



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Estudio de la penetración de pseudociencias y bulos científicos entre estudiantes.

Autor/es

PAULA GÓMEZ VILLAESCUSA

Director/es

BEATRIZ ROBREDO VALGAÑÓN

Facultad

Escuela de Máster y Doctorado de la Universidad de La Rioja

Titulación

Máster Universitario de Profesorado, especialidad Física y Química

Departamento

AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN

Curso académico

2019-20



Estudio de la penetración de pseudociencias y bulos científicos entre estudiantes., de PAULA GÓMEZ VILLAESCUSA

(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported.

Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.

© El autor, 2020

© Universidad de La Rioja, 2020

publicaciones.unirioja.es

E-mail: publicaciones@unirioja.es

Trabajo de Fin de Máster

Estudio de la penetración de pseudociencias y bulos científicos entre estudiantes

Autora

Paula Gómez Villaescusa

Tutora: Beatriz Robredo Valgañón

MÁSTER:

Máster en Profesorado, Física y Química (M02A)

Escuela de Máster y Doctorado



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

AÑO ACADÉMICO: 2019/2020

ÍNDICE

RESUMEN/ABSTRACT.....	3
1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN.....	5
1.1 Introducción.....	5
1.2 Justificación.....	6
2. OBJETIVOS.....	11
3. MARCO TEÓRICO.....	13
3.1 Constructivismo.....	13
3.2 Enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad.....	15
4. ESTADO DE LA CUESTIÓN.....	19
5. METODOLOGÍA.....	23
5.1 Fase 1: Diseño y Preparación de la Encuesta.....	23
5.2 Fase 2: Difusión y recogida de datos.....	26
5.3 Fase 3: Tratamiento estadístico de la información.....	26
5.4 Fase 4: Propuesta de intervención formativa.....	28
5.5 Fase 5: Autoevaluación.....	28
6. RESULTADOS.....	29
6.1 Resultados globales certezas y falsedades.....	29
6.2 Resultados globales por temática de pseudociencia.....	32
6.3 Resultados por temática de pseudociencia según el curso.....	40
7. CONCLUSIONES.....	47
7.1 Conclusiones de los resultados obtenidos e implicaciones pedagógicas.....	47
7.2 Limitaciones y futuras líneas de investigación.....	49
7.3 Reflexión sobre la elaboración del TFM y competencias adquiridas...51	
8. BIBLIOGRAFÍA.....	57
Anexo 1. Número de respuestas y porcentaje de las respuestas verdadero y NS/NC de cada una de las 25 afirmaciones de las pseudociencias o bulos científicos. Media aritmética y desviación estándar de cada una de las respuestas verdadero y NS/NC.	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Presentación de la encuesta realizada en FORMS (título e indicaciones).....	24
Figura 2. Porcentaje del total de alumnos encuestados que consideran verdadero, falso o NS/NC las materias química, genética, biología y/o matemáticas como ciencias científicas.....	30
Figura 3. Porcentaje del total de alumnos encuestados que consideran verdadero, falso o NS/NC las afirmaciones indicadas en relación a la salud.....	30
Figura 4. Porcentajes del total de las respuestas verdadero, falso o NS/NC sobre acupuntura.....	33
Figura 5. Porcentajes del total de las respuestas verdadero, falso o NS/NC sobre homeopatía.....	34
Figura 6. Porcentajes del total de las respuestas verdadero, falso o NS/NC sobre vacunas.....	35
Figura 7. Porcentajes del total de las respuestas verdadero, falso o NS/NC sobre energías.....	36
Figura 8. Porcentajes del total de las respuestas verdadero, falso o NS/NC sobre dietas.....	37
Figura 9. Porcentajes del total de las respuestas verdadero, falso o NS/NC sobre astrología.....	38
Figura 9. Porcentajes del total de las respuestas verdadero, falso o NS/NC sobre ciencia y método científico.....	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentajes extraídos del Informe sobre Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España (2018) sobre pseudociencias o bulos científicos según edad y nivel de estudio del total de la población española (2018).....	20
Tabla 2. Porcentajes extraídos del Informe sobre Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España (2018) de personas entre 15-24 años que confían mucho o bastante en distintas pseudociencias o bulos científicos.....	20
Tabla 3. Cuestiones incluidas en la encuesta ¿Qué es verdad y qué mentira? (resaltadas en negrita las afirmaciones verdaderas).....	25
Tabla 4. Agrupación de las preguntas de la encuesta ¿Qué es verdad y qué es mentira? por temática de las pseudociencias o bulos científicos incluidos.....	27
Tabla 5. Número de respuestas, porcentaje y desviación estándar a las 25 afirmaciones correspondientes a las respuestas verdadero y NS/NC de las pseudociencias o bulos científicos incluidas en este TFM por curso escolar.....	32

RESUMEN

Las pseudociencias, es decir todas aquellas afirmaciones que se presentan como ciencia pero que son incompatibles con el método científico, pueden suponer un peligro para la salud y son un reflejo de los conocimientos adquiridos, así como del pensamiento crítico de la sociedad.

Debido a esto y a la falta de estudios previos, el objetivo de este trabajo Fin de Máster se centra en determinar la penetración de diversas pseudociencias mediante la realización de una encuesta entre el alumnado de 3º Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO), 4º ESO, Bachillerato y Formación Profesional.

Los resultados globales mostraron un alarmante porcentaje de aceptación del 23,6% y un porcentaje de duda del 19,3%, siendo los estudiantes de 3º ESO aquellos que mostraron menos aceptación con respecto a los otros cursos.

Sin duda, esto pone de manifiesto que algo está fallando en el método de enseñanza-aprendizaje y que es necesario revertir esta situación pudiéndose utilizar las pseudociencias para poner en valor la enseñanza de la ciencia, convirtiendo así a los estudiantes en vectores de información.

ABSTRACT

Pseudosciences, that is, all those statements that are presented as science but are incompatible with the scientific method, can be a danger to health and are a reflection of the knowledge acquired, as well as the critical thinking of society.

Due to this and the lack of previous studies, the objective of this Master's Thesis is focused on determining the penetration of various pseudosciences by conducting a survey among students in 3rd Compulsory Secondary Education (ESO), 4th ESO, Baccalaureate and Vocational Training.

The global results showed an alarming percentage of acceptance of 23.6%, and a percentage of doubt of 19.3%, being the students of 3º ESO those who showed less acceptance with respect to the other courses.

Undoubtedly, this shows that something is wrong with the teaching-learning method and that it is necessary to reverse this situation. To do this, pseudosciences can be used to value science teaching, thus turning students into information vectors.

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

1.1 Introducción

Tanto la esperanza de vida como la calidad de la misma han incrementado en los últimos 100 años, de hecho según la Organización Mundial de la Salud (www.who.int/global_health_histories/seminars/presentation07.pdf), en 1900 el promedio de vida era de 31 años, a mediados del siglo XX se alcanzó una media de 48 años y para el 2005 de 66 años. Concretamente en España según el Instituto Nacional de Estadística la esperanza de vida en 1900 rondaba los 35 años y actualmente es superior a 82 años (www.ine.es). Sin duda alguna, esto ha sido posible gracias al avance en la ciencia, en la sociedad de bienestar, en el pensamiento crítico de la población y en la tecnología. Pese a esto, la biología, y en especial todo aquello relacionado con la salud y el cuerpo humano, siempre ha sido terreno abonado para que las llamadas pseudociencias [es decir, las afirmaciones, creencias o prácticas (pseudoterapia o falso tratamiento) que se presentan de manera que parezcan ser científicas o como si fueran hechos demostrados, pero que son incompatibles con el método científico (Hansson SO (1996); Shermer M (1997))] aprovechen el desconocimiento, la desinformación e incluso la desesperación de la gente en busca del máximo provecho haciendo tambalear este avance. El problema es que, más allá de la cuestión económica, las pseudociencias suponen un riesgo para la salud tal y como señalan autores como Johnson SB *et al* (2018a) o Awortwe C *et al* (2018) que demostraron que existe un retraso o sustitución en la aplicación de tratamientos convencionales, así como una reducción de la efectividad o el aumento de efectos secundarios de los mismos a causa de las pseudociencias, respectivamente. Otros estudios más alarmantes indican incluso que las medicinas alternativas, como se denominan a veces, aumentan el riesgo de morir en pacientes con cáncer [Johnson SB *et al* (2018b)]. Quedando patente en estos estudios la pérdida de confianza en la ciencia y las terribles consecuencias que de ello se deriva.

Por esto, la labor del docente es tan importante, pues de los conocimientos que sepa inculcar dependerá que los alumnos/as sepan valorar de una manera crítica la información que les llega, no siempre honesta o verificable. De ahí que el veneno de su desinformación encuentre un efectivo antídoto en los contenidos que incorpora el currículo de las asignaturas relacionadas con las ciencias, especialmente las de biología. Ahora bien, ¿cómo es posible que tras haber

cursado las materias correspondientes los alumnos/as sigan cayendo en la trampa de las pseudociencias? Su falta de interés por la ciencia en general, consecuencia de una falta de motivación, les impide encontrar asociaciones entre lo aprendido y su posible utilización en la vida real. Así pues, sólo motivando al alumno/a, de conforme a lo descrito por García FJ y Doménech F (1997), se pueden provocar cambios tanto en su conducta a la hora de enfrentarse a los contenidos impartidos como en su nivel de aprendizaje significativo.

Debido a la importancia del problema que las pseudociencias suponen, desde el Ministerio de Ciencia e Innovación y el Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social se ha creado la campaña #coNprueba (www.conprueba.es), que incluye un listado de 139 técnicas analizadas, entre las cuales 73 de ellas ni siquiera cuentan con ensayos clínicos o revisiones sistemáticas publicadas considerándose pseudoterapias. Asimismo, incluye bulos pseudocientíficos estudiados y desmontados por la red de información y divulgación Salud sin Bulos (saludsinbulos.com), que cuenta con los avales de las principales asociaciones sanitarias de España (entre las que podemos citar la Sociedad Española de Medicina Interna, la Sociedad Española de Medicina General o el Consejo General de Colegios Farmacéuticos).

1.2 Justificación

Dentro de la campaña #coNprueba se pueden consultar las Encuestas de Percepción Social de Ciencia y Tecnología en España (icono.fecyt.es/informes-y-publicaciones/percepcion-social-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-en-espana) que muestra la percepción de la sociedad Española desde el año 2002 respecto a las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, analizando también la percepción de la ciudadanía sobre los avances científicos y tecnológicos, y, sobretudo, la capacidad de éstos para la mejora de la calidad de vida de la población. La última encuesta de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España, correspondiente al año 2018 realizada por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (organismo dependiente del Ministerio de Ciencia e Innovación), muestra una preocupante radiografía de la percepción de diversas pseudociencias por parte de la sociedad española. Entre los datos que arroja encontramos un alarmante porcentaje de población (19,6%) que ha optado por recurrir en algún momento de su vida a terapias alternativas sin base científica

como la homeopatía y la acupuntura, un 26,3% que ha recurrido a estas pseudoterapias en vez de a un tratamiento convencional y un 73,5% como tratamiento complementario. Si nos atenemos a la franja de edad correspondiente a los estudiantes de Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO), Bachillerato o Formación profesional (FP), que se agrupa en el estudio en el rango de edad que va de los 15 a los 24 años, el porcentaje es inferior a la media (10,1%) en el caso de utilizarlas de manera general o en el uso como tratamiento complementario (65,1%), pero superior (34,9%) respecto a su uso en sustitución de tratamientos médicos convencionales. Una práctica muy peligrosa que evidencia la enorme distancia que separa los supuestos conocimientos adquiridos por los estudiantes durante sus estudios cursados y la visión crítica que debieran obtener de ellos para poder llevarlos a la práctica en la vida real. Algo está fallando para que la ciencia, una disciplina considerada unánimemente imprescindible, no se fije en las mentes de los alumnos/as y ni si quiera adquiera algún significado para ellos.

Esto se hace más que evidente a la vista de los resultados del último Informe PISA (2018, Programme for International Student Assessment, www.oecd.org/pisa/, 2018), donde se corrobora una constante que marca el desempeño académico en ciencias del alumnado español: un peor rendimiento en comparación tanto con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) como con la Unión Europea (UE). En concreto los alumnos/as españoles, cuya edad en el estudio variaba entre los 15 años y 3 meses y los 16 años y 3 meses, obtuvieron una puntuación de 483 puntos, por debajo de los 489 de la OCDE y los 490 de la UE. Especialmente preocupante resulta esta valoración si la contextualizamos con la tendencia descendente que han seguido sus puntuaciones durante los últimos diez años de publicaciones del Informe PISA. En 2009 se obtuvieron 488 puntos, en 2012 496 puntos y en 2015 493 puntos (única ocasión en la que igualó la media de la OCDE). En cualquier caso, este descenso en las puntuaciones obtenidas tiene su reflejo en la caracterización del nivel medio en ciencias del alumno/a español. Así ha pasado de un nivel 3 (cuya puntuación límite inferior se sitúa en 484 puntos) a un nivel 2 (cuya puntuación límite inferior se sitúa en 410 puntos). En este nivel, siempre de acuerdo a los estándares del Informe PISA, los estudiantes manejan conocimientos elementales para identificar una respuesta científica, interpretar

datos y reconocer una pregunta que responde a un diseño experimental.

A la vista de estos resultados se hace evidente y necesaria una profunda reflexión acerca del enfoque que se está dando a la enseñanza científica en los institutos españoles, así como buscar soluciones. Una sociedad comprometida consigo misma no puede permitirse infravalorar una rama del conocimiento tan importante como son las ciencias, que, más aún, y en el caso que nos ocupa, puede resultar un asunto de especial peligrosidad. Es por ello que el primer paso debe ser identificar las causas que subyacen tras estos resultados.

De nuevo, una de las causas más importantes, tal y como indica Solbes *et al.* (2007), es la falta de interés que muestran los alumnos/as hacia todo lo relacionado con las ciencias y los estudios científicos, llegando a señalar incluso una valoración negativa respecto a ellos. De igual modo señala que esta evidencia viene motivada fundamentalmente por 2 factores que podrían relacionarse con este estudio en los que conviene detenerse y que se señalan a continuación: 1) La valoración negativa que se tiene de la ciencia en la sociedad, ahondando en el alejamiento que se percibe entre ésta y la realidad práctica de los conocimientos y descubrimientos científicos. Es precisamente ahí donde una propuesta encaminada a la divulgación científica y la labor social, encuentra su razón de ser, pues son los propios alumnos/as quienes, de este modo, se convierten en vectores del conocimiento recibido al ponerlo en práctica en su entorno más cercano, siendo conscientes de que con ello colaboran en mejorar sus condiciones sociales. 2) El estado actual de las metodologías usadas en relación a los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Éstas, señala, se basan únicamente en conceptos e ideas, lo que tradicionalmente se ha asociado exclusivamente con las clases magistrales. De esta forma se aleja al alumno/a de la comprensión crítica de los conocimientos recibidos y de su relación con la vertiente práctica de los mismos. Es por ello que la implementación de proyectos innovadores y de divulgación puede revertir esta situación y acercar al alumno/a a un plano educativo que puede enmarcarse dentro de un enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS).

Además, según García FJ y Doménech F (1997), esta tan ansiada motivación, ha de contar también con una serie de componentes como son el autoconcepto y las expectativas que de ellos mismos tienen los alumnos/as, las metas a alcanzar y el componente afectivo. Por eso son tan necesarios estudios, que más

allá de un análisis estadístico, clarifiquen al alumno/a la importancia de su papel en la sociedad en la que se ve inmerso, mostrándole que no sólo es capaz de comprender los contenidos que se le muestran, sino que puede jugar dicho papel difundiendo sus conocimientos, que le sirvan para alcanzar metas de aprendizaje tanto internas, que se mueven por el propio deseo de saber o conocer, como extrínsecas, que vienen motivadas por la búsqueda de una recompensa, eso sí, normalmente en forma de evaluación. Sin duda, son las motivaciones internas en las que se fundamentan los proyectos de divulgación que buscan encender la curiosidad del alumno/a y sus ganas de aprender, adquiriendo los contenidos tratados significado para ellos, lo que sin duda afecta en el componente afectivo, pues resulta lógico pensar que las emociones positivas refuerzan el conocimiento aprendido volviendo a hacer hincapié en que sólo cuando el alumno/a descubre que lo aprendido puede ser útil y le permite ayudar a su entorno, retroalimentará sus ganas de seguir aprendiendo.

Así pues, el presente Trabajo Fin de Máster (TFM) pretende radiografiar la penetración de diversas pseudociencias entre el alumnado y comparar distintos curso, con el fin de analizar si es necesario intervenir en el proceso de enseñanza-aprendizaje para revertir esta situación, haciendo consciente al alumno/a de esta problemática, así como de la importancia del método científico, reflexionando sobre las ideas previas de las que parte y dándole el sentido que se merece a la ciencia y al propio alumno/a el cual es capaz de intervenir en su entorno jugando su papel en la sociedad.

2. OBJETIVOS

Mediante este TFM se pretende realizar un estudio cuyo objetivo final es el de combatir las pseudociencias, determinando si es necesario prevenir o revertir el grado de penetración, usando las pseudociencias para enseñar ciencia y convirtiendo a los propios alumnos/as en vectores de información.

Para ello se fijaron los siguientes objetivos específicos:

1. Analizar los conocimientos de los estudiantes sobre ciencia y salud relacionados con algunas pseudociencias o bulos científicos.
2. Conocer el grado de penetración de diversas pseudociencias y bulos científicos entre estudiantes de 3º y 4º ESO, Bachillerato, FP grado medio y grado superior.
3. Analizar si existen diferencias en el grado de penetración en función del tipo de pseudociencia o bulo científico (acupuntura, homeopatía, energías, dietas, astrología, peligrosidad de las vacunas y errores en los conceptos de ciencia y método científico).
4. Analizar si existen diferencias en el grado de penetración entre estudiantes de 3º y 4º ESO, Bachillerato, FP grado medio y grado superior.

3. MARCO TEÓRICO

Como se ha ido viendo, el presente TFM surge de la conjunción de dos ideas que impregnan su desarrollo y que se detallarán a continuación. Por una parte nos encontramos con un enfoque situado dentro de la corriente del constructivismo, es decir, persigue no sólo conocer desde un punto estadístico el grado de penetración de diversas pseudociencias entre los estudiantes, sino servir como punto de partida para que sean éstos precisamente quienes dispongan de las herramientas necesarias que le permitan construir, siempre de un modo dinámico y activo, sus propios procedimientos que le guíen en el proceso de aprendizaje. Por otra parte el presente estudio se enmarca en el llamado Movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad. Esto es, aquél que centra sus esfuerzos en comprender y conocer las consecuencias y los impactos que la ciencia y la tecnología tienen en la realidad diaria de las personas, de tal forma que coloca el centro del conocimiento en las relaciones como en los efectos interdisciplinarias que afectan a la ciencia, la tecnología y la sociedad. Siguiendo en la línea de la alfabetización científica encontramos el estudio de las pseudociencias como recurso didáctico para mejorar la motivación de los alumnos/as a la hora de encarar el estudio de las ciencias.

3.1 Constructivismo

Si nos atenemos a lo indicado por Castejón JL y Navas L (2009) se puede dar un acercamiento a la definición de constructivismo al identificarlo con un proceso de aprendizaje que persigue el cambio y la modificación de las ideas y el pensamiento del estudiante con el objetivo de que, de un modo autónomo, sea capaz de reconstruir procesos y productos culturales así como apropiarse de ellos. O, de un modo resumido, un enfoque pedagógico que persigue que sea el propio estudiante quien construya el conocimiento y lo fije en sus estructuras cognitivas. Así pues, conociendo el grado de penetración de las pseudociencias entre los alumnos/as, puede diseñarse una metodología de enseñanza de ciencias acorde a este fenómeno y que consiga que, mediante la reflexión crítica del alumno/a acerca no ya de lo que sabe o cree saber, sino de los errores de lo sabido, éste se involucre, participe y asimile dicha información. Sólo así podrá encontrar utilidad a los conocimientos aprendidos y, por ende, ponerlos en práctica el día de mañana.

Por otra parte el constructivismo presenta cuatro enfoques principales sobre

los cuales se han desarrollado diversas teorías pedagógicas. Según indican Castejón JL y Navas L el primero de ellos tiene como teórico principal al psicólogo Lev Vigotski, el cual señala la importancia que presentan las relaciones entre los estudiantes y el ambiente (social, familiar, etc.) en el que se desenvuelve. Así pues, el proceso de aprendizaje y la creación de conocimiento aparecen como consecuencia del choque o la confrontación de los esquemas que rigen el conocimiento del alumno/a y su interacción con el entorno social, produciendo en última instancia una maduración psicológica. Es por todo ello que un proyecto de estudio con las características de este TFM, al obligar al alumno/a a enfrentarse tanto a sus ideas preconcebidas como a aquello que la sociedad ha tratado de inculcarle, debe ayudarle a enfrentarse a sus ideas de una manera abierta y crítica. Asimismo, Vigotsky habla de un concepto que es de vital importancia, esto es, la Zona de Desarrollo Próxima. Ésta se refiere a la separación que dista entre el desarrollo psicológico actual del estudiante con el que podría alcanzar en el caso de que se relacionase con otro adulto o alumno/a más capaz. Es decir, que el conocimiento adquirido por un alumno/a sobre pseudociencias retroalimenta y expande el de otros, sirviendo, como ya se ha indicado, de vector de transmisión de ideas y conceptos. Otro de los enfoques clave del constructivismo es el defendido, según Tovar A (2011) por Jean Piaget., según Tovar, éste pone el foco de atención entre el desequilibrio que aparece entre lo que el alumno/a ya conoce de una manera previa y los nuevos conocimientos a los que debe enfrentarse en su proceso de aprendizaje, de tal forma que es así, mediante un reequilibrio de su mente, como logra construir su propio conocimiento. Para que esto suceda el alumno/a debe, en primer lugar, confrontar las ideas y la información recibida con aquella de la que ya disponía, con el fin de encajarla en ella. En último lugar debe acomodarla mediante la modificación activa de sus estructuras cognitivas. Sólo así podrá asentarlos. Así pues, con el presente TFM se busca que, más allá de un tratamiento estadístico de los datos recogidos, sea el alumno/a quien enfrente sus propios prejuicios pseudocientíficos con la realidad científica que subyace bajo ellos, de tal manera que sea él mismo quien se convenza y justifique las certezas a las que ha llegado. Un tercer enfoque del constructivismo es el llamado Aprendizaje por Descubrimiento. Éste, de conforme a lo expuesto por Castejón JL y Navas L, fue propuesto por Jerome Bruner, quien defiende que el docente ha de asumir un rol

activo y motivador durante el proceso de aprendizaje del alumno/a, sirviéndole de apoyo y ayuda para que, en última instancia, consiga tanto descubrir como discriminar por él mismo las ideas y conceptos a los que debe enfrentarse, de tal manera que pueda descubrir por su propia naturaleza la trascendencia del conocimiento recibido, sea capaz de formular hipótesis basadas en ello y aprenda a tomar decisiones tomando como referencia todo lo anterior. Así pues, tal y como se desprende de los objetivos del presente TFM, el docente debe asumir el papel de guía y facilitador de conocimientos que ayude al alumno/a en su camino de reflexión crítica acerca de las pseudociencias asentadas en sus esquemas cognitivos y su sustitución por unos nuevos acordes a los principios científicos. En cuarto y último lugar encontramos el conocido como Aprendizaje Significativo, un enfoque que surge a partir de David Ausubel, según indica Castejón JL y Navas L y que parte de una concepción del proceso de aprendizaje muy alejada de lo que sería la técnica memorística, pues no debe el alumno/a retener en la memoria sino encontrar una razón de ser a aquello que aprende, relacionándolo, en última instancia, con aquellas estructuras cognitivas ya existentes. Así pues la labor del docente consiste en dotar al conocimiento de un contexto y unas condiciones que faciliten su asimilación por parte del alumno/a. Para ello el alumno/a debe contar necesariamente con tres aspectos: conocimiento previo que le habilite para correlacionarlo con el recibido, un docente con capacidad suficiente para dotarle de materiales académicos significativos que le permitan descubrir el sentido que existe tras ellos, y en último lugar percibir una motivación suficiente como para sustituir la mera retención memorística por un aprendizaje pleno de significado para él. Así pues, el alumno/a, enfrentándose a las afirmaciones pseudocientíficas planteadas en este estudio, puede servirse de ellas no sólo para identificar las mentiras que esconden, sino encontrar un sentido y una utilidad práctica a los conocimientos científicos y, más acorde aún con el espíritu de este TFM, mejorar su motivación para el estudio de la ciencia.

3.2 Enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad

Uno de los principales problemas con los que ha de lidiar un estudiante de ciencias hoy en día hace referencia a la comprensión y el entendimiento de los desafíos científicos que ha de encarar la sociedad actual. Esa distancia que percibe el alumno/a entre el estudio teórico de la ciencia y su reflejo en el avance

y la mejora de la sociedad, imposibilita la motivación del mismo para afrontar con garantías el estudio de las disciplinas científicas.

De ahí que surjan modelos como el Enfoque CTS, que, como defiende Membiela P (2011) logra reconducir el abismo que separa ambas vertientes para lograr un mejor entendimiento y un mayor interés por parte del alumnado. Este enfoque, como indica Acevedo JA *et al* (2003), aporta una visión interdisciplinar a la ciencia, pudiendo de esta manera comprender todas las posibles relaciones que se dan entre la ciencia, la tecnología y diversos planos de la cultura y la sociedad, como el económico, el político, el moral, el filosófico, el sociológico, etc. Es decir, se trata de un acercamiento holístico a la realidad científicotécnica y sus implicaciones. Para ello la enseñanza de las disciplinas científicas, debe alcanzar los siguientes objetivos: 1) atender las necesidades de los alumnos/as mediante el uso de los conocimientos científicos para enriquecer y mejorar su día a día; 2) ser capaz de solucionar situaciones y problemas que se presentan en la sociedad actual; 3) dotar al alumno/a de juicio suficiente como para comprender las implicaciones de la elección de una determinada carrera o salida profesional; y 4) favorecer el desempeño académico y personal de los alumnos/as para posteriores estudios. Sólo así puede el alumno/a identificar la ciencia como un conjunto de ideas y conceptos abiertos y perfectamente contextualizados en la sociedad en la que se desenvuelven, abandonando definitivamente la concepción de la ciencia como algo ajeno y cerrado cuyos únicos objetivos pasan por la resolución de ejercicios sin relación alguna con la realidad, así como la memorización de leyes, hipótesis y teoremas para su evaluación sumativa sin ninguna intención de recordarlos después.

En esa línea, y de conforme a lo descrito por Hodson D (1993), resulta clave la alfabetización científica de la sociedad, de la que, sin duda, forman parte tanto el alumno/a como el docente. Así pues, según señala este autor, la alfabetización científica, si queremos que resulta interesante, debe ser capaz de responder a las necesidades derivadas de aprender ciencia, aprender acerca de la ciencia y aprender, en última instancia, a hacer ciencia. De ahí que estudiar y entender las pseudociencias no sólo acerca al alumno/a a los principios científicos que las refutan, sino que le permite, además, ser consciente de que está obteniendo un beneficio personal y social, pues a lo aprendido le sigue la posibilidad de ayudar a su entorno cercano para que no caiga en las trampas que usan como señuelos

y que se basan escudan en tradiciones milenarias y anécdotas personales. Es decir, que el alumno/a se hace partícipe de su propio proceso de aprendizaje mediante una reflexión acerca de las implicaciones y consecuencias que conlleva el conocimiento. De igual modo, tal y como indican Afonso A y. Gilbert JK (2010), aquellos estudiantes que caen en la trampa de una pseudociencia son más susceptibles de caer en otra. Así pues, es la propia educación y alfabetización científica de los alumno/as el mejor remedio para proteger a la sociedad.

Es esta visión de la alfabetización científica la que busca el movimiento CTS, y, según indica Membiela P, ha de presentar cinco dimensiones que son: 1) la aproximación cultural; 2) una educación política que busque la acción; 3) una orientación de la educación interdisciplinar; 4) un aprendizaje de cuestiones de carácter problemático; y 5) una orientación con carácter vocacional y/o tecnocrático. Es por ello que el trabajo planteado ha de tener un enfoque interdisciplinar científico (biología, matemáticas, química, física, etc.) así como carácter eminentemente activo que no esquive los problemas presentes y que pretenda un cambio de la sociedad, proponiéndose en el mismo un papel activo de los docentes para combatir la desinformación mediante propuestas activas. En esa línea se mueve también Martin M (1994), quien alerta de que, a pesar del importante impacto que tanto las pseudociencias como las creencias paranormales tienen en la sociedad, se ha descuidado su tratamiento en la enseñanza de ciencias. De ese modo propone su inclusión en los planes de estudio para, por una parte, combatir la fascinación que muchos alumnos/as sienten por sus peligrosas afirmaciones, y, por otra motivarlos para aumentar su interés por la ciencia y su estudio.

Afortunadamente la Administración comprende el valor de la alfabetización científica y su lucha contra las pseudociencias entre los estudiantes, de ahí que el propio Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social, a través de su campaña #coNprueba, disponga no ya de un listado de prácticas terapéuticas sin el suficiente aval científico, sino que ofrece esta información y la divulga para ayudar a no caer en los bulos pseudocientíficos. A este respecto, se encontraba también la iniciativa Salud sin Bulos, fruto de la colaboración de diversas asociaciones y profesionales de la sanidad, la cual, además de divulgar información contra diversos bulos pseudocientíficos relacionados con la salud,

estudió este fenómeno, llegando a la conclusión de que son tres las principales causas por las que se propagan: 1) una clara intención de perjudicar a un tercero; 2) una creación del mismo que sólo busca fomentar la alarma social; y 3) la presencia de mensajes que llevan implícito y oculto el interés real de quien lo lanza. Es por ello que un elemento más a tener en cuenta a la hora de abordar estos fenómenos debe ser clarificar las características que deben tener los medios a través de los que nos informamos de cuestiones científicas para poder confiar en ellos, pues no son pocos, especialmente en internet, los que no sólo no informan, sino que desinforman con la transmisión de este tipo de mensajes.

4. ESTADO DE LA CUESTIÓN

Las pseudociencias, es decir, aquellas afirmaciones que, como hemos visto, sin contar con aval científico e incluso presentando incompatibilidades con el método científico, se presentan como verdades, necesitan del desconocimiento para su aceptación y difusión. La propagación de los resultados que defienden no sólo atenta contra el conocimiento disponible, sino que supone una amenaza real para quien las asume. Su peligro, más allá de la contradicción frente a la lógica y la razón, viene dado, especialmente, por sus consecuencias tanto económicas como de la salud.

El Ministerio de Ciencia e Innovación elabora con una periodicidad bienal un informe en el que recoge las impresiones que la sociedad tiene sobre la ciencia y la tecnología en el ya mencionado Informe sobre Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España. En él analiza el grado de alfabetización científica de la sociedad española, así como los factores que están detrás de ello. Para ello realiza un estudio estadístico basado en una serie de preguntas que incorpora a una encuesta que es distribuida a nivel nacional. De especial interés para este TFM son las cuestiones que plantea en relación a las pseudociencias, que las analiza de modo cuantitativo en función del grado de aceptación que plantea cada afirmación tratando aspectos como son el método científico, el uso de vacunas, la fiabilidad de la medicina convencional, la acupuntura o la homeopatía. Sin duda, al consultar estos informes, se encuentran aspectos que chocan con una sociedad con tal acceso a conocimiento científico como es la nuestra. Entre los resultados que llaman especialmente la atención encontramos los mostrados en las siguientes tablas (Tabla 1 y 2), indicando la primera los porcentajes extraídos en el total de la población y según el nivel de estudio, y en la segunda atendiendo a la franja de edad en la que se mueven los estudiantes que forman parte del estudio de este TFM (15-24 años). De estos resultados arrojados se puede deducir que aún queda camino por recorrer, pues existen porcentajes significativos en todas las franjas de estudiantes que consideran como científicas las prácticas pseudocientíficas presentadas. Así pues, es este informe el que sirve de punto de partida para este estudio, pues nos brinda un marco que sirve de comparación de los resultados obtenidos. No obstante, la Encuesta de Percepción Social de Ciencia y Tecnología no profundiza ni en los conceptos pseudocientíficos

estudiados ni discrimina en los estudios, siendo imposible discernir los cursos clave donde poder intervenir para evitar la propagación de dichos bulos pseudocientíficos.

Tabla 1. Porcentajes extraídos del Informe sobre Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España (2018) sobre pseudociencias o bulos científicos según edad y nivel de estudio del total de la población española (2018).

Afirmación	Total	Primer ciclo de ESO/grado-medio	Bachillerato/grado-superior
No confía en las vacunas	9,1%	9,6%	7,9%
No confía en la quimioterapia	13,1%	14,3%	12,0%
Considera científica la acupuntura	23,3%	23,2%	20,7%
Considera científica la homeopatía	21,6%	22,9%	23,6%
No tienen en cuenta la opinión médica en dietas	18,7%	22,0%	18,7%
No se informa ante una alarma sanitaria	18,8%	21,3%	18,5%

Tabla 2. Porcentajes extraídos del Informe sobre Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España (2018) de personas entre 15-24 años que confían mucho o bastante en distintas pseudociencias o bulos científicos.

Pseudociencia/Bulo	Porcentaje que confían mucho o bastante
Acupuntura	22,1%
Reiki (energías)	17,2%
Homeopatía	23,2%
Pseudociencia/Bulo	Porcentaje que considera altos o muy altos los efectos secundarios
Peligrosidad de las vacunas infantiles	13,7%
Pseudociencia/Bulo	Porcentaje que no tienen en cuenta la opinión médica al seguir una dieta o lo hacen muy raramente
No considerar opiniones médicas probadas	25%
Pseudociencia/Bulo	Porcentaje que muestran muy en desacuerdo, o bastante en desacuerdo, o ni de acuerdo ni en desacuerdo respecto a la afirmación
“Las decisiones sobre asuntos de interés general relacionados con la ciencia y la tecnología es mejor dejarla en manos de expertos”	24,5%
Pseudociencia/Bulo	Porcentaje que considera poco o nada científico la quimioterapia
Peligrosidad de los tratamientos químicos	3,5%

Otro estudio clave para este TFM es el llevado a cabo por Quevedo-Ortiz *et al* (2019) que aborda el impacto de las pseudociencias en la educación. En él se analizan de manera cuantitativa diversas creencias pseudocientíficas en alumnos/as de 1º y 3º de la ESO (segmentado por sexos), así como una autovaloración del grado de escepticismo, y proponen una serie de actividades posteriores encaminadas a revertir dichas creencias. Las pseudociencias incluidas en este estudio son las siguientes: criptozoología, astrología,

radiestesia, fisiognomía, quiromancia y superstición. Para todas ellas encontraron de media que los alumnos/as, indicaban estar en desacuerdo y por lo tanto ser escéptico frente a las mismas, no encontrando diferencias significativas entre cursos, y destacando un mayor nivel de aceptación de creencias como la radiestesia. Sí se observó diferencias entre géneros respecto algunas temáticas, resultando más partidarias de la astrología y la quiromancia las chicas y de la ufología y la fisiognomía los chicos. El grado de escepticismo alcanzado en este estudio choca con aquel propuesto por la Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España. Si bien hay que tener en cuenta que ni trabajan sobre una misma muestra de población ni tratan exactamente los mismos temas.

Igualmente interesante resulta la propuesta de Tobacyk JJ (2004), puesto que también se enfoca en estudiantes y de una manera global plantea una propuesta de encuesta para analizar el grado de penetración de diversas creencias paranormales entre ellos. Así analiza las creencias religiosas, parasicología, brujería, superstición, espiritismo, formas de vida no ordinarias y precognición, Aunque este estudio no trate los aspectos directamente analizados en el presente TFM, se ha estandarizado y ha sido utilizada como base o bibliografía de posteriores análisis análogos, por lo que tiene un especial interés, al usarse como base indicando que sería interesante lograr una encuesta normalizada que permitiese valorar el grado de penetración de pseudociencias si no a nivel mundial sí de España.

Gracias a estos tres estudios, se remarca aún más la importancia de conocer el grado de aceptación de las pseudociencias entre los alumnos/as, así como enseñarles a plantearse la veracidad de las mismas. En qué información creer, es de vital importancia, pues sólo el conocimiento real, es decir, aquel que surge de una profunda reflexión crítica, puede servir de escudo frente a las soluciones falsas que presentan las pseudociencias.

5. METODOLOGÍA

En este TFM se ha diseñado una herramienta capaz de cuantificar y estudiar el alcance de la penetración de las pseudociencias entre los estudiantes de 3º y 4º de la ESO, Grado Medio y Superior de FP y Bachillerato. Se trata de una encuesta, denominada “¿Qué es verdad y qué es mentira?”, orientada a conocer el grado de aceptación de las mismas que, en formato telemático, se ha distribuido entre estudiantes de los cursos estudiados. De igual modo, y en paralelo al tratamiento estadístico de los datos recogidos, se ha propuesto un par de sesiones a desarrollar en aula para clarificar tales puntos entre los alumnos/as y revertir, si fuera necesario, esta aceptación. Así pues, siendo ésta una propuesta de intervención mixta (cuantitativa y cualitativa), se ha dividido la metodología en cinco fases: diseño y preparación de la encuesta, difusión y recogida de datos, tratamiento estadístico de la información, propuesta de intervención formativa, y autoevaluación.

5.1 Fase 1: Diseño y Preparación de la Encuesta

Tomando como punto de partida las cuestiones pseudocientíficas planteadas en la Encuesta de Percepción Social de Ciencia y Tecnología en España 2018, así como diversas prácticas combatidas desde las iniciativas “#coNprueba” y “Salud sin Bulos”, se han preparado y adaptado una serie de cuestiones que mediante la plataforma FORMS (forms.office.com) han de responder alumnos/as de 3º y 4º de la ESO, 1º Bachillerato, 2º Bachillerato y Grado Medio y Superior de Formación Profesional, de manera anónima. El fin de esta Con sus contestaciones no se busca evaluarles de manera sumativa o saber si conocen en qué consisten las prácticas sobre las que se les cuestiona, de hecho es igualmente válido si ignoran sus fundamentos, sino simplemente si han oído hablar de ellas y lo relacionan con una práctica científica para poder valorar la cómo la información que ellos reciben puede ser valorada directamente como cierta sin la capacidad de ejercer un juicio crítico.

Estas cuestiones, que suman un total de 35 preguntas, admiten tres posibles respuestas, Verdadero (V), Falso (F), y No sabe/No contesta (NS/NC) (Tabla 3). De igual modo, para evitar aquellas encuestas que hayan sido rellenadas de manera aleatoria, se han incluido diez preguntas de control. Éstas toman en cuenta cuestiones científicas que, en el momento de realizar la encuesta, todos los alumnos/as ya han visto, pues están extraídas o bien de generalidades ya

vistas en las asignaturas relacionadas con ciencias durante 1º y 2º de la ESO o bien, en su mayoría, de conforme al decreto 19/2015, de 12 de junio (BOR Num.79 de 19 de junio de 2015), del Bloque I “Las personas y la salud. Promoción de la salud” de la asignatura de Biología y Geología de 3º de ESO. Así, sólo se darán por válidas aquellas encuestas que presenten bien contestadas cuatro o más cuestiones de control.

Tanto las cuestiones de control como las que versan sobre determinadas pseudociencias son de obligada contestación (sin límite de tiempo) y se presentan repartidas al azar, de tal manera que el alumno en ningún momento pueda establecer un patrón de respuestas. Las indicaciones que recibe el alumno/a se muestran en la Figura 1. De manera que el alumno/a no sabe en ningún momento que existen preguntas de control ni la naturaleza exacta del estudio, tan sólo que se trata de preguntas relacionadas con la salud y que deben contestar según lo crean ellos. Asimismo, y para facilitar una posterior segregación de los resultados, se ha incluido una pregunta concerniente a los estudios actuales en los que se encuentran los alumnos/as en el momento de facilitar sus respuestas.

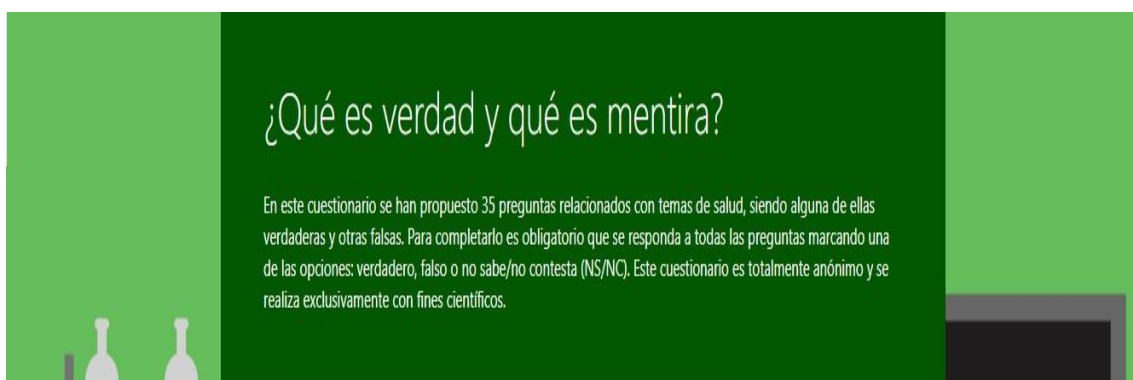


Figura 1. Presentación de la encuesta realizada en FORMS (título e indicaciones).

Con todo lo anterior, la propuesta de encuesta “¿Qué es verdad y qué es mentira?” se constituye con las preguntas indicadas en la Tabla 2.

Tabla 3. Cuestiones incluidas en la encuesta ¿Qué es verdad y qué mentira? (resaltadas en negrita las afirmaciones verdaderas).

¿En qué curso se encuentra actualmente?	3º ESO	4º ESO	1º Bachillerato	2º Bachillerato	FPGM	FPGS
Afirmaciones					V/F	NS/NC
La acupuntura, tal y como han demostrado siglos de uso tradicional en China, es un remedio eficaz para los dolores musculares.						
Hay que evitar los productos químicos para tratarse una enfermedad. Lo natural siempre es mejor.						
Durante la primera relación sexual sí es posible quedarse embarazada.						
Es recomendable suprimir la bollería industrial de nuestra dieta						
Las vacunas infantiles no son seguras, e incluso pueden producir autismo, por lo que la decisión de su administración debe recaer en los padres.						
Las matemáticas son una disciplina científica						
Si algo funciona contra una enfermedad no es necesario probar su eficacia.						
La homeopatía es una disciplina que forma parte de la medicina						
Lo bueno de la homeopatía es que, para curar, utiliza medicamentos naturales que no tienen efectos secundarios.						
Nuestro cuerpo está recorrido por energía. Si somos capaces de equilibrar los chakras (centros de energía según la tradición hindú) nuestro cuerpo sanará.						
Astrología y Astronomía son dos expresiones que se refieren a una misma disciplina científica						
Debemos evitar el consumo de alcohol						
La sanación de una enfermedad es posible si somos capaces de desecharla por encima de un umbral.						
En ciertos casos es recomendable sustituir un tratamiento médico por uno alternativo (homeopatía, acupuntura, etc.)						
El evidente riesgo de contraer la misma enfermedad para la que nos estamos vacunando, hace desaconsejable y muy peligroso el desarrollo de una vacuna contra el coronavirus						
Los antibióticos están recomendados para combatir virus y bacterias						
La fibra alimentaria, aunque no pueda ser asimilada por nuestro sistema digestivo, debe ser incorporada igualmente a la dieta.						
Debemos evitar el consumo de fruta por la noche porque resultan indigestas.						
La astrología es una ciencia que puede ayudar, siempre de forma complementaria, a la medicina en la sanación de enfermedades.						
El reiki (o imposición de manos) es una disciplina científica						
El ser humano no es capaz de producir vitamina C, por lo que es imprescindible incorporar a nuestra dieta alimentos ricos en ella						
El uso de la energía liberada en un abrazo (ciencia conocida como abrazoterapia) ayuda a la curación.						
La acupuntura es una disciplina científica						
Los llamados batidos detox, elaborados con frutas y verduras, desintoxican el cuerpo.						
La biología es una disciplina científica						
Debido a su peligrosidad no se deben tomar alimentos que contengan transgénicos.						
El ejercicio físico moderado favorece una correcta salud cardiovascular.						
Tomar zumo de limón en ayunas es muy bueno para depurar toxinas del cuerpo.						
La homeopatía es una disciplina científica						
Es muy recomendable tomar alimentos <i>light</i> .						
La química es una disciplina científica						
Comer una fruta modificada genéticamente puede cambiar los genes de la persona que la consuma						
El cambio climático es un proceso natural que nada tiene que ver con los gases de efecto invernadero producidos por el hombre						
El Sol gira en torno a La Tierra						
La genética es una disciplina científica						

5.2 Fase 2: Difusión y recogida de datos

Si bien la encuesta estaba pensada para distribuirse tanto en formato físico presencial en aula como telemáticamente, las condiciones epidemiológicas en las que se encontraba inmersa España en el momento de la realización del presente TFM [estado de alerta como consecuencia de la pandemia causada por el virus SARS-CoV-2 (Real Decreto 463/2020 de 14 de marzo, BOE Num 67, de 14 de marzo de 2020)] impidieron cualquier posibilidad de realizarlas en el aula, de tal forma que se optó por una distribución a través del enlace que genera la aplicación FORMS en la cual se ha creado la encuesta. De esta manera, se hizo llegar a diversos alumnos/as, siempre enmarcados dentro de la Comunidad Autónoma de La Rioja, a través de correo electrónico y redes sociales haciendo uso de la red de contactos académicos de la que se disponía de profesores en los cursos anteriormente indicados. La encuesta se mantuvo activa desde el 20 de mayo de 2020 hasta el 8 de junio de 2020.

5.3 Fase 3: Tratamiento estadístico de la información

Una vez cerradas las encuestas y recogidos los datos facilitados en forma de tablas Excel por FORMS, lo primero que se realiza es el descarte de aquellas encuestas que no presentan 4 o más de las afirmaciones de control bien contestadas. La elección de un número de 4 afirmaciones responde a la necesidad de garantizar que la probabilidad de acertar aleatoriamente un número de preguntas dadas no supere nunca el 50%. En este caso, al tratarse de una distribución binomial con una “n” (número de ensayos) de 10, una probabilidad “p” de éxito de 1/3 y de no éxito de 2/3 (consideramos éxito acertar la pregunta y no éxito fallarla o contestar NS/NC) y 4 la variable aleatoria binomial (“x”), obtenemos una probabilidad de éxito aleatorio de 0,2276 (22,76%), siendo la fórmula aplicada: $P(x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{(n-x)}$

Posteriormente, se realizarán diferentes análisis que incluyen el porcentaje de las certezas reconocidas tomando como muestra todos los alumnos/as encuestados (% de respuestas correctas y erróneas respecto al total de afirmaciones verdaderas y % de respuestas NS/NC sobre el total de las afirmaciones), y el porcentaje de penetración de pseudociencias tomando como muestra todos los alumnos/as encuestados, por curso y por temática de pseudociencia (% de respuestas correctas y erróneas respecto al total de cuestiones pseudocientíficas tanto en global, como por curso o temática y % de

respuestas NS/NC sobre el total de las afirmaciones tanto en global, como por curso o temática), indicando en el análisis por grupo la media de los porcentajes del grupo generado, así como la desviación típica. Para los grupos de estudio en función de la temática de pseudociencias se agruparon las afirmaciones tal y como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Agrupación de las preguntas de la encuesta ¿Qué es verdad y qué es mentira? por temática de las pseudociencias o bulos científicos incluidos.

Concepto	Afirmaciones asociadas
Acupuntura	<ul style="list-style-type: none"> - La acupuntura, tal y como han demostrado siglos de uso tradicional en China, es un remedio eficaz para los dolores musculares. - La acupuntura es una disciplina científica
Homeopatía	<ul style="list-style-type: none"> - La homeopatía es una disciplina que forma parte de la medicina. - Lo bueno de la homeopatía es que, para curar, utiliza medicamentos naturales que no tienen efectos secundarios. - La homeopatía es una disciplina científica.
Vacunas	<ul style="list-style-type: none"> - Las vacunas infantiles no son seguras, e incluso pueden producir autismo, por lo que la decisión de su administración debe recaer en los padres. - El evidente riesgo de contraer la misma enfermedad para la que nos estamos vacunando, hace desaconsejable y muy peligroso el desarrollo de una vacuna contra el coronavirus covid-19.
Energías	<ul style="list-style-type: none"> - Nuestro cuerpo está recorrido por energía. Si somos capaces de equilibrar los chakras (centros de energía según la tradición hindú) nuestro cuerpo sanará. - La sanación de una enfermedad es posible si somos capaces de desearla por encima de un umbral. - El reiki (o imposición de manos) es una disciplina científica. - El uso de la energía liberada en un abrazo (ciencia conocida como abrazoterapia) ayuda a la curación.
Dietas	<ul style="list-style-type: none"> - Debemos evitar el consumo de fruta por la noche porque resultan indigestas. - Los llamados batidos detox, elaborados con frutas y verduras, desintoxican el cuerpo. - Tomar zumo de limón en ayunas es muy bueno para depurar toxinas del cuerpo. - Es muy recomendable tomar alimentos <i>light</i>.
Astrología	<ul style="list-style-type: none"> - Astrología y Astronomía son dos expresiones que se refieren a una misma disciplina científica. - La astrología es una ciencia que puede ayudar, siempre de forma complementaria, a la medicina en la sanación de enfermedades.
Ciencia y método científico	<ul style="list-style-type: none"> - Si algo funciona contra una enfermedad no es necesario probar su eficacia. - En ciertos casos es recomendable sustituir un tratamiento médico por uno alternativo (homeopatía, acupuntura, etc.) - El cambio climático es un proceso natural que nada tiene que ver con los gases de efecto invernadero producidos por el hombre. - Los antibióticos están recomendados para combatir virus y bacterias. - El Sol gira en torno a La Tierra. - Debido a su peligrosidad no se deben tomar alimentos que contengan transgénicos. - Comer una fruta modificada genéticamente puede cambiar los genes de la persona que la consuma. - Hay que evitar los productos químicos para tratarse una enfermedad. Lo natural siempre es mejor.

5.4 Fase 4: Propuesta de intervención formativa

En concordancia con el objetivo final del trabajo, revertir la penetración de pseudociencias si fuera necesario, originalmente se propuso una intervención formativa *in situ* en el aula, de tal forma que los alumnos/as no se quedaran en un simple objeto de estudio, sino que se convirtieran en parte activa de la lucha contra las pseudociencias al convertirse en vectores de información. Aunque fue imposible realizar esta propuesta, se sugería para ello se una charla divulgativa de una duración de 2 sesiones de unos 50 minutos encaminada a clarificar y ampliar todos los conceptos a los que se enfrentaron los alumnos/as en el momento de contestar la encuesta. Así, mediante el uso de diapositivas como base, los puntos a tratar serían los siguientes: qué es la ciencia y el método científico, qué son las pseudociencias y qué peligros conllevan, qué sabemos de las diversas afirmaciones vertidas en la encuesta y qué hay de científico en ello, del mismo modo se remarcará el valor de obtener información fidedigna y se darán unas pautas para saber dónde buscarla. Asimismo, antes de finalizar las dos sesiones indicadas, se reservarían unos 20 minutos para un turno de ruegos y preguntas en el que los alumnos/as puedan expresar libremente sus dudas respecto a cualquier aspecto relacionado, así como casos reales que conozcan, estableciendo así una relación con su entorno y despertando su curiosidad.

5.5 Fase 5: Autoevaluación

Con el fin de poder verificar la eficacia de la propuesta de intervención didáctica y la reducción del grado de penetración de las pseudociencias, es decir, el objetivo final de la propuesta de este TFM, se propone volver a pasar la encuesta a los mismos alumnos/as un curso o año después con el fin de realizar el mismo tratamiento estadístico y poder así comparar los resultados entre sí.

Si bien ésta era la idea original, debido a la declaración del estado de alarma nos vimos obligados a modificar el apartado “5.2 Fase 2: Difusión y recogida de datos” para que las encuestas sólo tuviesen el formato online de la plataforma FORMS, obviando la posibilidad de difusión presencial en el aula. Con esta medida se pudo continuar con el TFM, pero al imposibilitar la trazabilidad del origen de las encuestas resulta mucho más complejo contactar con los mismos estudiantes para poder realizar esta fase de autoevaluación.

6. RESULTADOS

Se obtuvieron un total de **91 encuestas** completadas distribuyéndose el porcentaje de participación como sigue: 36 alumnos/as de 3º ESO (39,6%), 27 alumnos/as de 4º ESO (29,7%), 14 alumnos/as 1º Bachillerato (15,4%), 9 alumnos/as de FP Grado Medio (9,9%), y 5 alumnos/as de FP Grado Superior (5,5%). Todos los encuestados reconocieron 4 o más de las certezas, reconociendo una media de 8,7 de las mismas [número de alumnos/as (afirmaciones reconocidas): 2 (4) 1 (5), 4 (6), 8 (7), 14 (8), 35 (9), y 27 (10)], de manera que las 91 encuestas fueron incluidas.

6.1 Resultados globales certezas y falsedades

Los resultados globales del reconocimiento de las afirmaciones verdaderas se muestran en la Figura 2 y 3. Si analizamos estas **certezas**, aquellas relativas a las disciplinas científicas, el porcentaje de respuestas negativas es apenas anecdótico, exceptuando las respuestas relativas a la genética en la cual alcanza un valor de 15,4%. Ello puede ser debido a que es una rama del conocimiento que no asocian a una asignatura en concreto, como sí lo son las otras, y que por su cercanía a su vida escolar son capaces de reconocer sin problemas. En relación con las certezas relativas a la salud, que son conocimientos ya tratados y supuestamente adquiridos por los alumnos en el momento de la realización de la encuesta, sorprenden especialmente aquéllas relativas a la alimentación. En el caso de la vitamina C un 14,3% piensa que no es necesario ingerirla, a lo que habría que añadir un 17,6% de indecisos. Teniendo en cuenta que se trata de un nutriente imprescindible, que su déficit puede ocasionar graves problemas de salud se cree necesario insistir sobre la importancia de una dieta variada y rica en verdura y fruta (fuentes de vitamina C). El mismo caso sucede con la fibra, aunque en este caso menos marcado, pues sólo un 9,8% de los alumnos considera que no es necesario ingerirla, a lo que habría que añadir un 9,8% que se muestran indecisos. Por otro lado, un 12,1% de alumnos/as creen que no es necesario evitar la bollería industrial y un 14,3% de los alumnos/as piensa que no se debe evitar su consumo. Más allá de las cuestiones relacionadas con la alimentación encontramos aquélla relacionadas con la posibilidad de quedarse embarazada en la primera relación sexual, que, si bien se ha contestado mayoritariamente afirmativamente, existe un porcentaje de alumnos/as que piensa que no es posible, 3,2%, o NS/NC, 3,2%, por lo que parece necesario

seguir insistiendo en la formación en educación sexual. En contraposición a esto se observa un elevado porcentaje de respuestas positivas, un 95,6%, que considera positivo la realización de ejercicio moderado, destacando cómo ha llegado a calar entre ellos la visión positiva del deporte.

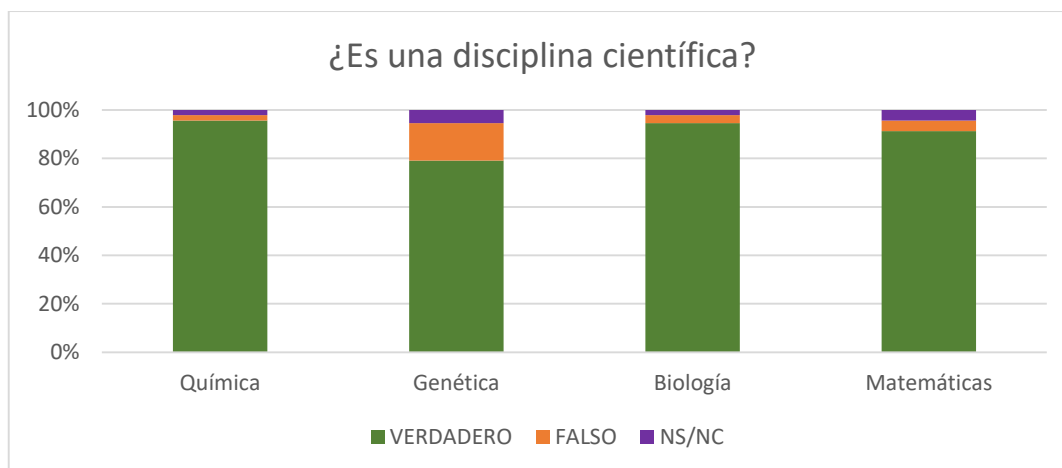


Figura 2. Porcentaje del total de alumnos encuestados que consideran verdadero, falso o NS/NC las materias química, genética, biología y/o matemáticas como ciencias científicas.

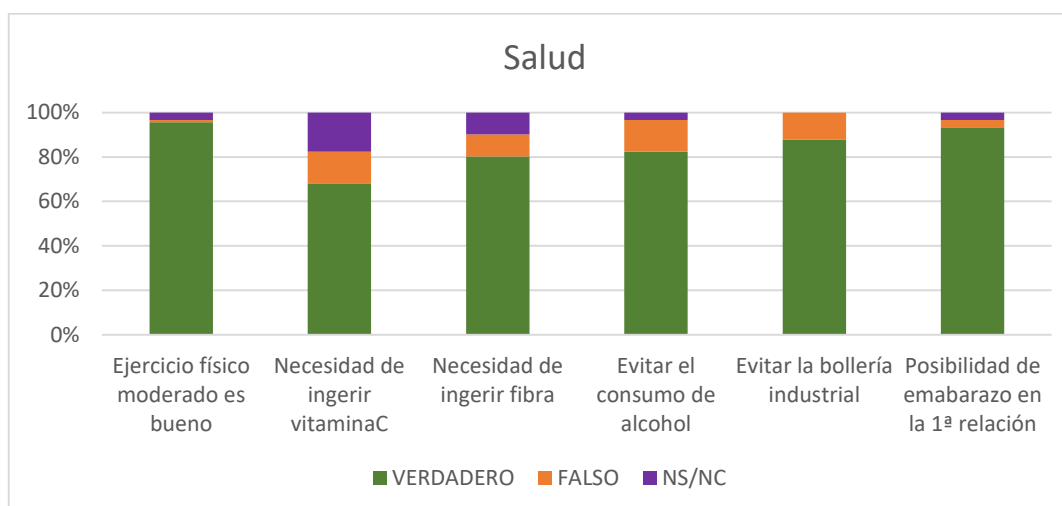


Figura 3. Porcentaje del total de alumnos encuestados que consideran verdadero, falso o NS/NC las afirmaciones indicadas en relación a la salud.

Analizando los **cursos de manera global**, esto es, tomando todos los cursos en conjunto, obtenemos que, para un total de 91 encuestas (2275 preguntas) un 23,6% de los alumnos encuestados (536 respuestas) contestaron de forma afirmativa a cuestiones relacionadas con las pseudociencias, un 19,3% (438 respuestas) mostraron dudas, es decir, contestaron NS/NC y un 57,2% (1301) contestaron negativamente. Ahora bien, si se analizan las respuestas verdaderas y falsas por curso (Tabla 5) se observa que el porcentaje más bajo de aceptación se encuentra entre los alumnos de 3º ESO con una media de 18,3%,

sustancialmente inferior a 4º ESO, un 27,6%; 1º Bachillerato, un 27,4%; y GM de Formación Profesional, un 27,1%; y GS de Formación Profesional, un 22,4%. Además, son éstos, los alumnos de 3º ESO, quienes presentan la desviación típica más baja, de un 13,7%, evidenciando así un mayor grado de homogeneización entre ellos. Por contra, quienes presentan un menor grado de homogeneización son los alumnos de Grado Medio, alcanzado su desviación típica un valor de 26,1%. Estos datos ponen de manifiesto dos posibles hechos. El primero es que, de una manera general, el grado de penetración de las pseudociencias entre los estudiantes no es despreciable, sino que presenta porcentajes en todos los cursos incompatibles con los objetivos de etapa que se debieran alcanzar durante sus estudios de ESO tal y como se indica en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre (BOE Num 3, de 3 de enero de 2015), más concretamente el objetivo de etapa k): “Conocer y aceptar el funcionamiento del propio cuerpo y el de los otros, respetar las diferencias, afianzar los hábitos de cuidado y salud corporales e incorporar la educación física y la práctica del deporte para favorecer el desarrollo personal y social. Conocer y valorar la dimensión humana de la sexualidad en toda su diversidad. Valorar críticamente los hábitos sociales relacionados con la salud, el consumo, el cuidado de los seres vivos y el medio ambiente, contribuyendo a su conservación y mejora”. El segundo hecho apunta a una idea que, *a priori*, no sería la esperada, puesto que son precisamente aquellos alumnos que más formación han recibido quienes peores resultados han reportado en la encuesta, pudiendo indicar que, si bien los conocimientos son impartidos en el curso que corresponde, éstos no se fijan en la mente de los alumnos y acaban siendo olvidados. De ahí la importancia de basar los procesos de enseñanza-aprendizaje en el modelo constructivista y, además, de promover una correcta correlación de los conocimientos ya adquiridos con los nuevos que se están cursando. Por otro lado, los datos referentes a las respuestas relativas a NS/NC confirman la tendencia ya comentada, mostrando tanto un menor porcentaje de media de dudas entre los alumnos de 3º de ESO, con un valor del 15%, como de desviación típica, con un valor del 9,6%. De igual modo los alumnos que muestran más dudas son aquéllos que están cursando GM de Formación Profesional, cuya media de porcentajes de respuestas NS/NC es de 27,1%, y el de su desviación típica de 12,9 %.

Tabla 5. Número de respuestas, porcentaje y desviación estándar a las 25 afirmaciones correspondientes a las respuestas verdadero y NS/NC de las pseudociencias o bulos científicos incluidas en este TFM por curso escolar.

Curso (nº encuestas)	Respuestas						Total preguntas/cursos
	Verdaderas			NS/NC			
	Nº	%	σ (%)	Nº	%	σ (%)	
3º ESO (36)	165	18,3%	13,7	135	15%	9,6	900
4º ESO (27)	186	27,6%	18,4	157	23,3%	13,9	675
1º Bachillerato (14)	96	27,4%	22,3	63	18%	12,9	350
FPGM (9)	61	27,1%	26,1	61	27,1%	12,9	225
FPGS (5)	28	22,4%	24,0	22	17,6%	18,5	125

6.2 Resultados globales por temática de pseudociencia

Otro análisis a realizar, consiste en ver si todas las pseudociencias incluidas en este estudio están consideradas igual de creíbles o no según la temática de las mismas. Así pues, a continuación se analizan las cuestiones agrupadas tal y como se recoge en el apartado “5.3 Fase 3: Tratamiento estadístico de la información” (Tabla 4), analizando tanto los valores en sí, como siempre que sea posible con los valores esperables de conforme a la Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y Tecnología en España en 2018 (Tabla 2).

Acupuntura:

Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 4. Llama la atención comprobar que mientras el porcentaje de alumnos que lo considera un remedio eficaz asciende al 54%, su concepción como disciplina científica, que sólo llega al 22% de aceptación, es muy similar al valor esperado según los datos recogidos por la encuesta de Percepción Social de la Ciencia y Tecnología, esto es, un 22,10%. Esta diferencia correspondiente a un 32% alerta de la dificultad de los alumnos para asimilar ciencia con hechos probados. De igual modo destaca el 68% de indecisos respecto a considerar la acupuntura como una disciplina científica, un porcentaje de alumnos/as que, si no son formados adecuadamente, pueden decantarse tanto por una cosa como por la otra; siendo, pues, un posible remanente de personas a las que atraer hacia la acupuntura mediante embustes y desinformaciones, que asemejan una falsa naturaleza académica y que buscan, en última instancia, ganarse la confianza de cuantos se acercan a ellos.

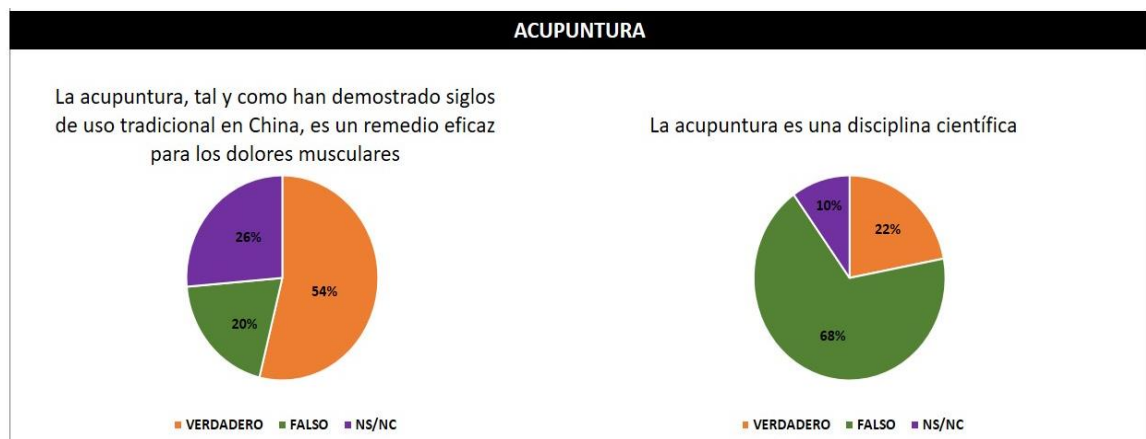


Figura 4. Porcentajes del total de las respuestas verdadero, falso o NS/NC sobre acupuntura.

Homeopatía:

Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 5. Se observa que mientras sólo un 17% la considera una disciplina científica, el 25% la incluye dentro de la medicina. Si bien ambos valores se acercan al valor medio esperado, un 23,2%, ese 8% de diferencia entre ambos apunta a que una parte de los estudiantes no tiene claro si la medicina es o no una disciplina científica. Por otra parte, choca que si sólo un 25% la considera parte de la medicina, un 39% considera que cura y que, además, usa medicamentos. Esto pone de manifiesto otra incoherencia en el pensamiento de los alumnos/as, pues vuelven a caer en la falacia de no asimilar medicina con curación, sino con una simple vía más que lleva a la curación, dando por hecho que las evidencias no son necesarias para considerar válido un medicamento. De igual modo encontramos un elevado porcentaje, 49%, de alumnos que NS/NC a la hora de calificarla de disciplina científica, o un 45% a la hora de incluirla en la medicina. Igual que sucede en el caso de la acupuntura, los homeópatas, es decir, los practicantes de esta pseudociencia, tratan de ganarse la confianza de cuantos pueden mediante una imagen científica, académica, sin olvidar que se venden sus productos en farmacias dándole valor a sus palabras.

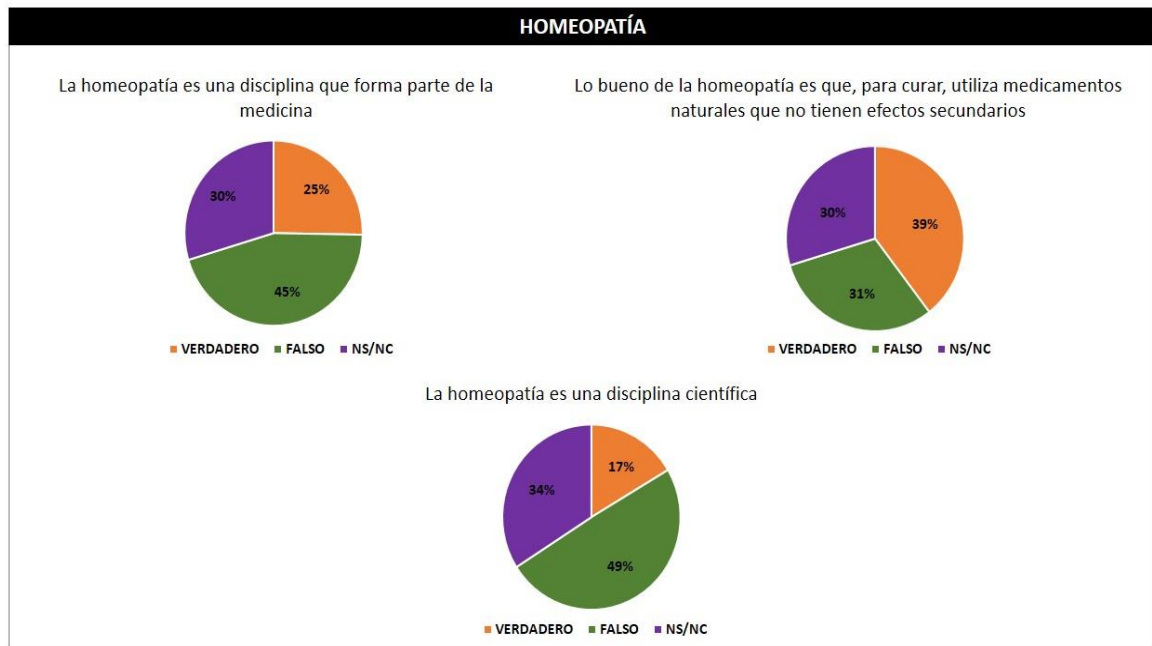


Figura 5. Porcentajes del total de las respuestas verdadero, falso o NS/NC sobre homeopatía.

Vacunas:

Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 6. Quizás sea éste el punto más homogéneo tanto respecto a las preguntas entre sí, pues sólo un 11% las considera no seguras y un 12% considera peligroso el desarrollo de una vacuna contra el coronavirus, como a los resultados esperables, que asciende a un 13,6%. No obstante, no se puede dejar pasar por alto el momento en el que se desarrolló el presente estudio, pues coincidió con el estado de alerta decretado por la pandemia producida por la COVID-19. Con ello destaca que, si bien los valores son parecidos a los esperables, no lo son las condiciones en las que se encontraban en ambos casos los alumnos entrevistados. Mientras en 2018 la peligrosidad de las vacunas podía considerarse un bulo científico más, en mayo-junio de 2020 el desarrollo de una vacuna contra el COVID-19 ocupaba gran parte de la información diaria tratada por los medios de comunicación. Es por ello que debe preocupar que sólo hayamos conseguido reducir en torno al 2% la concepción de peligrosidad de las vacunas y que, aun siendo una de las grandes preocupaciones de la sociedad tal y como muestra el barómetro del mes de mayo de 2020 elaborado por el Centro de Investigaciones Sociológicas (www.cis.es/cis/export/sites/default/-Archivos/Marginales/3280_3299/3281/es3281mar.pdf), parece ser ésta una práctica pseudocientífica bien asentada entre nuestros estudiantes. Lo cual viene apoyado al comprobar que los porcentajes correspondientes a NS/NC son elevados (25% y 16%). Por otro lado, este nivel

de indecisión contrasta con la formación recibida puesto que un estándar de aprendizaje evaluable en el “Bloque I: las personas y la salud. Promoción de la salud.” de la asignatura de Biología y Geología de 3º de la ESO es el siguiente: Explica en qué consiste el proceso de inmunidad, valorando el papel de las vacunas como método de prevención de las enfermedades. Pudiéndose considerar estos resultados como indicador del incorrecto enfoque y tratamiento que se le está dando a las vacunas en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

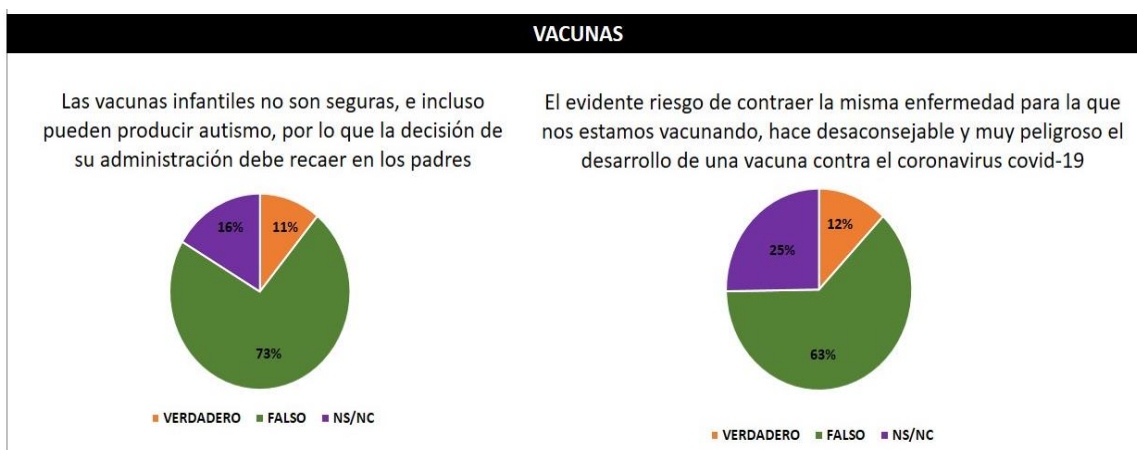


Figura 6. Porcentajes del total de las respuestas verdadero, falso o NS/NC sobre vacunas.

Energías:

Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 7. Igual que sucede con otras materias pseudocientíficas, en el uso de las llamadas energías (asimilado al empleo del reiki) sorprende que mientras un escaso porcentaje de alumnos, apenas un 3%, lo considera una disciplina científica, muy alejado del 17,2% esperable, se presentan porcentajes relativamente altos cuando se trata de aceptar su validez como remedio curativo: 19% en relación al deseo de sanar; 14% en relación a los chakras; y 23% en relación a la energía de los abrazos. Igual que sucede con otras pseudociencias, relacionándolo con la educación, los practicantes y los que creen en las energías sanadoras confunden intencionadamente el concepto de energía desde el punto de vista de la física como disciplina científica (capacidad para realizar un trabajo) y el que propone esta pseudociencia (un flujo de energía vital que recorre el cuerpo), lo que podría justificar los porcentajes tan elevados que muestran las respuestas de NS/NC, que en ningún caso baja del 50%.

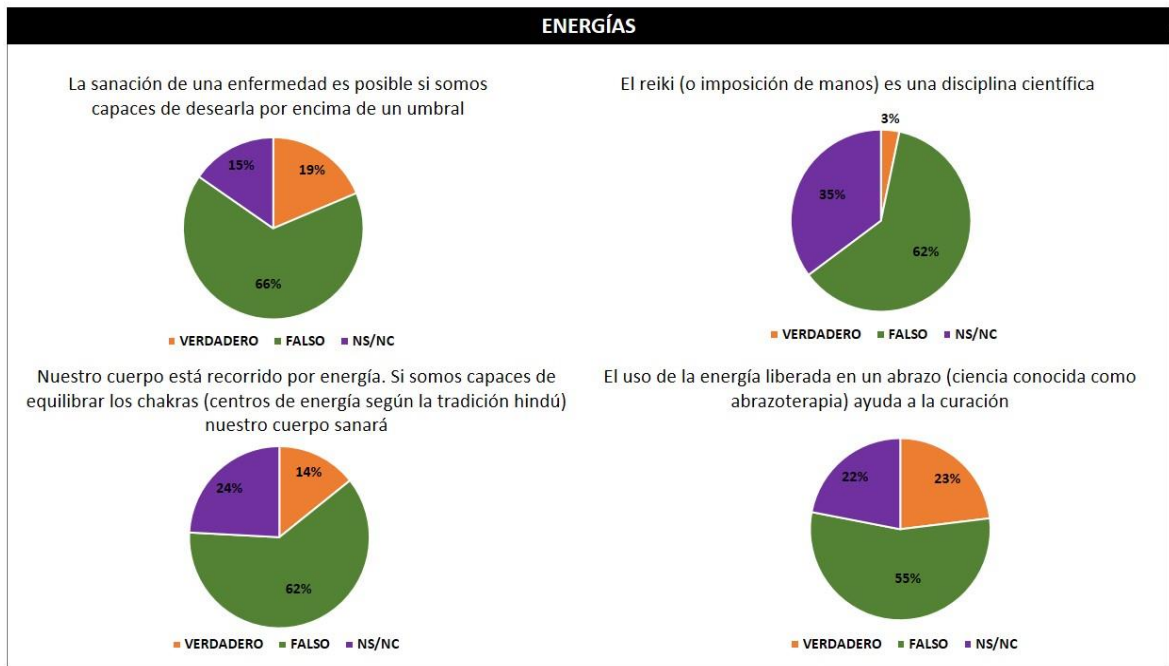


Figura 7. Porcentajes del total de las respuestas verdadero, falso o NS/NC sobre energías.

Diets:

Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 8. Según los datos, este apartado genera bastante confusión entre los alumnos/as, probablemente fruto del enorme interés que despierta en la sociedad actual (somos lo que comemos). Los resultados esperados mostraban que, un 25% de personas no tienen en cuenta las opiniones médicas a la hora de seguir una dieta y un 24,5%, como mínimo, se encontraban indecisos a la hora de reconocer la validez de las decisiones científicas tomadas por expertos, quedando estos porcentajes muy por debajo de las respuestas obtenidas en este estudio. Destaca el elevado porcentaje de aceptación del uso del limón para depurar toxinas, un 58%, o el uso de batidos detox, un 39%, al compararlo con el relativamente bajo, un 18%, respecto al grado de indigestión de tomar frutas por la noche, puesto que las tres afirmaciones carecen de pruebas y, *a priori*, presentan el mismo grado de incoherencia, esperando resultados similares. De manera general, son elevados y, si tenemos en cuenta las cuestiones relativas a las desintoxicaciones (limón en ayunas y batidos detox) y sus porcentajes de aceptación, éstos superan al de la respuesta de NS/NC. Los resultados muestran concordancia como se verá a en el apartado de ciencia y método científico, con la tan extendida apelación a lo natural, es decir, identificar lo natural con lo sano, y viceversa. Por otra parte es interesante señalar el hecho de que la información facilitada por las etiquetas de

los alimentos no es comprendida por los alumnos, ya que un 49% de los alumnos/as no es consciente del significado del término *light*, que no es sino un declaración nutricional recogida por el Reglamento 1924/2006 (Reglamento CE Num 1924/2006, de 20 de diciembre de 2006) y que tan sólo refleja el valor nutricional de un alimento en comparación con otro similar, mostrando, en todo caso, una reducción de al menos un 30% en la característica resaltada pero que en ningún caso puede ser identificado con un sinónimo de producto sano.

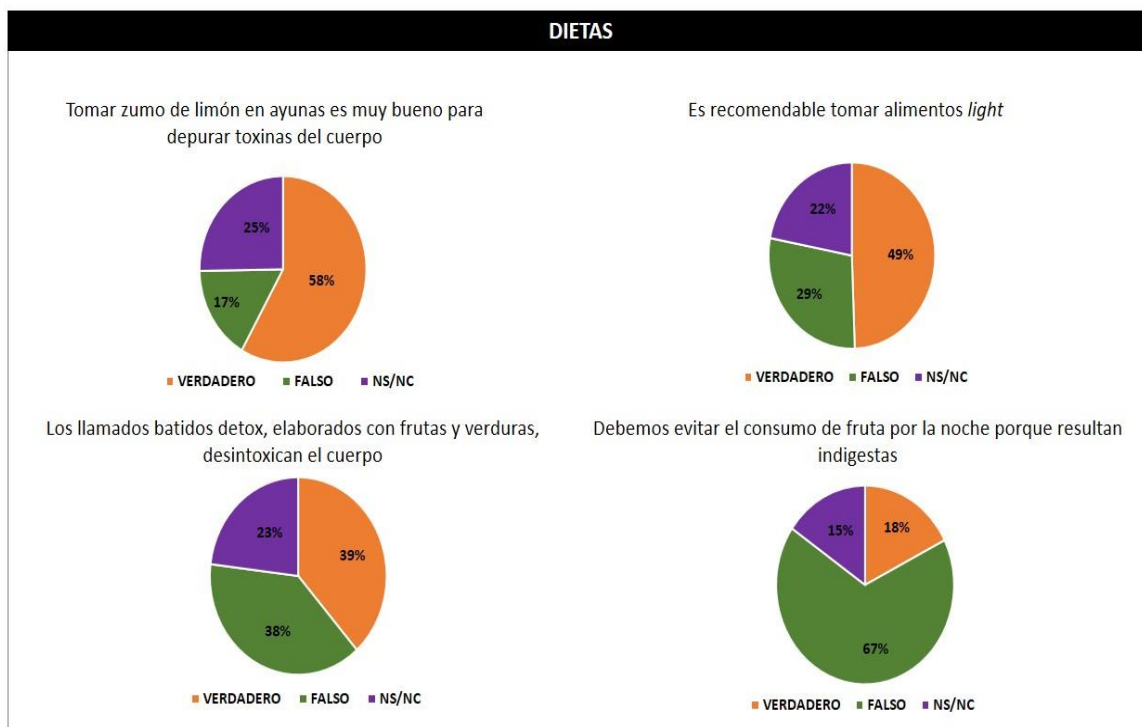


Figura 8. Porcentajes del total de las respuestas verdadero, falso o NS/NC sobre dietas.

Astrología:

Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 9. En el caso de la astrología (pseudociencia) y su confusión con la astronomía (ciencia que se ocupa del estudio de los cuerpos celestes del universo) sorprende el elevado porcentaje de respuestas NS/NC que ambas cuestiones presentan, mostrando claramente la enorme confusión que se genera por parte de esta pseudociencia. Siendo la astronomía una disciplina respetada y de probada valía científica, y con la que los alumnos/as están familiarizados desde 1º de la ESO [Bloque II. “La Tierra en el Universo” de la asignatura de Biología y Geología, según el decreto 19/2015, de 12 de junio (BOR Num.79 de 19 de junio de 2015)], sólo el 19% de los alumnos logra diferenciarla de la astrología. Aunque, sólo un 14% llega a afirmar que puede ser usada como complemento a la medicina para la sanación, por debajo del 24,5% que se esperaría que se mostrasen indecisos a

la hora de reconocer la validez de las decisiones científicas tomadas por

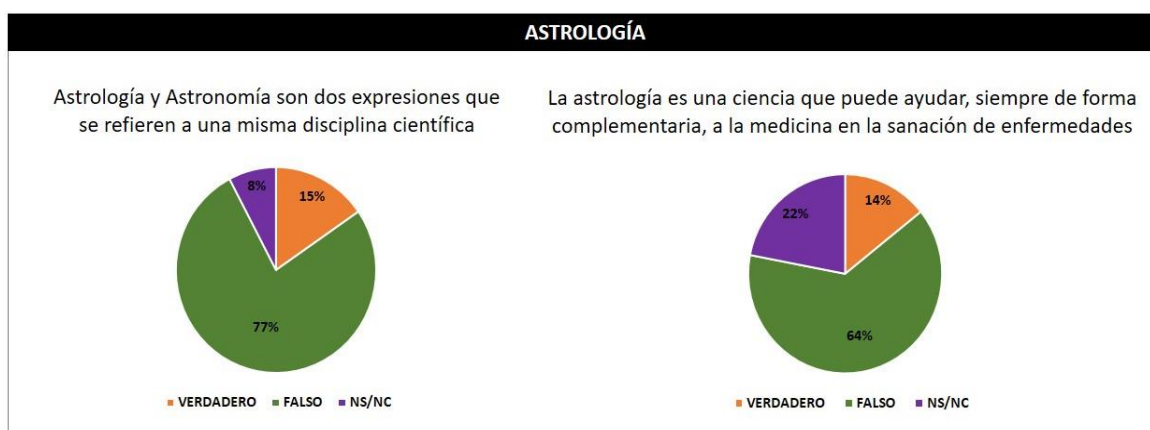


Figura 9. Porcentajes del total de las respuestas verdadero, falso o NS/NC sobre astrología.

Ciencia y Método Científico:

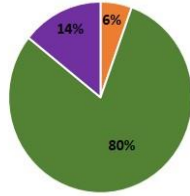
Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 10. En este grupo se incluyen diversas afirmaciones que tienen en común su incompatibilidad con el método científico. En primer lugar, y como ya se ha comentado, debido a la creencia de que lo natural siempre es mejor, encontramos las cuestiones relacionadas con los transgénicos. Sorprende que el 38% de los alumnos/as considere peligroso tomar transgénicos pero sólo un 6% opine lo mismo cuando se les concreta esa cuestión en forma de ingesta de fruta modificada genéticamente. Poniendo de manifiesto la gran confusión existente en torno a los transgénicos y, en general, a la biotecnología, sobre todo cuando los resultados esperables deberían estar sobre el 24,5% que es el porcentaje de encuestados que, como mínimo, se muestran indecisos a la hora de reconocer la validez de las decisiones científicas tomadas por expertos. Por otro lado, en las cuestiones relacionadas con el planeta Tierra asombra encontrar que un 8% de alumnos piensa que el Sol gira en torno a la Tierra, si bien puede deberse a una lectura rápida aunque equivocada de la pregunta, pues es éste un concepto de largo recorrido académico a lo largo de los diferentes cursos tanto de la educación primaria como secundaria. Más destaca que el 12% de alumnos considera que el ser humano nada tiene que ver con el cambio climático. Si bien es cierto que queda por debajo del esperable 24,5% que se muestran indecisos a la hora de reconocer la validez de las decisiones científicas tomadas por expertos, sí asombra comprobar que en una cuestión de amplio interés social y repercusión en medios (recordemos que en diciembre de 2019 se celebró en

Madrid la COP-25, www.miteco.gob.es/es/cop25/) aparece un porcentaje tan elevado, al que además habría que añadir un 7% de alumnos/as que han respondido NS/NC.

Las respuestas obtenidas en relación al uso de productos químicos para tratarse una enfermedad, son destacables, pues si el resultado esperable debería estar en torno al 3,5%, que corresponde al porcentaje de alumnos que considera poco o nada científico la quimioterapia, éste se sitúa en un 25%. Considerar peligroso un producto químico recetado por un médico, esto es, un medicamento, puede llevar al abandono de tratamiento y, en consecuencia, al agravamiento de la enfermedad de partida. Si además se considera la cuestión relativa a los antibióticos, en la que los alumnos no tienen claro qué es un antibiótico, a la problemática del abandono de tratamientos se suma el de la creación de nuevas resistencias por un posible más uso de los antibióticos. Se pone de manifiesto que existe una gran confusión en torno a los medicamentos, pues o bien hay alumnos/as que prefieren evitarlos, o bien no tienen claro su uso y no entienden su rango de acción. Siguiendo con los tratamientos médicos, y en consonancia con el método científico, sólo un 4% considera que no es necesario probar la eficacia de un medicamento si funciona. Aunque este dato choca con los porcentajes a favor de la eficacia de pseudociencias obtenidos en los apartados de acupuntura (54%) y homeopatía (39%), lo que da idea de la enorme confusión existente cuando se trata de reconocer los principios del método científico y las características que debe tener un medicamento para ser considerado como tal. Por último, el porcentaje obtenido en la cuestión acerca de sustituir un tratamiento médico por uno alternativo (homeopatía, acupuntura, etc.), es elevado, considerando un 29% de los alumnos/as que en ciertos casos puede ser recomendable, asumiendo de este modo que las pseudociencias descritas pueden situarse en el mismo plano que la medicina, o incluso colocarse por encima; y hay que añadir a esta situación que el 29% de alumnos/as contestan NS/NC. Sin duda, estos valores son incompatibles con los supuestos conocimientos que deberían haber adquirido los alumnos, por lo que algo falla en los procesos de enseñanza-aprendizaje cuando se trata de explicar las cuestiones relacionadas con la salud.

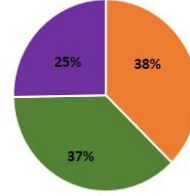
CIENCIA Y MÉTODO CIENTÍFICO

Comer una fruta modificada genéticamente puede cambiar los genes de la persona que la consuma



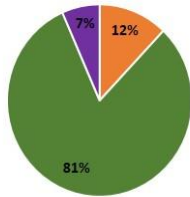
■ VERDADERO ■ FALSO ■ NS/NC

Debido a su peligrosidad no se deben tomar alimentos que contengan transgénicos



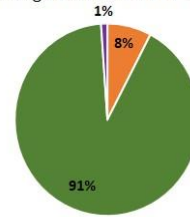
■ VERDADERO ■ FALSO ■ NS/NC

El cambio climático es un proceso natural que nada tiene que ver con los gases de efecto invernadero producidos por el hombre



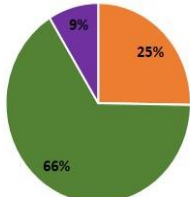
■ VERDADERO ■ FALSO ■ NS/NC

El Sol gira en torno a La Tierra



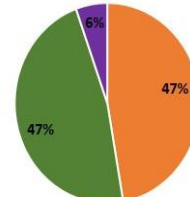
■ VERDADERO ■ FALSO ■ NS/NC

Hay que evitar los productos químicos para tratarse una enfermedad. Lo natural siempre es mejor



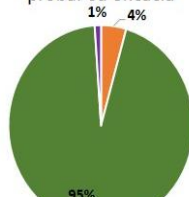
■ VERDADERO ■ FALSO ■ NS/NC

Los antibióticos están recomendados para combatir virus y bacterias



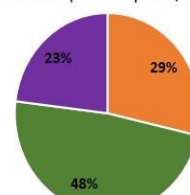
■ VERDADERO ■ FALSO ■ NS/NC

Si algo funciona contra una enfermedad no es necesario probar su eficacia



■ VERDADERO ■ FALSO ■ NS/NC

En ciertos casos es recomendable sustituir un tratamiento médico por uno alternativo (homeopatía, acupuntura, etc.)



■ VERDADERO ■ FALSO ■ NS/NC

Figura 9. Porcentajes del total de las respuestas verdadero, falso o NS/NC sobre ciencia y método científico.

6.3 Resultados por temática de pseudociencia según el curso

El último análisis muestra cómo se comportan por curso a las diferentes temáticas pseudocientíficas (en anexo 1 se incluye una tabla correspondiente al número de respuestas y porcentaje de las respuestas verdadero y NS/NC de cada una de las 25 afirmaciones de las pseudociencias o bulos científicos, así

como la media aritmética y desviación estándar de cada una de las respuestas verdadero y NS/NC). Seis del total de preguntas presenta una elevada disparidad de resultados, ya que la desviación típica hallada es superior a 15%. Esto señala un elevado grado de dispersión entre los alumnos de los diferentes cursos estudiados. La primera de ellas se refiere a la ingesta de zumo de limón, y arroja una desviación de 15,38%, observándose valores de la media que van del 40% en GS de Formación Profesional a 71,40% en 1º de Bachillerato. La segunda es la referida a los alimentos *light*, que presenta una desviación del 25,56%, presentando valores de la media que van del 33,30% en 3º ESO a 80% en GS de Formación Profesional. La tercera es la cuestión relacionada con el deseo de sanar por encima de un umbral determinado, con una desviación típica de 17,65% y valores de la media que van del 0% en 1º de Bachillerato al 40% en GS de Formación Profesional. La cuarta cuestión es la relacionada con la homeopatía y la curación, con una desviación típica de 17,95%, esta vez observándose valores de la media que van del 20% en GS de Formación Profesional al 66,70% de GM de Formación Profesional. La quinta cuestión es la referida al cambio climático, que presenta una desviación típica de 15,36%, yendo los valores de la media del 0% en Grado Medio al 40% en GS de Formación Profesional. Y, la sexta cuestión, aquella referida a los antibióticos, presentado una desviación típica de 16,26%, la mayor de todas las estudiadas, con unos valores de la media que van de 36,10% en 3º de ESO a 77,80% GM de Formación Profesional. Por contra encontramos 2 cuestiones que presentan el grado más bajo de dispersión entre los diferentes cursos, por debajo de una desviación típica del 5%. Estas son aquella referida a la concepción del reiki como disciplina científica, con una desviación del 2,63%, y aquella relacionada con la ingesta de fruta transgénica, con una desviación típica de 4,82%. En general podemos observar cómo los porcentajes más bajos de respuestas afirmativas entre estudiantes de la ESO son los correspondientes a los alumnos de 3º de ESO, como ya se había comentado, y que, conforme los alumnos van avanzando en su vida académica, exceptuando los resultados correspondientes a la Formación Profesional, los cuales incluyen un número de encuestados inferior, pudiéndose distorsionar los resultados, éstos aumentan.

Si se extiende el análisis a las agrupaciones de respuestas propuestas, encontramos que los valores más altos y homogéneos entre sí de desviaciones

típicas son los correspondientes al grupo de las dietas, con valores en sus cuestiones de 15,4%, 16,6%, 14,2% y 12,9%. En ellas se puede observar cómo los alumnos de 3º de ESO presentan las medias más bajas de respuestas afirmativas, con un 50%, 33,3%, 22,2% y 22,2%, mientras que son los alumnos de 1º de Bachillerato quienes presentan las más altas, con un 71,4%, 57,1%, 35,7% y 28,6%. Para esta parte se decidió descartar a los alumnos/as de Formación Profesional ya que al presentar tan pocas encuestas, sus resultados no pueden considerarse representativos del grupo. En la agrupación correspondiente a las vacunas, se corrobora de nuevo la tendencia según la cual los estudiantes de 3º de ESO se muestran menos proclives de media a responder afirmativamente (8,3% y 5,6%), a diferencia de los alumnos/as de 1º de Bachillerato (21,4% y 28,6%). En la agrupación relativa a la acupuntura observamos una gran disparidad en la pregunta correspondiente a la aceptación de ésta como disciplina científica, pues mientras los alumnos de 3º de ESO respondieron afirmativamente en 2,8%, los alumnos de 1º de Bachillerato llegaron al 28,6%. En relación a las energías, sin embargo, son los alumnos/as de 1º de Bachillerato quienes mejores porcentajes de media presentan (0%, 0%, 0% y 7,1%), mientras que son los alumnos/as de 4º ESO los que muestran peor porcentaje (37%, 3,7%, 37% y 40,7%). Especialmente dispar son los resultados de la cuestión correspondiente a los chakras, pues mientras en 4º de ESO obtenemos un porcentaje de 37%, en el resto de cursos se queda en el 0%, excepto en 3º de ESO, que llega al 8,3%. En la agrupación relativa a la homeopatía destaca que si bien los alumnos de 1º de Bachillerato la consideran en 14,3% una disciplina científica, el 50% le da validez para curar; hecho éste, una diferencia porcentual de 35,7 puntos, que contrasta con el observado para alumnos de 3º de ESO, con una diferencia de 13,9 puntos, o de alumnos/as de 4º de ESO, que presentan una diferencia porcentual de 18,5 puntos. En la agrupación correspondiente a la astrología destaca igualmente el comportamiento de los alumnos de 1º de Bachillerato, pues mientras en 3º de ESO y 4º de ESO las diferencias porcentuales entre ambas preguntas son, respectivamente de 0 y 3,7 puntos, en aquéllos asciende a 21,4 puntos. Por último, en relación a Ciencia y Método Científico, debido a la mayor diferencia entre la naturaleza de las cuestiones, se observan unos resultados con una gran diversidad. De ellas destaca la cuestión relativa a la peligrosidad de los alimentos

transgénicos, ya que mientras 3º de ESO y 4º de ESO muestran unas medias de 33,3% y 25,9% respectivamente, los alumnos/as de 1º de Bachillerato alcanzaron el 50%. De igual modo trasciende la cuestión del cambio climático, pues los alumnos/as de 1º de Bachillerato, con un 21,4%, duplican las respuestas de 3º y 4º de ESO, con un 8,3% y un 11,1% respectivamente. Lo mismo sucede con la cuestión relativa a los antibióticos, pues mientras el 71,4% de los alumnos/as de 1º de Bachillerato asumen que son igualmente válidos para combatir virus y bacterias, los alumnos de 3º y 4º de ESO contestaron con un 36,1% y 37% respectivamente. En el caso de la cuestión relacionada con la sustitución de un tratamiento médico por uno alternativo, las diferencias las encontramos entre los alumnos de 3º de ESO, con un 13,9% de aceptación, respecto a los de 4º de Eso y 1º de Bachillerato, que, con un 40,7% y un 35,1% respectivamente, que los superan en más del doble.

Por otro lado, en los resultados correspondientes a las respuestas NS/NC, las mayores disparidades entre cursos las encontramos en 4 cuestiones. La primera es la correspondiente, una vez más, a la ingesta de zumo de limón, con una desviación típica de 17,79%, observándose valores de la media que van del 14,8% de 4º de ESO al 60% de GS de Formación Profesional. La segunda es la referida a la fruta indigesta por la noche, con una desviación típica de 16,70%, y unos valores de la media que van del 0% de 1º de Bachillerato al 40% de GS de Formación Profesional. La tercera es aquella referida a la concepción del reiki como disciplina científica, con una desviación típica del 15,98%, mostrando valores de la media que van del 20% en GS de Formación Profesional al 48,10% de 4º de ESO. Y la cuarta es la correspondiente a la astrología como ciencia complementaria, con una desviación típica de 19,27%, y unos valores de la media que van de 0% de GM de Formación Profesional al 44,40% en GS de Formación Profesional. Por el contrario, se encuentran dos cuestiones con un grado de dispersión tal que presentan una desviación típica por debajo del 5%. La primera es aquella que afirma que el Sol gira en torno a La Tierra, con una desviación típica de 4,96% y la segunda hace referencia a que si algo funciona no es necesario mostrar su eficacia, con una desviación típica de 1,65%.

Si continuamos el análisis incluyendo las relaciones con las agrupaciones de preguntas propuestas encontramos que los valores más altos y homogéneos entre sí de desviaciones típicas son los correspondientes igualmente al grupo de

las dietas, alcanzando valores sus desviaciones de 17,8%, 11,2%, 13% y 16,7%. En ellas se observan las diferencias que, respecto a la cuestión del consumo nocturno de fruta se dan en los alumnos de 3º de ESO y 1º de Bachillerato respecto al resto de preguntas del mismo grupo. Así, en 3º de ESO alcanza un porcentaje del 8,3% mientras que el resto de preguntas del grupo obtienen un 30,6%, 25% y 25%; en el caso de 1º de Bachillerato el porcentaje de duda queda en el 0%, mientras que el resto de cuestiones alcanzan el 21,4%, 28,6% y 35,7%. Igual que sucede con las cuestiones afirmativas, los alumnos de Formación Profesional, al presentar tan pocas encuestas, sus resultados no pueden considerarse representativos del grupo y se excluyeron del análisis. En el grupo de cuestiones correspondiente a las vacunas se observa cómo son los alumnos/as de 4º de ESO son quienes más dudas presentan, pues responden para ambas preguntas con un 33,3%. En cualquier caso, para 3º de ESO y 1º de Bachillerato se observa una gran disparidad de respuestas NS/NC entre ambas preguntas; evidenciándose un mayor porcentaje de dudas en la pregunta del desarrollo de una vacuna respecto a la pregunta de la vacuna infantil. En el caso de 3º de ESO la diferencia porcentual a favor de la primera es de 13,9 puntos, y en el de 1º de Bachillerato de 14,3 puntos. En la agrupación correspondiente a la acupuntura observamos que respecto a la pregunta relativa a su efectividad para el tratamiento de los dolores musculares son los alumnos/as de 1º de Bachillerato quienes muestran un mayor porcentaje, en concreto de 35,7%, que dobla casi porcentualmente al de los alumnos de 3º de ESO, con un 19,4%. En relación a la aceptación de la acupuntura como disciplina científica destaca el porcentaje entre los alumnos de 4º de ESO, con un 29,6%, un valor que prácticamente dobla al de 3º de ESO, con un 16,7%, y 1º de Bachillerato, con un 14,3%. En la agrupación correspondiente al uso de energías destacan las respuestas obtenidas para la cuestión del reiki, ya que todos los cursos estudiados su porcentaje de respuestas NS/NC dobla al de las otras cuestiones del grupo. Cabe señalar también la disparidad porcentual que aparece entre las respuestas a la misma cuestión entre los alumnos/as de 4º de ESO, con un 48,1% y los de 1º de Bachillerato, con un 21,4%. En relación a la agrupación relativa a las cuestiones de la homeopatía observamos que los mayores porcentajes de respuestas “no sabe-no contesta” corresponden a los alumnos de 4º de ESO, con un 48,1%, 40,7% y 22,2%. Destaca especialmente las

diferencias por curso halladas en la cuestión relativa a la aceptación de la homeopatía como una disciplina parte de la medicina, pues si en 4º de ESO alcanza el 48,1%, en 3º de ESO queda por debajo de la mitad con un 22,2%. En la agrupación de cuestiones relativas a la astrología destaca la enorme disparidad presente en las respuestas a ambas cuestiones por parte de los alumnos/As de 4º de ESO, ya que mientras sólo un 7,4% presenta dudas a la hora de asimilarla a la astronomía, un 37% lo hace para considerarla complementaria a la medicina. Por último, igual que sucedía con las cuestiones afirmativas, la mayor diversidad de respuestas NS/NC las hallamos en el grupo correspondiente a ciencia y método científico. En ellas destaca la cuestión relativa a si el Sol gira en torno a La Tierra, que para 3º y 4º de ESO, así como para 1º de Bachillerato, presenta un porcentaje del 0%. Las mayores diferencias entre cursos las encontramos en la cuestión relativa al cambio de genes por consumir fruta modificada genéticamente, pues el porcentaje entre los alumnos de 1º de Bachillerato, un 21,4%, prácticamente duplica a los de 3º y 4º de ESO, con un 13,9% y un 11,1% respectivamente. Estas diferencias, si bien no tan acentuadas, suceden igualmente en la cuestión relativa al cambio climático donde los alumnos/as de 4º de ESO presentan un porcentaje del 11% mientras que los de 3º de ESO y 1º de Bachillerato muestran valores de 0% y 7,1% respectivamente. De igual modo encontramos diferencias de prácticamente 10 puntos porcentuales en la cuestión relativa a la sustitución de tratamientos médicos por otros alternativos, donde los alumnos/as de 1º de Bachillerato muestran un porcentaje de 28,6%, mientras que los de 3º y 4º de ESO arrojan valores de 19,4% y 18,5% respectivamente.

7. CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas tras la realización de este TFM se presentan divididas en tres apartados.

7.1 Conclusiones de los resultados obtenidos e implicaciones pedagógicas

A la vista de los resultados obtenidos en este estudio se puede concluir que:

1) El porcentaje relacionado con el reconocimiento de disciplinas científicas es elevado situándose en torno al 90%, con la excepción de la genética en la cual alcanza un valor del 79%. En relación a las certezas relativas a la salud, un 95,6% reconoce el ejercicio moderado como bueno, por el contrario, se encuentran errores en el caso de la vitamina C (32,2%), la fibra (19,6%), el consumo de alcohol (17,6%), la bollería industrial (12,1%) y la educación sexual (6,4%).

2) La penetración de las pseudociencias en el total de los encuestados mostró un porcentaje de aceptación (verdadero) del 23,6% y un porcentaje de duda (NS/NC) del 19,3%. Debido a la falta de estudios previos, no se pueden establecer relaciones que muestren una comparación o tendencia, no obstante, estos porcentajes son elevados poniendo de manifiesto la peligrosidad que ello conlleva, así como la falta de adquisición de los conocimientos necesarios y una visión crítica y la necesidad de revertir esta situación.

3) Los estudiantes de 3º ESO presentan el porcentaje más bajo de aceptación (18,3%) y la desviación típica más baja (13,7%) mostrando una mayor homogeneización entre las respuestas. Los valores para 4º ESO, 1º Bachillerato, FPGM y FPGS se encuentran entre el 22,4% y el 27,6% de aceptación con valores de desviaciones entre 18,4 y 26,1%. Los datos obtenidos en las respuestas NS/NC presentan también el porcentaje más bajo entre estudiantes de 3º ESO, (15%) con una desviación típica de 9,6%. Los valores para 4º ESO, 1º Bachillerato, FPGM y FPGS se encuentran entre el 17,6% y el 27,1% de duda con valores de desviaciones entre 12,9% y 18,5%.

4) Las distintas agrupaciones realizadas de las pseudociencias o bulos científicos mostraron diferentes porcentajes a la hora de elegir como verdaderas o NS/NC aquellas cuestiones reconocidas como falsas en función de la temática de pseudociencia: acupuntura 59,7%, ciencia y método científico 38,5%, dietas 32,7%, homeopatía 30,2%, energías 18,2%, astrología 15,6%, y vacunas 15%.

5) El grado de dispersión de las medias de las respuestas de cada curso respecto a cada pregunta muestra valores porcentuales que van de 2,6 a 19,3 para las respuestas verdaderas y de 1,7 a 19,3 para NS/NC, afectando las mayores desviaciones al uso correcto de antibióticos y la astrología como ayuda complementaria, respectivamente. Sin tener en cuenta Formación Profesional, respecto a la agrupación por temática los alumnos/as de 3º de ESO tienen los porcentajes de error más bajos en vacunas (11,1%), acupuntura (22,2%), dietas (27,1%), homeopatía (20,83%), astrología (10,43%) y ciencia y método científico (11,8%); sin embargo, el porcentaje más bajo para energías se corresponde con 1º Bachillerato (13,39%). Esto señala de nuevo el problema existente en la adquisición y perdurabilidad de los conocimientos en el tiempo.

6) Los datos ponen de manifiesto la necesidad de intervenir para poder minimizar/revertir estos porcentajes de aceptación en todas las pseudociencias incluidas en este TFM, enfocando esta enseñanza-aprendizaje de manera que los conceptos sean adquiridos y perduren en el tiempo.

Teniendo en cuenta estas conclusiones extraídas se pueden deducir una serie de implicaciones pedagógicas en referencia al marco teórico descrito en el apartado 3:

1) Se observa una clara discordancia en relación al modelo constructivista que debiera seguir el desarrollo de los procesos de aprendizaje-enseñanza, pues los alumnos/as no sólo no asimilan la información recibida, sino que son incapaces de relacionarla entre sí, construir su propio proceso de aprendizaje a partir de los conocimientos adquiridos y dotar de verdadero significado a la información recibida.

2) Parece necesario modificar el enfoque con el que se están explicando los conceptos científicos, especialmente aquellos relacionados con la salud, pues lo ideal sería que los alumnos/as consiguieran ver el reflejo de su significado en la realidad en la que viven inmersos.

3) El estudio de las pseudociencias puede ayudar no sólo a comprender mejor el valor de la ciencia, sino alejar a los alumnos de los peligros y las amenazas que suponen.

4) Es necesario poner en valor el papel de la alfabetización científica en la sociedad actual, lo cual parte de una correcta formación por parte de los alumnos/as, pues con ello no sólo se logrará unos futuros adultos con capacidad

crítica ante las desinformaciones, sino que conseguiremos que sean los propios alumnos/as quienes transmitan esa importante información a su entorno más cercano.

5) Incluir en los planes de estudio los peligros de las pseudociencias es una herramienta a tener en cuenta si queremos una sociedad más libre, crítica y justa.

7.2 Limitaciones y futuras líneas de investigación

Antes de analizar las diferentes limitaciones, es necesario recordar que la algunas de ellas vinieron impuesta por la declaración del estado de alarma como consecuencia de la pandemia producida por la COVID-19, lo que impidió el trabajo *in situ* en del aula, tal y como era la intención original. Dicho esto y tras realizar el TFM se encontraron las siguientes limitaciones:

1) Falta de segregación por sexo: si bien a la hora de plantear el estudio se tomó al alumno/a como un objeto de estudio con las mismas probabilidades para caer en las pseudociencias independientemente de su sexo, y como tal no se tuvo en cuenta su género como pregunta de la encuesta, sí hubiese sido interesante incluirlo en el estudio para conocer las posibles diferencias entre ellos visto que estudios previos, no iguales pero sí similares, obtuvieron diferencias.

2) Falta de homogeneización académica: al ser las encuestas en formato online y anónimas, no se puede realizar una trazabilidad de los resultados, con lo que nos es imposible estudiar los datos por aula, y ver las posibles diferencias que se pueden establecer entre los alumnos/as de un mismo curso pero de diferentes institutos. De igual modo sería interesante establecer las diferencias existentes entre estudiantes de diversos grados diferentes de Formación Profesional, al menos en cuanto a familias profesionales se refiere, así como de Bachillerato de ciencias o de letras.

3) Posibles conflictos con el entorno y convicción personal: los alumnos/as no pueden escapar del entorno social en el que viven, y no son pocos los que cuentan entre sus familiares y amigos a firmes defensores de alguna de las pseudociencias aquí presentadas, lo que puede llevarles a sentirse atacados por alusión a ellos o a defender ciegamente dichas pseudociencias como forma de reafirmarse.

4) Imposibilidad del seguimiento de los resultados: al ser las encuestas anónimas y en formato online, resulta muy difícil realizar un seguimiento posterior

de los alumnos con el fin de conocer si realmente han asimilado la información recibida y descienden los porcentajes de aceptación de las pseudociencias.

5) Comprobación del aprendizaje de búsqueda de información fiable: si bien se incide en la importancia del método científico y en el valor de los juicios emitidos por científicos, existe el peligro de caer en el principio de autoridad, es decir, en conformarse con aceptar lo que diga el experto y obviar la importancia de las evidencias. Con este TFM, se pretende que alumno no acepte lo que se le diga sin más, si no que compruebe la información, tanto de las pseudociencias por distintos medios como a nivel personal ya sea por conocidos o por figuras de referencia.

6) Falta de *feedback*: ante la imposibilidad de realizar las charlas destinadas a explicar pseudociencias ni generar un debate posterior, no se pudo observar el grado de interés real que podían mostrar los alumnos/as respecto a esta materia y sus posibles implicaciones a la hora de formar parte como base del aprendizaje de las ciencias.

Definidas las principales limitaciones encontradas, a continuación se resaltan algunas de las posibles líneas de investigación futuras que pueden derivar del presente estudio:

1) Ampliación de cuestiones pseudocientíficas: si bien se han tratado un amplio número de pseudociencias, sería interesante ampliar su número en función de las cuestiones que puedan ser de interés en cada momento, como ha sido en nuestro caso el COVID-19.

2) Ampliación de las especificaciones de grupo respecto al itinerario de estudios: a la hora de analizar los resultados, pese al hecho de que los conocimientos incluidos en la encuesta deberían encontrarse en todos los estudiantes, sería interesante poder segregar los datos en función del itinerario de estudios escogido para ver si existen diferencias entre aquellos de ámbito científico o de letras.

3) Incorporación de cuestiones relacionadas con el escepticismo: como complemento del estudio del grado de penetración de diversas pseudociencias sería interesante incorporar cuestiones de naturaleza paranormal o que hiciesen referencia a teorías de conspiración.

4) Adaptar las cuestiones al curso de estudio: resultaría interesante elaborar un cuestionario diferente según el curso al que vaya dirigido con el fin de ir

elevando la dificultad de los conceptos pseudocientíficos presentados y de los conocimientos científicos necesarios para refutarlos. O, incluso, adaptarlo a más bajo nivel para incluir algún curso de primaria.

5) Seguimiento de una misma aula a lo largo de su ciclo de ESO: tendría especial interés ir comprobando como una misma aula (o mismos alumnos/as) van evolucionando respecto a diferentes cuestiones pseudocientíficas (adaptando, tal y como se ha propuesto, el cuestionario al nivel de cada curso y enriqueciéndolo con nuevas cuestiones) conforme van adquiriendo nuevos conocimientos con cada curso superado o incluso usando estas pseudociencias para explicar ciencia.

6) Realizar la misma encuesta al entorno más cercano de los alumnos/as: esto resultaría interesante para poder conocer el grado de transmisión de los conocimientos impartidos a los alumnos y compararlo con los resultados obtenidos en otros adultos sin relación alguna con los alumnos objeto de este estudio.

7.3 Reflexión sobre la elaboración del TFM y competencias adquiridas

Con la elaboración del presente TFM se ha plasmado una inquietud personal que, con el transcurrir de los años, ha dado lugar a mi vocación docente y que no es otra que la idea de acercar a los alumnos/as a un conocimiento útil fruto de la reflexión crítica. Un conocimiento, asimismo, transformador y que ayude a mejorar la sociedad en la que viven no sólo ellos, sino todos nosotros. Son ellos, los alumnos/as, aún con la mente por formar, quienes más fácil son presa de los peligros de la desinformación, pudiendo caer en falsedades y afirmaciones sin validar con los que tan a menudo se topan, afectando sus decisiones a toda la sociedad en su conjunto. Por eso dotar a los alumnos/as de los mecanismos mentales necesarios para hacerles frente resulta hoy en día imprescindible. Ahora bien, para lograrlo hemos de empezar por el principio y un tema a tratar, que a mí me resulta especialmente interesante por su implicación en la salud, es precisamente el tratado en este TFM, la penetración de las pseudociencias, considerando éste un punto de partida clave para poder neutralizarlas. De ahí que esta propuesta, si bien se enmarca dentro de la modalidad de “Propuesta de iniciación a la investigación educativa”, no puede obviar la importancia de la intervención didáctica.

No resultó difícil decidir las ideas y la base mediante la cual se desarrollarían

los objetivos de este TFM, pero sí resultó complicado llevarlos a cabo. Por una parte, encontramos la dificultad propia de intentar llevar a la práctica el estudio, que necesitó de una logística y una red de contactos suficiente como para hacer llegar la encuesta a tal diversidad de estudiantes, y a lo que hubo que añadir además la problemática de coincidir en el tiempo con el estado de alarma decretado a raíz de la crisis de la COVID-19. Por otra parte, la idea original consistía en pasar presencialmente la encuesta entre los alumnos/as de las clases en las que participé durante mis prácticas en el CPEIPS (Centro Privado de Educación Infantil, Primaria y Secundaria) Escuelas Pías de Logroño. Al no ser posible por los motivos descritos se optó por hacerla en modo on-line y ampliar su rango de distribución lo máximo posible. Esto significó tener que hacer frente a 3 grandes problemas. En primer lugar, la mayor o menor dificultad de acceso a la encuesta por parte de los alumnos/as, pues ni todos se manejan con igual soltura con las herramientas digitales ni todos los que contestan pertenecen a la misma aula, con lo que los grupos de estudio no presentan una homogeneización ni académica (cursan sus estudios en diferentes institutos) ni numérica (no se han podido recoger igual o parecido número de encuestas por curso). En segundo lugar, al no estar localizados los alumnos/as, resulta imposible llevar a cabo la intervención didáctica. Y, en tercer lugar, de igual modo resulta muy difícil realizar un seguimiento de los alumnos/as de estudio en el tiempo.

Aun con todo se ha conseguido respetar el espíritu del estudio y tratar y consolidar todas las competencias descritas, tanto las generales como las específicas. A continuación, se expone el grado de desarrollo y consolidación de las mismas:

- CG04 (general). Concretar el currículo que se vaya a implantar en un centro docente participando en la planificación colectiva del mismo; desarrollar y aplicar metodologías didácticas, tanto grupales como personalizadas, adaptadas a la diversidad de los estudiantes: al ser ésta una propuesta interdisciplinar que, si bien se centra principalmente en aspectos propios de la biología, afecta a todas las asignaturas de ciencias, no puede concretar el currículo de una sola, pero sí, como se ha visto, aplicar una metodología común tanto para la investigación como para la propuesta de intervención didáctica.
- CG05 (general). Diseñar y desarrollar espacios de aprendizaje con especial

atención a la equidad, la educación emocional y en valores, la igualdad de derechos y oportunidades entre hombres y mujeres, la formación ciudadana y el respeto de los derechos humanos que faciliten la vida en sociedad, la toma de decisiones y la construcción de un futuro sostenible: se ha diseñado un espacio de aprendizaje en el que valorar de una manera crítica la información (pseudo)científica a la que tienen acceso los alumnos/as con el fin de formarlos como ciudadanos críticos capaces de transformar la sociedad en el marco de un futuro cada vez más sostenible.

- CG08 (general). Diseñar y realizar actividades formales y no formales que contribuyan a hacer del centro un lugar de participación y cultura en el entorno donde esté ubicado; desarrollar las funciones de tutoría y de orientación de los estudiantes de manera colaborativa y coordinada; participar en la evaluación, investigación y la innovación de los procesos de enseñanza y aprendizaje: al ser la investigación docente la naturaleza de este TFM, esta competencia ha sido el eje vertebrador del mismo. Mediante el estudio de la penetración de las pseudociencias se radiografió su situación entre los estudiantes de los diferentes cursos planteados.

- CG09 (general). Conocer la normativa y organización institucional del sistema educativo y modelos de mejora de la calidad con aplicación a los centros de enseñanza: si bien, como se ha comentado, la elección de los cursos de estudio responde a que todos los alumnos/as en el momento del estudio han cursado el Bloque I: Las personas y la salud. Promoción de la salud de la asignatura de Biología y Geología de 3º de ESO (punto de partida de los conocimientos científicos), ha sido necesario estudiar los currículos de las diferentes asignaturas y cursos para encontrar los puntos de unión, esto es, el método científico.

- CB7 (general). Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio: el carácter de servicio público de los conocimientos adquiridos e impartidos, siempre desde una óptica transformadora de la sociedad, así como su naturaleza plenamente práctica, orientan y dan sentido a este TFM.

- CB9 (general). Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los

conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades: con el desarrollo de este TFM se pretende que sean los alumnos/as quienes sirvan de vectores de información que hagan llegar ésta a aquellas partes de la sociedad (entorno más cercano, familia, amigos, compañeros, etc.) más desprotegidas frente a los peligros de las pseudociencias, esto es, colaborar con la alfabetización de las mismas.

- CE17 (específica). Transformar los currículos en programas de actividades y de trabajo: Al incorporar una propuesta de intervención didáctica se pretende enriquecer los currículos de las asignaturas relacionadas con la ciencia (biología, geología, química y física) al punto de dotarlos de una mayor naturaleza significativa.

- CE18 (específica). Adquirir criterios de selección y elaboración de materiales educativos: investigar y clarificar el grado de penetración de diversas pseudociencias sirve de punto de partida para crear un nuevo marco donde trabajar materiales educativos encaminados a revertir esa situación.

- CE26 (específica). Adquirir experiencia en la planificación, la docencia y la evaluación de las materias correspondientes a la especialización: ha sido necesario planificar tanto en recursos como en tiempo la metodología necesaria (creación, ejecución, estudio, evaluación y seguimiento) para llevar a la realidad el presente TFM.

- CE27 (específica). Acreditar un buen dominio de la expresión oral y escrita en la práctica docente: ha sido necesario perfilar un estilo comunicativo lo suficientemente claro y sin ambigüedades como para que los alumnos/as no tuviesen duda alguna al responder las cuestiones planteadas en la encuesta objeto de estudio. De igual modo se ha desarrollado una charla divulgativa y eminentemente práctica encaminada a simplificar los conceptos descritos con el fin de una correcta comprensión por parte de los alumnos/as.

- CE28 (específica). Dominar las destrezas y habilidades sociales necesarias para fomentar un clima que facilite el aprendizaje y la convivencia: si bien no se ha podido aplicar en aula el presente estudio de investigación, el tono con el que se ha tratado tanto la encuesta como la charla divulgativa ha sido el que crear una atmósfera de mutua confianza en el que los alumnos/as pudieran expresar sus dudas e inquietudes sin el miedo a ser juzgados o a mostrar sus carencias

de conocimientos.

- CE29 (específica). Participar en las propuestas de mejora en los distintos ámbitos de actuación a partir de la reflexión basada en la práctica: con el presente TFM se ha buscado en todo momento la mejora de los procesos de aprendizaje-enseñanza basándonos en la experiencia práctica de conocer la realidad de la penetración de las pseudociencias en las aulas.

Para finalizar, me gustaría poner en valor lo enriquecedor de esta experiencia con la que me he dado cuenta de una manera probada del importante papel que como docentes tenemos para intentar transformar la sociedad en una mucha más sabia y justa, ya que, sin duda, de los conocimientos que sepamos inculcar a nuestros estudiantes dependerá que éstos sepan valorar de una manera crítica la información que les llega, no siempre honesta y verificable.

8 BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, J.A., Vázquez, A. y Manassero, M.A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Enseñanza de las Ciencias*, 2 (2), 80-111.
- Afonso, A. y Gilbert, J.K. (2010). Pseudo-Science: A Menaningful Context for Asseing Nature of Science. *International Journal of Science Education*, 32 (3), 329-348.
- Awortwe, C., Makiwane, M., Reuter, H., Muller, C., Louw, J. y Rosenkranz, B. (2018). Critical evaluation of causality assessment of herb-drug interactions in patients. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 84 (4), 679-693.
- Castejón, J.L. y Navas, L. (2009). Aprendizaje, desarrollo y disfunciones: implicaciones para la enseñanza en la educación secundaria. Ed, Editorial Club Universitario, España. ISBN 978-84-8454-940-6.
- Conprueba. Gobierno de España. <https://www.conprueba.es/>
- Decreto 19/2015, de 12 de junio, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se regulan determinados aspectos sobre su organización así como la evaluación, promoción y titulación del alumnado de la Comunidad Autónoma de La Rioja. BOR nº 79, de 19 de junio de 2015.
- García, F.J. y Doménech, F. (1997). Motivación, aprendizaje y rendimiento escolar. *Revista Electrónica de Motivación y Emoción*, 1 (0). ISSN-138-493X.
- Hansson, S.O. (1996). Decision Making Under Great Uncertainty. *Philosophia Naturalis*, 26 (3),169-176.
- Hodson, D. (1993). In search of a Rationale for Multicultural Science Education, *Science Education*, 77 (6), 685-711.
- Instituto Nacional de Estadísticas (2020). www.ine.es/ss/Satellite?L=es_ES&c=INESeccion_C&cid=1259926380048&p=1254735110672&pagename=ProductosYServicios/PYSLayout
- Johnson, S.B., Park, H.S., Gross, C.P. y Yu, J.B. (2018a). Complementary Medicine, Refusal of Conventional Cancer Therapy, and Survival Among Patients With Curable Cancers. *JAMA Oncology*, 4 (10), 1375-1381.
- Johnson, S.B., Park, H.S., Gross, C.P. y Yu, J.B. (2018b). Use of Alternative

- Medicine for Cancer and Its Impact on Survival. *Journal of the National Cancer Institute*, 10 (1), doi: 10.1093/jnci/djx145.
- Martin, M. (1994). Pseudoscience, the Paranormal, and Science Education. *Science and Education*, 3, 357-372.
- Membiela, P. (2011). Los enfoques integrados de ciencia-tecnología-sociedad en la enseñanza secundaria. *Biología y Geología. Complementos de formación disciplinar*. Ed, Ministerio de Educación Cultura y Deporte, Secretaría General Técnica: Graó, España. ISBN 978-84-9980-049-3, 123-142.
- Organización Mundial de la Salud (2007).
www.who.int/global_health_histories/seminars/presentation07.pdf
- Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España. Departamento de Cultura Científica y de la Innovación de FECYT.
<https://icono.fecyt.es/informes-y-publicaciones/percepcion-social-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-en-espana>
- Programme for International Student Assessment. (2018). OECD.
<https://www.oecd.org/pisa/>
- Quevedo-Ortiz, G., González-García, F. y Fernández-Ferrer, G. (2019). Un estudio sobre pensamiento pseudocientífico en estudiantes de educación secundaria. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 37, 147-164.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. BOE nº 3, de 3 de enero de 2015.
- Real Decreto 463/2020, de 14 de marzo, por el que se declara el estado de alarma para la gestión de la situación de crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19. BOE nº 67, de 14 de marzo de 2020.
- Reglamento (CE) nº 1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 2006, relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos.
<https://www.boe.es/doue/2006/404/L00009-00025.pdf>
- Salud sin bulos. Agencia de Comunicación com salud y la Asociación de Investigadores en eSalud (AIES). <https://saludsinbulos.com/>
- Shermer, M. (1997). Why People Believe Weird Things: Pseudoscience,

Superstition, and Other Confusions of Our Time. W. H. Ed, Freeman and Company, Nueva York. ISBN 0716730901.

Solbes, J., Montserrat, R. y Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 21, 91-117.

Tobacyk, J.J. (2004). A revised paranormal belief scale. *International Journal of Transpersonal Studies*, 23 (1), 94-98.

Tovar, A. (2001). El constructivismo en el proceso enseñanza-aprendizaje. Mexico D.F.: Instituto Politécnico Nacional.

<http://online.aliat.edu.mx/adistancia/dinamica/U7/lecturas/EI%20constructivismo%20en%20el%20proceso%20de%20enseñanza%20aprendizaje.pdf>