significativos. Esto sirve como indicador que a medida que se avanza en los cursos escolares, disminuye la creencia o acuerdo con ideas pseudocientíficas.

Tabla 5:

*Datos de p-valor obtenidos al comparar la variable CURSO para cada ítem*

Ítems	p-valor			
	1º-2º	2º-3º	3º-4º	4º-1º Bachillerato
1a	0,655	0,974	0,483	<b>0,030*</b>
2a	0,109	0,089	<b>0,013*</b>	0,617
3a	0,497	0,249	0,428	0,116
4a	0,104	0,986	0,145	0,107
5a	<b>0,030*</b>	0,349	0,153	0,509
6a	0,181	0,863	0,192	0,763
7a	0,330	0,060	0,268	0,592
8a	0,509	0,778	0,517	0,169
9a	0,693	0,686	0,654	0,097
10a	0,941	0,315	<b>0,028*</b>	0,665
11a	<b>0,038*</b>	<b>0,010*</b>	0,096	0,288
12a	0,451	0,680	0,723	0,767
13a	0,650	0,803	0,467	0,214
14a	0,581	0,882	0,551	0,439
15a	0,233	0,971	0,911	0,543
Acuerdo total	0,108	0,256	0,232	0,350

\*Valor para un intervalo de confianza del 95%

Tabla 6:

*Media y desviación típica por ítems para cada curso*

Ítems	1º ESO		2º ESO		3º ESO		4º ESO		1º Bachillerato	
	Media	Desv. típica	Media	Desv. típica						
1a	3,591	1,260	3,437	1,152	3,583	1,234	3,755	1,164	4,400	0,699
2a	4,295	1,151	3,625	1,500	4,270	1,026	4,714	0,645	4,600	0,699
3a	3,493	1,229	3,312	0,873	3,770	1,308	3,571	1,157	4,200	1,032
4a	3,225	1,311	2,625	1,360	2,687	1,355	3,081	1,288	3,800	1,135
5a	3,901	1,197	3,187	1,046	3,437	1,366	3,816	1,219	4,100	1,286
6a	3,647	1,231	3,250	1,000	3,375	1,453	3,734	1,237	3,600	1,505
7a	3,943	1,181	3,625	1,147	4,208	1,110	3,938	1,265	3,700	1,337
8a	3,070	1,073	2,875	1,024	2,895	1,015	3,040	1,171	3,600	1,074
9a	3,309	1,166	3,437	1,152	3,500	1,220	3,387	1,238	4,100	1,100
10a	3,352	1,122	3,375	1,087	3,666	1,172	4,163	1,007	4,000	1,414
11a	3,478	1,285	2,750	1,064	3,770	1,189	4,142	0,978	4,500	0,849
12a	3,098	1,311	3,375	1,360	3,145	1,010	3,061	1,313	3,200	1,475
13a	3,464	1,296	3,625	1,147	3,666	1,342	3,857	1,224	3,100	1,728
14a	3,774	1,406	3,562	1,263	3,479	1,220	3,632	1,302	4,000	1,632
15a	3,070	1,366	2,625	1,204	2,583	1,182	2,612	1,351	2,900	1,370
Acuerdo total	3,514	0,604	3,245	0,564	3,469	0,693	3,634	0,654	3,853	0,754

## Análisis de la variable género

La Tabla 7 muestra la relación del género respecto al grado de acuerdo en cada afirmación y en general para la variable ACUERDO TOTAL. Podemos observar cómo hay diferencias significativas según el género, en las afirmaciones 10a, 11a y 12a (p-valores=0,042, <0,001 y 0,023 respectivamente). Dichas afirmaciones hacen referencia a la astrología y a la influencia de la Luna sobre las personas y las plantas. En el resto de afirmaciones no se encuentran diferencias entre el género, ni tampoco a nivel general. La división en dos géneros viene dada por que todo el alumnado participante del estudio marcó sólo estas dos opciones, aun disponiendo de una tercera de respuesta abierta.

Tabla 7:

Valores de la variable GÉNERO para cada afirmación

Ítems	Masculino		Femenino		p-valor
	Media	Desv. típica	Media	Desv. típica	
1a	3,76	1,281	3,54	1,103	0,215
2a	4,42	1,121	4,28	0,983	0,342
3a	3,68	1,201	3,51	1,202	0,322
4a	2,96	1,350	3,12	1,314	0,404
5a	3,82	1,237	3,60	1,270	0,230
6a	3,68	1,302	3,43	1,264	0,179
7a	4,03	1,265	3,90	1,102	0,454
8a	3,08	1,077	2,98	1,091	0,526
9a	3,28	1,288	3,60	1,058	0,062
10a	3,83	1,186	3,49	1,104	<b>0,042*</b>
11a	4,03	1,092	3,34	1,256	<b>&lt;0,001*</b>
12a	3,32	1,248	2,91	1,215	<b>0,023*</b>
13a	3,56	1,328	3,67	1,281	0,562
14a	3,83	1,273	3,47	1,376	0,060
15a	2,85	1,342	2,72	1,281	0,513
Acuerdo total	3,60	0,634	3,43	0,660	0,070

\*Valor para un intervalo de confianza del 95%

Encontramos también, diferencias significativas al realizar una prueba  $\chi^2$  de Pearson ( $\chi^2(2) = 39,83$   $p \leq 0,05$ ), entre el género y algunas fuentes de información utilizadas. Los videojuegos son los más utilizados por el género masculino, al igual que las páginas web y los vídeos online, aunque en menor medida. Por otro lado, el género femenino prefiere las conversaciones entre amigos/as y familiares. Estos datos nos servirán para realizar el análisis mostrado en el siguiente apartado, así como en la discusión, al contrastarlos con estudios previos.

## Análisis de la variable creencias

Consideramos analizar también las diferencias entre las respuestas a las afirmaciones con respecto a las creencias religiosas manifestadas al inicio del cuestionario por cada participante (Tabla 8). De entre la gran variedad religiosa que se encontró, separamos en dos grupos, aquellas que consideramos “Creyentes” de alguna religión o movimiento religioso, de las “No creyente” como pueden ser las personas que se consideraron “Ateos/as”. En la comparativa podemos encontrar un p-valor significativo para el ítem 14a, puesto que trata sobre el Más Allá y la comunicación con las personas muertas. El resto de ítems no muestran valores significativos según creencias, pero nuestro resultado no es de extrañar puesto que muchas religiones fomentan la vida después de la muerte o el descanso una vez finalizada la vida.

Tabla 8:

*Valores de la variable CREENCIAS para cada afirmación*

Ítems	Creyente		No creyente		p-valor
	Media	Desv. típica	Media	Desv. típica	
1a	3,74	1,127	3,71	1,180	0,843
2a	4,40	0,969	4,44	1,099	0,785
3a	3,53	1,220	3,71	1,144	0,352
4a	3,14	1,378	2,94	1,277	0,345
5a	3,69	1,167	4,00	1,210	0,099
6a	3,61	1,260	3,58	1,319	0,892
7a	3,96	1,121	4,00	1,256	0,812
8a	3,09	0,990	3,17	1,151	0,650
9a	3,57	1,200	3,35	1,153	0,241
10a	3,76	1,145	3,74	1,061	0,912
11a	3,74	1,232	3,82	1,167	0,694
12a	3,24	1,266	3,03	1,210	0,271
13a	3,54	1,308	3,89	1,228	0,089
14a	3,49	1,400	4,06	1,209	<b>0,006*</b>
15a	2,78	1,296	2,92	1,319	0,502
Acuerdo total	3,55	0,568	3,62	0,735	0,492

\*Valor para un intervalo de confianza del 95%

## Análisis de la respuesta abierta sobre otras cuestiones (16a)

Respecto al análisis del ítem 16a (“¿Hay alguna otra cuestión que en tu opinión la ciencia no ha podido o sabido explicar aún y que te gustaría conocer?”), podemos deducir a partir de nuestra categorización, que muchas de sus inquietudes entran en las temáticas trabajadas en nuestro estudio, planteando el interrogante de que tal vez se han preguntado sobre estas afirmaciones a partir de su participación en el cuestionario. Esta idea se refuerza por la gran cantidad de menciones en la selección de “No la había oído/visto antes”. Queremos destacar que, entre las respuestas abiertas analizadas,

encontramos una relación entre procesos científicos y paranormales, indicando que el avance de la ciencia podría ayudar a explicar estos fenómenos y los muchos otros comentados anteriormente. Como se observa en la Tabla 2, abundan las inquietudes y cuestiones relacionadas con la vida extraterrestre y con la vida después de la muerte, seguidas de cerca por la investigación para descubrir nuevas especies animales.

## **6. Discusión de los resultados**

Los objetivos de investigación planteados en el apartado 3, generados a partir de las preguntas de investigación sobre la presencia de ideas pseudocientíficas y su origen, implicaban analizar dichos orígenes y sus relaciones con diferentes variables presentes en nuestro alumnado. Analizados estos resultados, podemos contrastarlos con estudios previos en diferentes contextos, de forma que tratemos de encontrar diferencias o similitudes. Esta comparación y discusión de resultados refuerza las conclusiones obtenidas, al mismo tiempo que aporta nuevos datos para investigaciones futuras. Pese a que no encontramos bibliografía suficiente sobre otros análisis de fuentes de información pseudocientífica en el alumnado de nuestra zona, detallamos a continuación la de otros estudios y contrastamos datos.

De entre los resultados obtenidos, encontramos acuerdo con los valores de significancia respecto al género frente al grado de acuerdo en las ideas pseudocientíficas referentes a la astrología y las fases lunares. El estudio de Eder (2011) y Preece (2000), muestra también diferencias significativas en el género femenino respecto al masculino. Siendo este primero el que más acuerdo muestra frente a la astrología y a los fenómenos paranormales. Si bien en nuestro estudio encontramos sólo diferencias significativas en la aceptación de la astrología, también se dan en creencias populares como pueden ser las fases lunares y su efecto en las personas. Así pues, también en este estudio, el género masculino acepta menos la astrología que el femenino. El estudio de Lundström (2009), concluye y compara con otros estudios similares que existen diferencias de género en ideas acientíficas referentes a fenómenos paranormales, ovnis y la astrología, siendo de nuevo el género femenino el que más cree en estas cuestiones. Sin embargo, Preece (2000) también afirma que este tipo de creencias presentes en el género femenino se deben en parte a la gran cantidad de revistas diseñadas para el género femenino, aunque en nuestro estudio hemos podido observar que las revistas son utilizadas por ambos géneros casi en el mismo porcentaje (Figura 5.1.4). Johnson y Pigliucci (2004) tampoco encontraron diferencias en las ideas pseudocientíficas según el género, pero también argumentan que el grupo de estudio presentaba muchas diferencias a nivel de tipos de personalidades de los participantes. Losh (2011) también encuentra diferencias significativas en el género, y al igual que hemos podido observar nosotros, ocurre en ciertas ideas pseudocientíficas, como la astrología y los fenómenos paranormales, pero no en todas las analizadas. En el mismo estudio también se observan diferencias según el nivel educativo, siendo a más alto el nivel de estudios alcanzado, menor la creencia en ideas acientíficas. En nuestro estudio podemos concluir la misma idea, pero aplicada únicamente a ciertas concepciones (Tabla 5), como las dedicadas al terraplanismo, diseño inteligente, astrología, viajes astrales, poderes psíquicos y el Más Allá.

La fuente de información de “Cómics” es la que menos presencia obtiene en general, al igual que las revistas y los videojuegos. No es de extrañar que la prensa escrita y el videojuego se encuentren como las fuentes de información de pseudociencias menos citadas, puesto que, por un lado, la prensa escrita, se utiliza menos por la población joven (Pestano et al., 2010), mientras que los videojuegos más comunes implican competiciones deportivas. El formato cómic, tal y como apunta el estudio anterior, ha ganado terreno en el entorno virtual, pero nuestro cuestionario lo ubica en formato físico puesto que la opción “Internet o páginas web” engloba páginas web donde se podrían ver cómics digitales.

Siguiendo esta misma temática, los videojuegos no aparecen como las principales fuentes de información sobre las pseudociencias puesto el tipo de videojuego más utilizado por el alumnado más joven en la actualidad suele ser de tipo deportivo o de puzzles (Ricoy, 2016). Además, nuestros datos muestran que el género masculino utiliza estos juegos de manera más asidua que el femenino, tal y como confirma el estudio anterior de Ricoy (2016). Estos datos se observan ya desde la temprana edad en Educación Primaria (Martin et al., 2018), y podemos ver coincidencias de nuevo con los resultados observados respecto a las preferencias entre salidas con las amistades y el uso de los videojuegos, según género. Las conversaciones y salidas con amigos/as son actividades muy apreciadas y preferidas (89,5%), antes que los videojuegos (73,4%), tal como indicó Beltrán (2011).

Se puede ver una relación entre el origen: “Un profesor/a” respecto a las afirmaciones que suponen contenidos que no están relacionados directamente con el currículo educativo. Es decir, el tema del terraplanismo se ha podido explicar en las aulas, tanto en Ciencias Sociales como en Biología y Geología. Pero otros como los viajes astrales no, por lo que podemos observar una menor presencia del profesorado como fuente de información en los ítems relacionados con fenómenos paranormales, tal y como observaron Surmeli y Saka (2011) y Genovese (2005). Aunque ambos estudios no se ubican en España y remarcan que existe un porcentaje muy bajo del profesorado que presenta y transmite este tipo de ideas en sus aulas. En el trabajo de Solbes, Palomar y Domínguez-Sales (2018), observan un 16,8% de futuros docentes de ciencias que piensan que algunas personas pueden mover objetos con la mente. No es de extrañar pues que estas ideas pasen al alumnado, aunque en nuestro caso no coinciden con esa temática pseudocientífica.

Para la opción de los libros, podemos encontrar una explicación similar a la opción del profesorado. Se encuentran pocas menciones a los libros en afirmaciones que traten los poderes mentales o viajes astrales, respecto a otros temas como el terraplanismo o animales fantásticos. En esta categoría se incluyen tanto libros de texto como novelas de cualquier género, con lo cual no es de extrañar que se presenten con tanta frecuencia en la mayoría de las diferentes afirmaciones. Además, según el informe del Barómetro de Hábitos de Lectura y Compra de Libros del 2018, la lectura comienza a decaer a partir de los 14 años y, además, está compensada tanto en el género masculino como el femenino. El primero prefiere la lectura de prensa, web y blogs, mientras que el femenino prefiere libros, revistas y redes sociales.

Las fuentes más consultadas, televisión, series y películas, destacan por los diferentes programas y contenidos televisivos que se pueden encontrar actualmente en canales públicos y privados. Se mencionan en varias ocasiones programas como *Cuarto Milenio* o *reality shows* (programas de telerrealidad), como los que ofrece *Discovery Max*. Estos canales ofrecen contenidos constantes con el propósito de entretener, pero después de analizarlos no hemos visto en ninguno de ellos ningún tipo de aviso al respecto. Es decir, no es de extrañar que el alumnado más joven pueda malinterpretar los contenidos que muestran estos programas, o incluso utilizarlos para generarse unas ideas propias o pseudocientíficas. Estos programas, en muchas ocasiones, ponen en duda los procesos científicos, la imagen de la ciencia al servicio de la ciudadanía o refuerzan la idea anteriormente analizada del efecto torre de marfil de los científicos/as. Del mismo modo, muchos canales de televisión ofrecen información de carácter científico, sin ningún tipo de filtro o revisión científica, principalmente relacionada con pseudoterapias, pero también con la adivinación (Salas, 2015). Esta ausencia de filtros se puede observar también en canales de *Youtube*, donde se ofrecen consejos o ideas sin ningún tipo de rigor científico.

## 7. Limitaciones del estudio

Algunas de las limitaciones que hemos encontrado a la hora de recoger la información han sido la accesibilidad a las aulas, el tiempo del que disponíamos para realizar el estudio y la gran cantidad de ámbitos pseudocientíficos que pretendíamos abarcar. El profesorado que se ofreció voluntario para pasar los cuestionarios en sus aulas tenía que dedicar un tiempo al mismo, a costa del tiempo lectivo de sus asignaturas. Este motivo fomentó que no se pudiese ampliar la muestra, ya que pretendíamos llegar a una muestra mayor para obtener resultados más significativos en nuestra zona de estudio. Por supuesto, como se comentó anteriormente, el estudio no pudo ampliar su muestra por el brote de SARS-CoV-2 que propició el estado de alarma en nuestro país, cancelando la actividad educativa e impidiendo realizar los cuestionarios presencialmente. Dada la sensibilidad del cuestionario no optamos por su realización online telemática con el alumnado, puesto que los datos recogidos a partir de ese momento no podrían ser fiables, ya que no se podrían realizar en las aulas bajo la supervisión del profesorado para asegurar que las respuestas no derivaban de búsquedas en diferentes páginas web.

Otra limitación podría venir asociada al diseño del instrumento de evaluación, puesto que se adaptó un cuestionario para que pudiese ser utilizado en todos los niveles, cuando tal vez hubiera sido necesario adaptarlo a cada curso. Por ejemplo, en el nivel de 1º de ESO, algunas concepciones como los viajes astrales o la criptozoología resultaban más desconocidas, y pese a que en las propias afirmaciones se explicaban estos conceptos, no eran suficientes para que pudiesen comprender del todo la afirmación que tenían que valorar.

Al utilizar el formato de *Google Forms*, agilizamos la recogida y tratamiento de los datos, pero obligaba al alumnado a utilizar necesariamente un dispositivo móvil o un ordenador conectado a una red de datos para poder realizarlo. Muchos centros

podieron realizar el cuestionario en las salas equipadas con ordenadores, destinadas principalmente a las asignaturas relacionadas con la informática y otros disponían de ordenadores personales para el alumnado. Este hecho supuso una complicación para parte del profesorado encargado puesto que tuvo que reservar aulas de informática para poder pasar el cuestionario, lo que les conlleva una pérdida de tiempo adicional.

Finalmente, consideramos la opción de realizar entrevistas al alumnado, de forma que se pudiesen extraer más datos, a nivel cualitativo, sobre el origen de estas creencias acientíficas, pero el factor limitante del tiempo no nos permitió utilizar este valioso instrumento de recogida de datos. La opción de respuesta abierta en las preguntas del cuestionario, para mostrar opiniones e ideas por parte del alumnado trató de subsanar este factor, con un buen resultado, aunque mucho más sencillo y limitado.

## **8. Perspectivas**

En vista a los resultados anteriores y a diferentes estudios ya realizados, se proponen una serie de ideas, estudios, herramientas y recursos didácticos, para minimizar el efecto de las pseudociencias sobre el proceso de enseñanza en ciencias en ESO y Bachillerato. El objetivo final que debemos tener en mente es el de lograr una alfabetización científica, al mismo tiempo que se desarrollan los contenidos curriculares establecidos por ley, entre todas las asignaturas, de cada nivel educativo. Para ello, basamos las siguientes actuaciones en los estudios previos analizados y en los resultados del presente trabajo, de forma que pueda utilizarse como contexto para el desarrollo de futuras actuaciones. Hemos dividido este apartado en dos subapartados por hacer más claros sus contenidos, pero muchas de las propuestas didácticas que se mencionan aquí pueden ser nuevos estudios en investigación de la didáctica de las ciencias y a su vez estos estudios podrían proponer nuevas estrategias o propuestas didácticas para compartir con los docentes de manera que puedan hacerlas llegar a sus aulas.

### **8.1 Propuestas didácticas**

La primera propuesta educativa implicaría la colaboración entre departamentos del ámbito científico en los centros, para poder desarrollar actividades conjuntas mediante la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) para la consecución de los objetivos *STEAM* (*science, technology, engineering, arts & maths*). De esta manera, se logra potenciar la vocación por carreras científico-tecnológicas, al mismo tiempo que se desarrolla un conocimiento científico aplicable, práctico, cercano y útil, resolviendo problemas u obteniendo un producto final del proyecto que resulte significativo para el alumnado (Casal et al., 2019). Un ejemplo de proyecto educativo podría ser la creación de un espacio virtual donde se pudiesen desmentir ciertos mitos o creencias pseudocientíficas.

Otro ejemplo podría venir dado al llevar al aula ideas pseudocientíficas del alumnado para trabajar el pensamiento científico. Este es eficaz si se trabaja de forma contextualizada (Schmaltz, 2014), con lo que, conociendo las creencias más comunes y sus orígenes, podemos utilizarlos de ejemplos para dotar al alumnado de las

herramientas necesarias que les permitan diferenciar afirmaciones científicas y pseudocientíficas. Algunos ejemplos serían: el análisis, por parte del alumnado, de diferentes textos con carácter científico y pseudocientífico (Garrett, 2017), para encontrar diferencias o mostrarlos bajo diferentes enfoques (cambiando los científicos por pseudocientíficos y viceversa), para observar los posibles resultados.

En relación al canal de difusión visual de la televisión o los vídeos on-line, se propone la realización de videos o documentales cortos sobre desmentidos de afirmaciones o mitos utilizando fenómenos científicos en un canal de difusión público. Es decir, mediante un canal propio del centro educativo, el alumnado podría informar semanalmente, o mensualmente, sobre diferentes aspectos científicos de manera sencilla y amena. Esta herramienta puede resultar principalmente atractiva si la plantean de la misma manera que muchos *influencers* o *youtubers*, generalmente jóvenes, plantean también en sus respectivos canales multimedia.

La influencia que ciertas figuras pueden generar en el alumnado más joven se ha visto demostrada a partir de los datos obtenidos en los vídeos online. Con lo que se podrían proponer entrevistas, llevadas a cabo por el propio alumnado, a personalidades influyentes en el mismo medio de difusión, pero con formación científica o con un criterio de selección de fuentes más fiable. De esta forma se podría llegar a más público, captar más interés y en definitiva mostrar los vídeos on-line como un canal de comunicación útil, pero el cual hay que visitar con cierta capacidad de discriminación previa, si no queremos caer ante informaciones falsas o ideas acientíficas.

Para trabajar también, mediante textos, libros o cómics, se propone como herramienta didáctica, la generación de supuestos pseudocientíficos con carácter científico así como la discriminación de artículos o informaciones pseudocientíficas. Diferenciando los mismos según indicadores, como un uso incorrecto de la terminología, falta de autocorrección, uso del *ad antiquitatem* (apelación a la tradición), etc. Los manuales didácticos, novelas y textos de ciencia ficción o los géneros periodísticos, transforman el lenguaje científico. Esta transformación puede incurrir en ideas pseudocientíficas si se realiza sin un buen diseño y con un objetivo personal o económico, pero también puede ser una buena herramienta para dar a conocer las contribuciones de la ciencia o procesos científicos complejos (Llácer & Roselló, 2014). Una posible propuesta de material didáctico consistiría en la redacción de textos, elaboración de cómics o manuales sencillos y visuales, para dar a conocer estos procesos, tanto a nuestro alumnado como al resto de la comunidad educativa o de la zona del centro educativo.

Finalmente, la realización de charlas científicas, por parte del alumnado, dirigidas a sus familias, podría ayudar a que sus futuras conversaciones con familiares, amigos y su entorno en general, dispongan de más información contrastada. Evitando a su vez una propagación de mitos y en definitiva haciendo que el conocimiento científico no se quede sólo en las aulas.

## 8.2 Futuras investigaciones

La gran diversidad de alumnado presente hoy en día en nuestras aulas se puede ver reflejada, tanto en las creencias religiosas como en las ideas y conceptos pseudocientíficos de los mismos. Este factor supuso una división de las creencias a trabajar en este estudio. La idea inicial era separar las ideas de estilo “creencias” de otras más “pseudocientíficas”, como la homeopatía y otras enfocadas en aspectos de salud humana, de forma que, en lugar de abarcar tantas ideas y concepciones acientíficas en un único cuestionario, se separasen para poder continuar en futuros trabajos con otras concepciones. Por ello mismo, proponemos enfocar futuras investigaciones en aspectos no trabajados en este estudio, como son las ideas acientíficas referentes a las pseudoterapias. Adicionalmente, aumentar la muestra del estudio podría dotar de más significancia al mismo, así como generar la posibilidad de buscar posibles correlaciones entre las creencias pseudocientíficas y la ubicación del centro educativo (urbano o rural, siendo estos últimos aquellos centros ubicados en áreas donde el alumnado proviene de diferentes zonas con una población menor y sin otro centro educativo adscrito en su área).

Como se ha explicado anteriormente, el instrumento de recogida de datos cualitativos que supone la entrevista personal puede ser muy útil en este aspecto, puesto que permitiría profundizar mucho más en la búsqueda de respuestas sobre el origen de ciertas creencias acientíficas. Igualmente, la entrevista personal aplicada en este tipo de temas, que pueden resultar sensibles para algunas personas, puede suponer ciertos problemas a la hora de encontrar respuestas sinceras o de generar un ambiente cómodo y relajado para la persona entrevistada (Xerri, 2018), además de que puede suponer una complejidad para ciertas personas, como por ejemplo el alumnado de 1º ESO, explicar ideas complejas, creencias o actitudes hacia ciertos pensamientos o concepciones pseudocientíficas. Aun con estos inconvenientes, estudios llevados a cabo por el autor anterior demuestran que las entrevistas apoyadas con estímulos visuales o textuales ayudan a la persona entrevista a expresarse más libremente.

Otra opción considerada para futuras investigaciones consiste en los grupos de trabajo o *focus groups*. Pensamos que esta herramienta de recogida de datos cualitativos permite que el grupo de personas participantes pueda expresarse más fácilmente, puesto que, en principio, comparten ideas e intereses comunes. El tratar dichos temas entre iguales puede aportar puntos de vista nuevos y reforzar ideas ya establecidas, aunque muchas personas podrían verse intimidadas a la hora de expresarse sobre ideas tan personales o sobre creencias. Por ello mismo, se deberían de tener en cuenta otros elementos discursivos en los/las participantes, como el lenguaje no verbal (en estas actuaciones también puede facilitarnos mucha información sobre el nivel de confianza mostrado por los participantes en según qué creencias). Tal y como indica Onwuegbuzie (2009), si se utiliza además la figura de un moderador asistente en los grupos de trabajo, que evalúe el nivel de consenso no sólo del grupo, sino de participante por pregunta a nivel individual (llamado análisis micro-interlocutor), este resulta en una buena herramienta para la obtención de datos, aun cuando algunas personas participantes no lleguen a expresar del todo sus ideas y opiniones.

Abarcando estos métodos de recogida de datos, consideramos fundamental la intervención en las aulas para comprobar si los métodos, herramientas y recursos utilizados para fomentar un pensamiento crítico, o al menos, fomentar la capacidad crítica para diferenciar ciencias de pseudociencias, han sido eficaces. Después de realizar un estudio previo sobre las concepciones alternativas y pseudocientíficas en el alumnado, se podría realizar una intervención educativa, organizada y planificada, para comprobar el efecto de la misma con un estudio posterior (organizar un PRE y un POST). Estas intervenciones estarían planificadas según las ideas pseudocientíficas presentes en el alumnado objeto de estudio, así como en el origen de las mismas. De forma que los materiales (como los comentados en el apartado 6), estuviesen diseñados para el grupo modelo y su contexto social, familiar y académico. El objetivo de la didáctica de las ciencias implica mejorar la realidad educativa de nuestras aulas, así que, por ello mismo, una investigación preliminar y otra posterior, tras una intervención educativa adaptada y planificada, puede suponer un gran avance en la investigación de nuevas metodologías y/o en adaptaciones curriculares a nivel de aula, a los contenidos del currículo actual. Como planteamiento para un trabajo de doctorado, el objetivo de continuar esta investigación sería mejorar la percepción que presenta el alumnado sobre la ciencia, trabajando con pseudociencias para dar a conocer elementos que pueden distorsionar esta imagen, facilitando explicaciones sobre fenómenos complejos con elementos cotidianos de forma que el propio alumnado y su entorno sean los protagonistas.

El auge de las pseudociencias surge en parte de las concepciones alternativas generadas por el alumnado, tal y como vimos anteriormente. Algunas de estas concepciones vienen dadas por errores conceptuales y en muchas ocasiones, por la desvinculación que percibe el alumnado entre la ciencia y los productos que puede ofrecer. Estudios sobre las relaciones que se establecen entre la Ciencia, Sociedad, Tecnología y Ambiente (CTSA), como los de Vilches et al. (2002; 2008), ponen de manifiesto las repercusiones que tienen para la educación en ciencias diferentes factores educativos y la importancia que tiene conocer sus relaciones y repercusiones en nuestras vidas. Este conocimiento, puede ayudar al alumnado a entender ciertas actividades científicas, así como juzgar las consecuencias que puedan generar, tanto positivas como negativas y así demostrar la importancia que tiene estar informado y formado científicamente.

Un ejemplo de propuestas educativas y de estudios de investigación que pueden ayudar en la formación CTSA para aumentar la capacidad crítica del alumnado lo podemos encontrar en la educación no formal (Segarra et al., 2008), que tanto puede llegar a influir en las ideas pseudocientíficas del alumnado. La educación no formal es también necesaria, puesto que una enseñanza CTSA implica no sólo una adquisición de conceptos científicos, sino su comprensión en nuestro contexto. Los problemas derivados de una aplicación científica sin el contexto, en este caso del alumnado, o de una falta de comprensión científica, pueden impedir el desarrollo de una cultura científica (Solbes y Vilches, 2002). La educación no formal, tan necesaria para hacer salir el conocimiento de las aulas y encontrarlo y transmitirlo fuera de ellas, puede ayudar en este sentido, a partir de unas herramientas bien diseñadas y contextualizadas. Generadas a partir de futuros estudios que permitan vislumbrar qué metodologías o técnicas educativas

favorecen, de una forma más eficaz, vincular correctamente el conocimiento científico con el tecnológico y este a su vez con sus repercusiones sociales y ambientales.

Con todo lo citado anteriormente y lo propuesto por Corell (2017) en su TFM, así como por Solbes, Palomar y Domínguez-Sales (2018), también proponemos un cambio en los currículos educativos actuales, recuperando la idea de una asignatura obligatoria, como lo fue Ciencias para el mundo contemporáneo, o modificando los contenidos de forma que atiendan más al pensamiento crítico, a las relaciones CTSA y en definitiva a formar ciudadanos alfabetizados científicamente. Que pueda generar una visión de la ciencia como herramienta y proceso, en constante revisión, realizado conjuntamente con otros científicos/as y no como un producto único de mentes brillantes individuales.

## **9. Conclusiones**

Respondiendo a nuestras preguntas de investigación, el alumnado de la ESO y parte de Bachillerato presenta dudas sobre ciertas afirmaciones acientíficas y creen en conceptos pseudocientíficos. Además, estos conceptos presentan diferentes orígenes, según la temática, y se presentan en diferente medida según el nivel académico y género. Muchas de las ideas pseudocientíficas estudiadas son consideradas como fenómenos que aún están por explicar, ya que la ciencia necesita tiempo para poder explicarlos. Cabe destacar que gran parte del alumnado objeto de este estudio indicó que no habían oído hablar o se habían informado sobre muchas de las concepciones pseudocientíficas que aquí presentamos, pero aun así mostraron cierto grado de acuerdo en ellas. Esto significa que dudan sobre la científicidad de muchos procesos, por falta de formación o por falta de pensamiento crítico. Muchas de estas ideas pseudocientíficas presentan variaciones en el grado de acuerdo de los estudiantes, algunas son más populares en los niveles educativos iniciales mientras que otras pierden fuerza a medida que avanzan en cursos siguientes, como por ejemplo la idea la Tierra plana, la existencia de ovnis extraterrestres o los fenómenos paranormales. Estas ideas no afectan del mismo modo a ambos géneros, ya que se ha visto que el género femenino tiende a estar más de acuerdo con las ideas que propone la astrología o el efecto de las fases lunares en las personas, respecto al masculino. Podemos concluir que la televisión, programas de entretenimiento, películas y series actuales, han ofrecido información a los participantes de nuestro estudio, sobre diferentes ideas o concepciones pseudocientíficas. Si además observamos que muchas de estas afirmaciones presentan dudas en el alumnado participante respecto a su veracidad o científicidad, podemos pensar que los programas de entretenimiento, basados en creencias acientíficas con el objetivo de entretener, pueden a su vez construir ideas o concepciones acientíficas en el alumnado. Estos temas suscitan interés en el público por el misterio o incertidumbre que presentan, resultando muy atractivas especialmente en el público más joven. Gran parte del alumnado participante se hace preguntas sobre aspectos pseudocientíficos que no son trabajados en las aulas. Por ello, no es de extrañar que acudan a otras fuentes de información como las antes citadas para obtener respuestas.

Hemos podido observar que el currículo educativo actual en ciencias, no hace una especial mención al objetivo de las mismas, sino más bien a una serie de contenidos

científicos que el alumnado ha de asimilar. Las pseudociencias se nutren en los huecos generados por una enseñanza de las ciencias somera, basada en conocimientos y no en el entendimiento de los mismos. Estos conceptos científicos pueden resultar abstractos para parte del alumnado, y sin una enseñanza crítica sobre la ciencia, que pueda despertar interés, motivación, curiosidad y pensamiento crítico, no se satisface la demanda en competencias científicas y críticas, necesarias en la ciudadanía. La formación en ciencias que se ofrece en nuestros centros educativos sigue enfocada en formar científicos/as con los conocimientos básicos para desarrollar un conocimiento científico avanzado, pero incompleto, alejado de sus repercusiones para la sociedad y ajeno a los avances tecnológicos.

El papel del profesorado es clave en la educación en ciencias, así como en el desarrollo de un pensamiento crítico. Hemos podido observar como muchas de las afirmaciones que mostraban cierto grado de acuerdo tenían como fuente de datos el profesorado. Esto nos tiene que llevar a un replanteamiento de la formación actual del profesorado, no sólo del currículo educativo, como hemos podido ver anteriormente en el apartado 2.4, sino también de la formación que se ofrece a los futuros docentes para que sean conscientes del cambio de pensamiento necesario para ofrecer una educación en ciencias de calidad.

También podemos concluir que la consecución de los ODS planteados por la ONU requiere un cambio en la forma de pensar y actuar de la población. Dicho cambio puede darse a través de una alfabetización científica de calidad, que permita a la ciudadanía escoger críticamente y actuar coherentemente. Pero para poder lograr dicho cambio antes necesitamos superar ciertas barreras, como las que nos presentan las pseudociencias, al distorsionar ideas científicas o el propio conocimiento científico. El pensamiento crítico es la herramienta fundamental para superar estas barreras y, a partir de su fomento en las aulas, podremos comenzar a formar una ciudadanía con las herramientas necesarias para ser el motor de cambio que nos lleve a cumplir dichos objetivos.

Para poder minimizar el efecto que ejercen las concepciones pseudocientíficas sobre el pensamiento y las decisiones de la ciudadanía, proponemos cambios en la propia comprensión de las mismas como punto inicial. Un profesorado formado en las ideas actuales y acientíficas que pueda presentar su alumnado, tendrá mayores herramientas con las que motivar en ciencias, al mismo tiempo que imparte los contenidos marcados por la normativa actual, de una forma más aplicada al contexto real de sus aulas. Al analizar las posibles repercusiones de las pseudociencias, tanto en educación como en aspectos sociales y económicos, nos acercamos más a la comprensión de las mismas para poder abarcar la problemática desde la raíz, la educación científica significativa.

## 10. Bibliografía

- Abellán, G., Rosaleny, L., Carnicer, J., Baldoví, J. J. & Gaita-Ariño, A. (2014). La aproximación crítica a las pseudociencias como ejercicio didáctico: homeopatía y diluciones sucesivas. *Anales de la Real Sociedad Española de Química* (No. 3, p. 211-217). Real Sociedad Española de Química.
- Achenbach, J. (2015). ¿Crece el escepticismo hacia la ciencia? *National Geographic*, 36(3), p. 52-69.
- Afonso, A. S. & Gilbert, J. K. (2010). Pseudo-science: A meaningful context for assessing nature of science. *International Journal of Science Education*, 32(3), 329-348.
- Álvarez, M. (2018). Elementos para el análisis de las pseudociencias. *1ras. Jornadas Internacionales de Promoción de la Cultura Científica en Astronomía*.
- American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. Oxford University Press.
- Armentia, J. (2002). Ciencia vs pseudociencias. *Mediatika. Cuadernos de medios de comunicación*, (8).
- Aznar, P., Calero, M., Martínez-Agut, M. P., Mayoral, O., Ull, À., Vázquez-Verdera, V. & Vilches, A. (2018). Training Secondary Education teachers through the Prism of Sustainability: The case of the Universitat de València. *Sustainability*, 10(11), 4170.
- Barómetro de Hábitos de Lectura y Compra de Libros de 2018. Fundación del Gremio de Editores de España. Ministerio de Cultura y Deporte.
- Bello, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación química*, 15(3), p. 210-217.
- Beltrán, J. (2011). Videojuegos activos, videojuegos convencionales y actividad física en adolescentes de secundaria. Espiral. *Cuadernos del profesorado*, Vol. 4, Nº. 7. ISSN-e p. 1988-7701
- Berkman, M., Pacheco, J. & Plutzer, E. (2008). Evolution and creationism in America's classrooms: a national portrait. *PLoS biology*, 6(5).
- Beyerstein, B. (1995). Distinguishing Science from Pseudoscience. Victoria, BC: *The Center for Curriculum and Professional Development*.
- Boudry, M., Blancke, S. & Pigliucci, M. (2015) What makes weird beliefs thrive? The epidemiology of pseudoscience, *Philosophical Psychology*, 28:8, p. 1177-1198, DOI: 10.1080/09515089.2014.971946

- Bunge, M. & López, A. (2010). *Las pseudociencias. ¡Vaya timo!* Pamplona: Laetoli.
- Bunge, M. (1984). What is pseudoscience. *The Skeptical Inquirer*, 9(1), p. 36-47.
- Calero, M., Mayoral, O., Ull, M. & Vilches, A. (2019) La educación para la sostenibilidad en la formación del profesorado de ciencias experimentales en Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, [S.l.], v. 37, n. 1, p. 157-175, mar. 2019. ISSN 2174-6486. Disponible en: <https://ensciencias.uab.es/article/view/v37-n1-calero-mayoral-ull-et al/2605>.
- Canals, R. (2015). El pensamiento crítico en el aula. *Aula de Secundaria*. núm. 12, p. 24-29.
- Carmona, A. (2015). Aprendiendo de la pseudociencia. *Claridades: revista de filosofía*, 7(1), p. 31-43.
- Carrascosa-Alís, J. (2005a). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte I). Análisis sobre las causas. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, ISSN 1697-011X, Vol. 2, Nº. 2, 2005, p. 183-208. 2. 10.25267/Rev\_Eureka\_ensen\_divulg\_cienc.2005.v2.i2.06.
- Carrascosa-Alís, J. (2005b). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte II). El cambio de las concepciones alternativas. *Revista Eureka*. 2. 388. 10.25267/Rev\_Eureka\_ensen\_divulg\_cienc.2005.v2.i3.07.
- Carrascosa-Alís, J. (2006). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte III). Utilización didáctica de los errores conceptuales que aparecen en cómics, prensa, novelas y libros de texto. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(1), p. 77-88. [Fecha de Consulta 25 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=920/92030107>
- Casal, J., Lope, S. & Mora, L. (2019). Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basado en Proyectos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(2), 220301-220316.
- Casino, G. (2017). Pseudociencia y mala ciencia en biomedicina. *Mètode Science Studies Journal (2017)*. Universitat de València. DOI, 10.
- Castillejo, R. (2018). Como montar y desmontar una pseudociencia y otras actividades de la Semana de la Ciencia y la Tecnología de un instituto de secundaria. *Boletín del Grupo Español del Carbón*, (48), p. 34-39.
- Clément, P. (2015). Creationism, science and religion: A survey of teachers' conceptions in 30 countries. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 167, p. 279-287.

- Corell, M.V. (2017). *Estudio sobre el conocimiento, uso y percepción de las terapias complementarias del alumnado de magisterio* (Tesis de fin de máster). Universitat de València, Valencia.
- 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), p. 450–465. doi: [10.1177/0963662514558991](https://doi.org/10.1177/0963662514558991)
- Cubero, R. (1994). Concepciones alternativas, preconceptos, errores conceptuales... ¿distinta terminología y un mismo significado? *Revista Investigación en la Escuela*, 23, p. 33-42.
- Datos y cifras del Sistema Universitario Español. Publicación 2018-2019. Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, 2019.
- Decreto 84/2015, de 5 de junio, del Consell, por el que establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Valenciana.
- DeGrasse, T. (2017). UFO doesn't mean aliens. Entrevista en la CNN, 20 de diciembre 2017.
- Díaz, M., López, J., Rodríguez, S., del Árbol Moro, M., Moreno, E., Refolio, M. & Rodríguez, J. (2018). *Alfabetización científica en la escuela: propuesta de una nueva metodología*.
- Driver, R. & Exsley, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, p. 61-84.
- Dumas-Mallet, E., Smith, A., Boraud, T. & Gonon, F. (2017). Poor replication validity of biomedical association studies reported by newspapers. *PLoS ONE*, 12(2), e0172650. doi: [10.1371/journal.pone.0172650](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172650)
- Eder, E., Turic, K., Milasowszky, N., Adzin, K.V. & Hergovich, A. (2011). The Relationships Between Paranormal Belief, Creationism, Intelligent Design and Evolution at Secondary Schools in Vienna (Austria). *Science & Education*, 20, p. 517-534.
- Eghigian, G. (2017). Making UFOs make sense: Ufology, science, and the history of their mutual mistrust. *Public Understanding of Science*, 26(5), p. 612–626. <https://doi.org/10.1177/0963662515617706>
- Ennis, R. (1996). *Critical thinking*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Estudio de opinión ruso sobre la llegada de los EEUU a la Luna en 1969: <https://bd.fom.ru/report/map/t001333/printable/> (en ruso).

- Fasce, A. & Picó, A. (2019). Conceptual foundations and validation of the pseudoscientific belief scale. *Applied Cognitive Psychology*, 33(4), p. 617-628.
- 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), p. 459-488.
- Fernández, E. (2009). *La conspiración lunar, ¡vaya timo!* Navarra: Laetoli Editorial S.L.
- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. (2018). Percepción social de la ciencia y la tecnología 2018. Consultado en <https://www.fecyt.es/es/publicacion/percepcion-social-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-en-espana-2018>
- Furedy, C. & Furedy, J. (1985). Critical thinking. Toward research and dialogue. En Donald, J. y Sullivan, A. (Eds.): *Using research to improve teaching and learning*, No. 23. (p. 51-69). San Francisco, Jossey-Bass.
- Furió-Más, C., Furió-Gómez, C. & Solbes, J. (2012). Profundizando en la educación científica: aspectos epistemológicos y metodológicos a tener en cuenta en la enseñanza. *Educar em revista*, Curitiba, Brasil, 44, p. 37-57.
- Furió-Más, C., Vilches, A., Guisasola, J. & Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la Secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. Barcelona, 19, noviembre, p. 365-376.
- García-Molina, R. (2015). Pseudociencia en el mundo contemporáneo. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 81, p. 25-33.
- Garrett, B. & Cutting, R. (2017). Magical beliefs and discriminating science from pseudoscience in undergraduate professional students. *Heliyon* 3. e00433. doi: 10.1016/j.heliyon.2017.e00433
- Genovese, J. (2005). Paranormal beliefs, schizotypy, and thinking styles among teachers and future teachers. *Personality and Individual Differences*, 39(1), p. 93-102.
- Gil Pérez, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), p. 69-77.
- Gordin, M. (2012). *The pseudoscience wars: Immanuel Velikovsky and the birth of the modern fringe*. University of Chicago Press.
- Happs, J. (1991). Challenging pseudoscientific and paranormal beliefs held by some pre-service primary teachers. *Research in Science Education*, 21(1), p. 171-177.

- Holbrook, J. & Rannikmae M. (2009). El significado de la cultura científica. *International Journal of Environmental & Science Education*, [online] Vol.4, Nº3, p. 275-288. Disponible en: <<https://www.pegem.net/dosyalar/dokuman/138340-20131231103513-6.pdf>>
- Informe de la Red de Agencias de Evaluación de Tecnologías y Prestaciones Sanitarias del Sistema Nacional de Salud (REDETS), sobre evaluación de evidencia científica. (2019). Instituto de Salud Carlos III. Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad.
- Jiménez-Aleixandre, M. (1998). Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 16(2), p. 203-216.
- Jiménez-Landi, A. (1996). *La Institución Libre de Enseñanza y su ambiente: Período de expansión influyente*. Barcelona: Edicions Universitat.
- Johnson, M. & Pigliucci, M. (2004). Is knowledge of science associated with higher skepticism of pseudoscientific claims? *American Biology Teacher*, 66(8), p. 536-548.
- Kaplan, A. (2014). Research on the pseudo-scientific beliefs of preservice science teachers: a sample from astronomy-astrology. *Journal of Baltic Science Education*, 13(3).
- Lederman, N. & Lederman, J.S., (2016). Lo leí en Internet, ¡tiene que ser verdad! USA: *The Association for Science Teacher Education*. 27:795. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10972-016-9488-x>
- Lee, H. B. R. (2019). Science against Pseudoscience. *Chem. Mater.* 2019, 31, p. 7113-7115.
- Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal. Jefatura del Estado «BOE» núm. 298, de 14 de diciembre de 1999 Referencia: BOE-A-1999-23750. Con Norma derogada, con efectos de 7 de diciembre de 2018, sin perjuicio de lo previsto en las disposiciones adicional 14 y transitoria 4 de la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, según establece su disposición derogatoria única.1. Ref. BOE-A-2018-16673
- Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. Jefatura del Estado «BOE» núm. 294, de 6 de diciembre de 2018 Referencia: BOE-A-2018-16673
- Lilienfeld, S. (2005). The 10 commandments of helping students distinguish science from pseudoscience in psychology. *APS Observer*, 18(9).

- Llácer, E. & Ballesteros, F. (2014). El lenguaje científico, la divulgación de la ciencia y el riesgo de las pseudociencias. *Quaderns de Filologia-Estudis Lingüístics*, 17, p. 51-67.
- López, G. (2012). Pensamiento crítico en el aula. *Docencia e Investigación*, Año XXXVII Enero/Diciembre 2012. ISSN: 1133-9926 / e-ISSN: 2340-2725, Número 22, p. 41-60.
- Losh, S. & Nzekwe, B. (2011). The influence of education major: How diverse preservice teachers view pseudoscience topics. *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), p. 579-591.
- 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), p. 3-17.
- Mancosu, M., Vassallo, S. & Vezzoni, C. (2017). Believing in conspiracy theories: Evidence from an exploratory analysis of Italian survey data. *South European Society and Politics*, 22(3), p. 327-344.
- Martin, M., Dezcallar, T. & Pros, R. (2018). Uso lúdico de las TIC, procrastinación y género: un estudio con alumnos de educación primaria/Leisure use of ICT, procrastination and gender: a study of primary school students. *Aloma: revista de psicología, ciències de l'educació i de l'esport*. Blanquerna, 36(1).
- McClintock, M. (1971). Menstrual Synchrony and Suppression. *Nature* 229, p. 244–245. <https://doi.org/10.1038/229244a0>
- Miklousic, I., Mlacic, B. & Milas, G. (2012). Paranormal beliefs and personality traits in Croatia. *Drustvena istrazivanja*, 21(1), p. 181-201.
- Moral-López, V. (2016). *Creencias pseudocientíficas y conocimiento científico en las escuelas*. (Trabajo final de máster). Universidad de Jaen, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación.
- Moreno, S.V. & Vezzoni, C. (2017) Believing in Conspiracy Theories: Evidence from an Exploratory Analysis of Italian Survey Data. *South European Society and Politics*, 22:3, 327-344, DOI: 10.1080/13608746.2017.1359894.
- Mullis, J. (2019). Cryptofiction! Science fiction and the rise of cryptozoology. *The Paranormal and Popular Culture: A Postmodern Religious Landscape* (Routledge), UK.
- Oliva, J. M. (1999). Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 17(1), p. 93-107.

- ONU (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible*. A/69/L85. Disponible en línea: <[http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/70/L.1&Lang=S](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/70/L.1&Lang=S)>.
- Onwuegbuzie, A., Dickinson, W., Leech, N. & Zoran, A. (2009). A qualitative framework for collecting and analyzing data in focus group research. *International journal of qualitative methods*, 8(3), p. 1-21.
- Organisation for Economic Cooperation and Development. OECD (2013). *PISA 2015 Draft science framework*. Disponible en: [http://www.oecd.org/callsfortenders/Annex%20IA\\_%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf](http://www.oecd.org/callsfortenders/Annex%20IA_%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf)
- Orsi, C. (2019). Survey: Beliefs in science and pseudoscience in Brazil. Brasil: *Questao de ciencia*. <http://revistaquestaodeciencia.com.br/english/2019/05/23/survey-beliefs-science-and-pseudoscience-brazil>
- Palomar, R., Domínguez-Sales, M. & Solbes, J. (2016). Las visiones del alumnado y los profesores en formación sobre las pseudociencias. *La enseñanza de las ciencias en el actual contexto educativo*. Educación Editora. ISBN 978-84-15524-35-9 D.L. OU 18-2017
- Paul, R. & Elder, L. (2003). Una mini-guía para el Pensamiento crítico Conceptos y herramientas. *Fundación para el Pensamiento Crítico*. 707-878-9100. [www.criticalthinking.org](http://www.criticalthinking.org).
- Pestano, J. M., Von Sprecher, R. & Trenta, M. (2010). Cómics y videojuegos. Dos industrias culturas en conexión / Comics and video games. Two cultural industries in connection. *Área abierta*, (25), p. 1-15.
- Petit, M.F. & Solbes, J. (2012). La ciencia ficción y la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias* 30, 2 p. 69 86.
- PISA. (2015). *Draft science framework*. Disponible en: [http://www.oecd.org/callsfortenders/Annex%20IA\\_%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf](http://www.oecd.org/callsfortenders/Annex%20IA_%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf).
- Popper, K. R. (1989). *La lógica de la investigación científica*. REI. Editorial Tecnos.
- Preece, P. & Baxter, J. (2000). Scepticism and gullibility: The superstitious and pseudo-scientific beliefs of secondary school students. *International Journal of Science Education*, 22(11), p. 1147-1156.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

- Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas.
- Ricoy, C. (2016). Preferencias, dedicación y problemáticas generadas por los videojuegos: Una perspectiva de género/Preferences, dedication and problematics generated by video games: A gender perspective. *Revista Complutense de Educación*, 27(3), p. 1291-1308.
- Sagan, C. (1987). The burden of skepticism. Conferencia pronunciada en Pasadena.
- Saiz, C. & Rivas, S. (2008). Intervenir para transferir en pensamiento crítico. *Praxis*, 10(13), p. 129-149.
- Saiz, C. & Rivas, S. (2012). Pensamiento crítico y aprendizaje basado en problemas cotidianos. *REDU: Revista de docencia universitaria*, 10(3), p. 325-346.
- Salas, J. (2015). *Pseudociencia sin carta de ajuste*. España: El País. [https://elpais.com/elpais/2015/02/10/ciencia/1423528454\\_002917.html](https://elpais.com/elpais/2015/02/10/ciencia/1423528454_002917.html)
- Schmaltz, R. & Lilienfeld, S. (2014). Hauntings, homeopathy, and the Hopkinsville Goblins: using pseudoscience to teach scientific thinking. *Frontiers in psychology*, 5, 336.
- Segarra, A., Vilches, A. & Pérez, D. (2008). Los museos de ciencias como instrumentos de alfabetización científica. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, ISSN 0214-4379, Nº 22, 2008, p. 85-102.
- Sen, M. & Yesilyurt, E. (2014). The development of Paranormal Belief Scale (PBS) for science education in the context of Turkey. *International Journal of Education in Mathematics Science and Technology*, 2(2), p- 107-115.
- Solbes, J. & Vilches, A. (2002). Visiones de los estudiantes de secundaria acerca de las interacciones Ciencia, Tecnología y Sociedad. REEC: *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, ISSN 1579-1513, Vol. 1, Nº. 2, 2002. 1.
- Solbes, J. & Torres, N. (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones sociocientíficas: un estudio en el ámbito universitario. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, (26).
- Solbes, J., Montserrat, R. & Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, v. 21, p. 91-117.
- Solbes, J., Palomar, R. & Domínguez-Sales, M. C. (2018). ¿En qué grado afectan las pseudociencias al profesorado? Una mirada al pensamiento de los docentes de ciencias en formación. *Mètode: Revista de difusió de la*

*Investigación*, ISSN 2171-911X, Nº. 96, 2017-2018 (Ejemplar dedicado a: Narrar la salud), p. 28-35.

Sugarman, H., Impey, C., Buxner, S. & Antonellis, J. (2010). Twenty-Year Survey of Scientific Literacy and Attitudes Toward Science: Students' Acceptance of Astrology and Pseudoscience. *Journal of College Science Teaching*, Vol. 40, No. 4, p. 31-33.

Surmeli, H. & Saka, M. (2011). Paranormal beliefs of preservice teachers'. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, p. 1385-1390.

Uskola, A. (2017). Escepticismo del profesorado de primaria en formación hacia las pseudociencias: influencia de las concepciones erróneas en el caso de la homeopatía. *Profesorado: revista de curriculum y formación del profesorado*.

Viau, J., Zamorano, R., Gibbs, H. & Moro, L. (2006). Ciencia y pseudociencia en el aula: El caso del 'bosque energético'. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 5, 3.

Vilches, A., Solbes, J. & Gil-Pérez, D. (2004). Alfabetización científica para todos contra ciencia para futuros científicos. *Alambique: didáctica de las ciencias experimentales*. Barcelona, 41, julio-septiembre, p. 89-98.

Wandersee, J., Mintzes, J. & Novak, D. (1994). Research on Alternative Conceptions in Science. In: Gabel, D.L., Ed., *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, Macmillan, New York, 177-210.

Watterson, B. (2012). *Calvin & Hobbes* [Cómic]. Recuperado de: GoComics.com

Xerri, D. (2018). The Use of Interviews and Focus Groups in Teacher Research, *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 91:3, 140-146, DOI: 10.1080/00098655.2018.1436820.

Yang, Z. & Schank, J. (2006). Women do not synchronize their menstrual cycles. *Human Nature*, 17(4), 433-447.

Yates, G. & 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. & Therriault, D. (2019). Faking science: scientificness, credibility, and belief in pseudoscience. *Educational Psychology*, 1-18. DOI: 10.1080/01443410.2019.1694646.

## 11. Apéndices

### Apéndice 1: Cuestionario web

- Enlace web:

<https://forms.gle/igQTNkDZs62Gcn626>

- Código QR:



- Afirmaciones:

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.

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.

3a. Los aterrizajes lunares nunca ocurrieron y las pruebas de ellos fueron creadas por la NASA y el gobierno de los EEUU.

4a. Los ovnis de origen extraterrestre existen y se debería de investigar más sobre su procedencia, en lugar de ocultarla al público.

5a. Algunas personas pueden transmitir mensajes mentalmente.

6a. Los viajes astrales permiten al alma o mente abandonar el cuerpo para poder viajar y visitar otros lugares o épocas.

7a. La mente de algunas personas puede influir en el movimiento de algunos objetos.

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.

9a. El Yeti, o abominable hombre de las nieves, existe, pero aún no se ha podido encontrar.

10a. La astrología sirve para predecir las personalidades de las personas.

11a. La astrología puede predecir el futuro. Por eso, la mayoría de los periódicos publica el horóscopo.

12a. Las fases de la Luna afectan tanto a las personas como a las plantas.

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.

14a. Hay personas capaces de comunicarse con el Más Allá y transmitir los mensajes de los muertos.

15a. La ciencia no lo sabe todo y está continuamente descubriendo cosas nuevas. Es solo cuestión de tiempo que admita los fenómenos paranormales.

16a. ¿Hay alguna otra cuestión que en tu opinión la ciencia no ha podido o sabido explicar aún y que te gustaría conocer?

Apéndice 2:

Muestra de la base de datos en Microsoft Excel

1	Curso	Género	Centro educati	¿Cómo te consideras er	1a. Visitantes de otros plane	1b. ¿Dónde has visto o esc	1c. Si tienes nombres con	2a. La Tierra se	2b. ¿Dónde has	2c. Si tienes no	3a. Los aterriza	3b. ¿Dónde has	3c. Si tienes no	4a. Los ovnis de	4b. ¿Dónde has	4c. Si tienes no
26	4o ESO	Femenino	Público	Católico no practicante	En desacuerdo	Programas de televisión	Discovery Max	Nada de acuerdo	Videos online	Canales de YouT	En desacuerdo	Redes sociales,	No tengo nombre	Ni acuerdo ni des	Conversaciones (Discovery Max,	
27	4o ESO	Femenino	Público	Ateo	Nada de acuerdo	Conversaciones con amigos/i	Cuarto Milenio	Nada de acuerdo en todo			Muy de acuerdo	Páginas web, Re	La primera no oc	Nada de acuerdo	Videos online, m	youtube
28	4o ESO	Masculino	Público	Católico no practicante	De acuerdo	No la había oído/visto antes		Nada de acuerdo	Libros, Películas y series, En inter	De acuerdo	En internet pero no recuerdo dónde	Ni acuerdo ni des	Páginas web, Redes sociales, Vi			
29	4o ESO	Femenino	Público	Religion musulmana	Nada de acuerdo	No la había oído/visto antes		Nada de acuerdo	Películas y series, Páginas web, F	Nada de acuerdo	Páginas web, Redes sociales	Ni acuerdo ni des	Películas y series			
30	4o ESO	Masculino	Público	Creyente en la espiritualid	En desacuerdo	Películas y series, Videojuegos, Videos online		En desacuerdo	No la había oído/visto antes	Ni acuerdo ni des	Conversaciones con amigos/as de	De acuerdo	Conversaciones (YouTube hay m			
31	1o Bachillerato	Femenino	Público	Indiferente o agnóstico/a	Nada de acuerdo	Páginas web		En desacuerdo	Conversaciones con amigos/as de	De acuerdo	Conversaciones con amigos/as de	Ni acuerdo ni des	En internet pero no recuerdo dónde			
32	1o Bachillerato	Femenino	Público	Creyente de otra religión	(Nada de acuerdo	No lo recuerdo		Nada de acuerdo	De un profesor/a		Nada de acuerdo	Libros	Nada de acuerdo	Libros		
33	1o Bachillerato	Femenino	Público	Creyente de otra religión	(En desacuerdo	No lo recuerdo		Ni acuerdo ni des	No lo recuerdo		Ni acuerdo ni des	En internet pero no recuerdo dónde	Nada de acuerdo	No lo recuerdo		
34	1o Bachillerato	Masculino	Público	Creyente de otra religión	(En desacuerdo	No lo recuerdo		En desacuerdo	No lo recuerdo		En desacuerdo	No lo recuerdo	De acuerdo	No lo recuerdo		
35	1o Bachillerato	Masculino	Público	Islam	Nada de acuerdo	En internet pero no recuerdo dónde exactamente		Nada de acuerdo	No lo recuerdo		En desacuerdo	En internet pero no recuerdo dónde	Nada de acuerdo	Páginas web		
36	1o Bachillerato	Masculino	Público	Ateo	En desacuerdo	No la había oído/visto antes		Nada de acuerdo	No la había oído/visto antes		Nada de acuerdo	No la había oído/visto antes	Ni acuerdo ni des	No la había oído/visto antes		
37	1o Bachillerato	Femenino	Público	Creyente de otra religión	(Ni acuerdo ni desacuerdo	Películas y series		Nada de acuerdo	No lo recuerdo		Nada de acuerdo	Conversaciones con amigos/as de	En desacuerdo	No la había oído/visto antes		
38	1o Bachillerato	Femenino	Público	Creyente de otra religión	(Nada de acuerdo	no estoy de acuerdo		Nada de acuerdo	No lo recuerdo		Nada de acuerdo	En internet pero no recuerdo dónde	Nada de acuerdo	Libros, Videojuegos		
39	1o Bachillerato	Femenino	Público	Prefiero no contestar	En desacuerdo	De un profesor/a, Libros, Páginas web		Nada de acuerdo	No la había oído/visto antes		Nada de acuerdo	Conversaciones con amigos/as de	Ni acuerdo ni des	Conversaciones con amigos/as de		
40	3o ESO	Femenino	Público	Ateo	Ni acuerdo ni desacuerdo	Películas y series, En internet pero no recuerdo dónde exact		Nada de acuerdo	En internet pero no recuerdo dónde		En desacuerdo	Conversaciones con amigos/as de	De acuerdo	Conversaciones con amigos/as de		
41	3o ESO	Femenino	Público	Prefiero no contestar	Ni acuerdo ni desacuerdo	Conversaciones con amigos/as de mi entorno		Ni acuerdo ni des	Programas de televisión, En intern		En desacuerdo	Libros, Revistas, Programas de tel	Ni acuerdo ni des	Programas de televisión, Pelicula		
42	3o ESO	Masculino	Público	Católico practicante	En desacuerdo	En internet pero no recuerdo dónde exactamente, Páginas		Nada de acuerdo	No la había oído/visto antes		De acuerdo	En internet pero no recuerdo dónde	De acuerdo	En internet pero no recuerdo dónde		
43	3o ESO	Masculino	Público	islamico	Nada de acuerdo	De un profesor/a, No lo recuerdo		Nada de acuerdo	De un profesor/a, Programas de te		Nada de acuerdo	De un profesor/a, Libros	Ni acuerdo ni des	Cómics, En internet pero no recue		
44	3o ESO	Masculino	Público	Musulman	Nada de acuerdo	No la había oído/visto antes		Nada de acuerdo	No la había oído/visto antes		Muy de acuerdo	Páginas web, Re YouTube, Instagr	De acuerdo	No la había oído/visto antes		
45	3o ESO	Femenino	Público	Creyente de otra religión	(De acuerdo	No la había oído/visto antes		Ni acuerdo ni des	No la había oído/visto antes		De acuerdo	No la había oído/visto antes	De acuerdo	No lo recuerdo		
46	3o ESO	Masculino	Público	Prefiero no contestar	Nada de acuerdo	Conversaciones con amigos/as de mi entorno, Redes soci		Nada de acuerdo	Conversaciones con amigos/as de		De acuerdo	De un profesor/a, Revistas, Progra	Nada de acuerdo	No la había oído/visto antes		
47	3o ESO	Masculino	Público	ninguna	De acuerdo	De un profesor/a		En desacuerdo	No la había oído/visto antes		En desacuerdo	Programas de televisión	De acuerdo	Páginas web	feisbuk	
48	3o ESO	Masculino	Público	Creyente de otra religión	(Nada de acuerdo	De un profesor/a, No lo recuerdo		Nada de acuerdo	De un profesor/a		Nada de acuerdo	Conversaciones con familiares, Có	Ni acuerdo ni des	Programas de televisión, Redes s		
49	3o ESO	Femenino	Público	Musulmana	Nada de acuerdo	Cómics	No me lo creo	Nada de acuerdo	En internet pero no recuerdo dónde		En desacuerdo	Conversaciones con amigos/as de	Ni acuerdo ni des	Conversaciones con amigos/as de		
50	3o ESO	Femenino	Público	Creyente de otra religión	(Nada de acuerdo	No la había oído/visto antes		Nada de acuerdo	No la había oído/visto antes		Ni acuerdo ni des	No lo recuerdo	Nada de acuerdo	No la había oído/visto antes		
51	3o ESO	Masculino	Público	Ateo	Ni acuerdo ni desacuerdo	No lo recuerdo		Nada de acuerdo	De un profesor/a		Ni acuerdo ni des	Videos online	De acuerdo	Programas de televisión, Redes s		
52	3o ESO	Femenino	Público	Creyente de otra religión	(En desacuerdo	Conversaciones con familiares, Libros, Películas y series,		Nada de acuerdo	Conversaciones con amigos/as de		Ni acuerdo ni des	De un profesor/a, Libros, Cómics,	Nada de acuerdo	Conversaciones con amigos/as de		
53	3o ESO	Masculino	Público	Creyente de otra religión	(En desacuerdo	Libros, Cómics, Películas y series, Videojuegos, Redes s		En desacuerdo	No lo recuerdo, No la había oído/vi		Ni acuerdo ni des	Conversaciones con amigos/as de	Nada de acuerdo	Programas de televisión, Pelicula		
54	3o ESO	Femenino	Público	Creyente de otra religión	(Ni acuerdo ni desacuerdo	No lo recuerdo		En desacuerdo	En internet pero no recuerdo dónde		Ni acuerdo ni des	De un profesor/a	En desacuerdo	No la había oído/visto antes		
55	3o ESO	Femenino	Privado / Conce	Católico practicante	Ni acuerdo ni desacuerdo	Conversaciones con amigos/as de mi entorno, De un prof		En desacuerdo	De un profesor/a		En desacuerdo	Programas de televisión	Ni acuerdo ni des	Conversaciones con amigos/as de		
56	3o ESO	Femenino	Privado / Conce	Prefiero no contestar	Ni acuerdo ni desacuerdo	De un profesor/a, Libros		En desacuerdo	Libros		Nada de acuerdo	No la había oído/visto antes	Muy de acuerdo	No la había oído/visto antes		
57	3o ESO	Masculino	Privado / Conce	Protestante	Nada de acuerdo	Programas de televisión, Videos online		Nada de acuerdo	No la había oído/visto antes		Nada de acuerdo	Programas de televisión, Películas	En desacuerdo	Libros, Cómics, Programas de tel		
58	3o ESO	Masculino	Privado / Conce	Católico practicante	Ni acuerdo ni desacuerdo	No la había oído/visto antes		En desacuerdo	No la había oído/visto antes		Ni acuerdo ni des	No la había oído/visto antes	Muy de acuerdo	No la había oído/visto antes		
59	3o ESO	Masculino	Privado / Conce	Ateo	Muy de acuerdo	Conversaciones con familiares, Libros, Programas de telev		Nada de acuerdo	No la había oído/visto antes		Ni acuerdo ni des	En internet pero no recuerdo dónde	Muy de acuerdo	Conversaciones con amigos/as de		
60	3o ESO	Masculino	Privado / Conce	Ateo	Ni acuerdo ni desacuerdo	No la había oído/visto antes		Ni acuerdo ni des	No la había oído/visto antes		Nada de acuerdo	No la había oído/visto antes	De acuerdo	No la había oído/visto antes		
61	3o ESO	Masculino	Privado / Conce	Prefiero no contestar	Nada de acuerdo	Videos online		Ni acuerdo ni des	No la había oído/visto antes		Nada de acuerdo	En internet pero no recuerdo dónde	Muy de acuerdo	En internet pero no recuerdo dónde		

### Apéndice 3:

#### Base de datos en SPSS Excel

\*resultados trabajando.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

1: @1a.Visitantes deotr... 5 Visible: 59 de 59 variables

	Curso	Género	Centro educativo	¿Cómo te consideras en materia religiosa	@1a. Visitantes de otros planetas mucho más avanzados que nosotros constr	@1b. ¿Dónde has visto o escuchado la información sobre
1	Bachillerato	Femenino	Privado / Concertado	Ateo	5	Conversaciones con amigos/as de mi entorno, Programas
2	ESO	Masculino	Público	Creyente en la espiritualidad	5	Programas de televisión, En internet pero no recuerdo dónde
3	ESO	Masculino	Público	Ateo	3	No lo recuerdo
4	ESO	Masculino	Público	Ateo	4	Conversaciones con amigos/as de mi entorno, Conversaciones
5	ESO	Masculino	Público	Católico no practicante	2	No la había oído/visto antes
6	ESO	Masculino	Público	Ateo	3	No lo recuerdo
7	ESO	Femenino	Público	Católico practicante	2	No lo recuerdo
8	ESO	Femenino	Público	Prefiero no contestar	3	No lo recuerdo
9	ESO	Masculino	Público	Ateo	4	Programas de televisión, No la había oído/visto antes
10	ESO	Masculino	Público	Ateo	3	No la había oído/visto antes
11	ESO	Masculino	Público	Prefiero no contestar	2	De un profesor/a, No lo recuerdo
12	ESO	Masculino	Público	Ateo	3	Videos online
13	ESO	Femenino	Público	Católico no practicante	3	No lo recuerdo, No la había oído/visto antes
14	ESO	Femenino	Público	Prefiero no contestar	5	No la había oído/visto antes
15	ESO	Masculino	Público	Ateo	3	Conversaciones con amigos/as de mi entorno, Conversaciones
16	ESO	Femenino	Público	Ateo	5	Programas de televisión, En internet pero no recuerdo dónde
17	ESO	Masculino	Público	Católico no practicante	2	Programas de televisión
18	ESO	Masculino	Público	Prefiero no contestar	5	Es de lógica
19	ESO	Femenino	Público	Ateo	3	Programas de televisión, En internet pero no recuerdo dónde
20	ESO	Masculino	Público	Indiferente o agnóstico/a	5	Libros, Películas y series, En internet pero no recuerdo dónde
21	ESO	Femenino	Público	Católico no practicante	3	Conversaciones con amigos/as de mi entorno, Redes sociales
22	ESO	Femenino	Público	Católico no practicante	2	No lo recuerdo, No la había oído/visto antes

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ON