

Uso de tipos de justificaciones en función del contexto cotidiano, científico y pseudocientífico

Sonia Carolina Sepúlveda González 

Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals. Universitat Autònoma de Barcelona. España. soniacarolina.sepulveda@autonoma.cat

Anna Marbà Tallada 

Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals. Universitat Autònoma de Barcelona. España. anna.marba@uab.cat

Jordi Domènech Casal 

Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals. Universitat Autònoma de Barcelona. jdomen44@xtec.cat

[Recibido: 26 junio de 2023, Revisado: 26 septiembre de 2023, Aceptado: 27 octubre de 2023]

Resumen: En este trabajo se estudia cómo el alumnado justifica proposiciones de la vida cotidiana, del ámbito científico y del pseudocientífico, y también si reconoce el tipo de justificaciones que usa para posicionarse. Para ello, se trabaja con 54 estudiantes de 3º de enseñanza secundaria obligatoria en la materia de biología y geología, en la cual se implementan dos actividades de aprendizaje diseñadas para trabajar la evaluación de proposiciones. Los resultados aportan información sobre la preferencia del alumnado para usar las justificaciones relacionadas con los hábitos y las explicaciones en la evaluación de las proposiciones de la vida cotidiana, y las relacionadas con testimonios de expertos/as y de características de la personalidad en la evaluación de las proposiciones científicas y pseudocientíficas. Estos resultados nos proporcionan antecedentes útiles para reflexionar sobre cómo trabajar la cognición epistémica en el aula y de esta forma ampliar los marcos conceptuales sobre esta.

Palabras clave: Tipos de justificaciones; Evaluación de proposiciones; Justificación del conocimiento; Cognición epistémica

Use of types of justifications in everyday, scientific, and pseudo-scientific contexts

Abstract: This paper studies how students justify everyday, scientific, and pseudo-scientific propositions, and whether they recognize the type of justifications they use. For this purpose, we work with 54 students in the 3rd year of compulsory secondary education in the subject of biology and geology, in which two learning activities designed to work on the evaluation of propositions are implemented. The results provide information on the students' preference for using habits and explanations in the evaluation of everyday propositions, and expert testimony and personality traits in the evaluation of scientific and pseudoscientific propositions, as well as the inability to acknowledge explanations and personality traits. These results provide us with useful background for reflecting on how to work on epistemic cognition in the classroom and thus broaden the conceptual frameworks on epistemic cognition.

Keywords: Types of justifications, Evaluation of propositions, Justification of knowledge; Epistemic cognition

Para citar este artículo: Sepúlveda González, S.C., Marbà Tallada, A. y Domènech Casal, J. (2024) Uso de tipos de justificaciones en función del contexto cotidiano, científico y pseudocientífico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 21(2), 2102. doi:10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2024.v21.i2.2102

Introducción

El último estudio del Instituto Nacional de Estadística (2022) informa que el 62% de la población del Estado español confía en internet, mayormente los jóvenes, el 93,8% utiliza internet para comunicarse y el 85,8% lo usa para informarse. También el informe del FECYT sobre Percepción Social de la Ciencia (2023) sitúa a internet como el medio de comunicación más consultado por los jóvenes (78,9%) de entre 15 y 24 años, para informarse sobre Ciencia y Tecnología. Entre los medios más populares se encuentran la prensa digital, las redes sociales y otras webs. El segundo medio más usado es la televisión (67,6%). Además, solo al 0,8% de la población encuestada les preocupa y ven como un primer problema social el papel de los medios de comunicación y redes sociales en la desinformación, la manipulación informativa y la difusión de bulos (CIS, marzo 2023). En este contexto, las y los educadores de ciencias e investigadores debemos preguntarnos ¿Cómo contribuir para que el alumnado realice una adecuada evaluación de la información científica y no científica en las clases de ciencias, para ser consumidores conscientes de lo que leen y escuchan a diario en diversos medios de comunicación de España?

Desde los primeros marcos teóricos que incorporaban la necesidad de la alfabetización científica de la población hasta la actual visión que se tiene de ella como la capacidad de participar como ciudadano reflexivo y crítico en ideas y temas relacionados con la ciencia (National Research Council, 2012), parte de la investigación didáctica se ha centrado en cómo se desarrolla la argumentación y el pensamiento crítico como prácticas fundamentales para dar respuesta a los desafíos del mundo actual (Jiménez-Aleixandre, 2010; Kind y Osborne, 2017; Sadler, 2004). Y más recientemente se ha subrayado la necesidad de investigar acerca de la dimensión epistémica de la competencia científica, es decir, la capacidad de reflexionar sobre lo que uno se cree y lo que no, debido a su importante influencia en los procesos de razonamiento y especialmente en la evaluación de la información (Barzilai y Chinn, 2018; Domènech-Casal y Marbà-Tallada, 2022). Así, teniendo en cuenta estos antecedentes, se presenta una investigación sobre qué tipo de justificaciones usa el alumnado para posicionarse frente a determinadas afirmaciones, de índole cotidiana, pero también científica y pseudocientífica.

¿Cómo sé qué sé?

Actualmente hay un acuerdo generalizado en el ámbito educativo en que es necesario tener una ciudadanía preparada para ejercer un razonamiento crítico sobre conflictos y situaciones actuales (y futuras), es decir, se reconoce la importancia de que las personas deben adquirir una serie de habilidades críticas que les ayuden a opinar, decidir y actuar frente a los problemas de la sociedad (Fadel et al., 2016; Greene y Yu, 2016).

En la vida cotidiana opinar y posicionarse depende en gran medida de qué sabemos, pero también de nuestras creencias personales, de la influencia de las personas de nuestro entorno, etc. Es común, por ejemplo, que cada familia tenga su remedio para las gastroenteritis (y que poco tienen que ver con la repoblación del microbiota intestinal) o para regular la menstruación (sin tener en cuenta la liberación de hormonas). Y, en la escuela pasa una situación análoga a la ejemplificada anteriormente: a menudo el conocimiento científico que se quiere enseñar difiere a lo que el razonamiento cotidiano dice e incluso a cómo nos comportamos en distintas situaciones. Ya en 2005 Aikenhead describió como los ciudadanos a pesar de haber aprendido ciencias no aplicaban estos saberes en su vida diaria, situación que Anderson y Rainie también confirmaron en 2017.

En esta misma línea, cada vez aparecen más estudios acerca de cómo se usa el conocimiento científico para posicionarse sobre un tema determinado y cómo se es consciente de ello (Greene et al., 2021), es decir, cómo somos conscientes de qué nos influye cuando nos posicionamos. Y todos ellos concluyen que para poder tener una opinión fundamentada sobre temas científicos no solo es necesario tener conocimientos de los hechos, conceptos y teorías explicativas de la ciencia sino también sobre cómo se producen, se justifican y se usan estas ideas (Zetterqvist y Bach, 2023; Kind y Osborne, 2017). Además, ser conscientes de la necesidad de cuestionarse el cómo conocemos, de que no nos creemos todo lo que nos enseñan y que en este proceso somos sensibles a distintos factores (Wei et al., 2021).

Saber cómo uno piensa y por qué lo piensa así implica ser capaz de detectar en nuestro razonamiento cotidiano aquellos elementos que usamos para formarnos una opinión sobre diversos temas. Tener la capacidad de reflexionar sobre ¿Cómo sé yo? y ¿Por qué lo sé así? es lo que se conoce como *Cognición Epistémica*. La cognición epistémica es el pensamiento meta reflexivo que implica conocer y reflexionar sobre nuestras propias creencias acerca de lo que conocemos (Barzilai y Chinn, 2018; Chinn et al., 2011; Quarderer et al., 2021). Este pensamiento incluye la comprensión de lo que se necesita para construir el conocimiento (como, por ejemplo, saber de la naturaleza de la ciencia) y también lo que se requiere para poder justificarlo (Chinn et al., 2023), lo cual constituye una capacidad esencial para trabajar en el desarrollo de las habilidades de pensamiento crítico que se exigen de la ciudadanía en el siglo actual (Greene y Yu, 2016).

¿Cómo se justifica lo que creemos?

Un componente clave de la cognición epistémica es lo que usamos para justificar nuestras opiniones, es decir, por qué hemos decidido dar una opinión determinada sobre algún tema. En la literatura actual se describen cinco tipos de justificaciones como las más usadas por las personas en la justificación del conocimiento (Chinn et al., 2011; Chinn et al., 2014; Greene et al., 2008). A continuación, se describen brevemente cada una de ellas con sus ejemplos correspondientes:

1. *Testimonio*: El testimonio (comúnmente conocido como autoridad) se refiere a todas las formas sociales de compartir información y conocimiento (Keren, 2007; Keren, 2018; Steup, 2020). Se distinguen dos subtipos, los expertos/as y no expertos/as. La primera se entiende como el testimonio que proviene de especialistas, debido a que las personas aceptan las creencias de expertos/as para revisar sus opiniones y posiciones con respecto al conocimiento que no se encuentra dentro de su dominio (Bradley, 2018; Fischer, 1990). Por ejemplo: *La comunidad científica afirma que la tierra ha aumentado su temperatura, con respecto a los últimos 10 años*. La segunda corresponde al testimonio de personas que no poseen especialización en un área específica del conocimiento, generalmente la familia, las amistades u otro testimonio de las redes sociales (Bokros, 2021; Núñez Ladevéze et al., 2017; Zagzebski, 2012). Por ejemplo: *Mi madre me ha dicho que los cambios de temperatura hacen que me resfríe*.
2. *Explicaciones*: Son justificaciones que se originan a partir de la solicitud de información sobre un fenómeno, y proporcionan una comprensión de la causa o causas de éste (Ogborn et al., 1998). Las explicaciones de causa y efecto son la forma más común de razonamiento en las personas (Kuhn y Iordanou, 2022). Por

ejemplo: *El vehículo no arranca, y debe ser porque la batería se ha descargado, ya que al tratar de arrancarlo no hace ningún tipo de ruido y el depósito de combustible está lleno.*

3. *Hábitos*: Son justificaciones que se basan en las experiencias habituales de nuestras vidas y se originan en fuentes de conocimiento propias como la percepción, la memoria o la introspección (Chinn et al., 2011; Chinn et al., 2014), es decir, basándonos en lo que experimentamos con los cinco sentidos, o con base en las experiencias pasadas (Chalmers, 2010; Steup, 2020). Por ejemplo: *En el verano siempre hace calor y en esta ciudad más aún, muchas veces es insostenible.*
4. *Rasgos de Personalidad*: Son justificaciones que se basan en componentes de nuestra personalidad, entre los cuales se encuentran factores psicológicos como los deseos, intereses, motivaciones, valores, virtudes y emociones (Davidson y Begley, 2012; Kahneman, 2003, 2012; Nussbaum, 2008). Estos componentes forman parte del sistema de creencias de cada persona e influyen en cómo se procesa la información, y por esta razón afectan las evaluaciones que hacemos de los objetos, cosas o situaciones (Chinn et al., 2014; Nussbaum, 2008; Kahneman, 2012; Stanovich, 2010). Por ejemplo: *Yo soy como este jugador: y si a él le sienta bien esta bebida a mí también.*
5. *Falacias y Sesgos*: Son justificaciones que se basan en formas de razonamiento inapropiadas, defectuosas y sistemáticas que pueden darse en situaciones particulares y puntuales (Lipman, 2016) o regularmente en nuestras vidas (Greño, 2019; Kahneman, 2003, 2012). Estos tipos de razonamientos pasan desapercibidos por el ser humano e inducen a la formación de prejuicios y juicios de mala calidad. Existen numerosos tipos de falacias y sesgos, entre ellos, la *falacia non sequitur* (una razón no tiene que ver con otra, como, por ejemplo: *Miguel hará una muy buena presentación, él es muy puntual*) o el *sesgo de grupo* (error del pensamiento ocasionado por el exceso de confianza en el consenso de un grupo de personas, por ejemplo: *no nos pasará nada, porque todos pensamos que este camino no es peligroso*).

Así pues, para poder conocer como el alumnado usa y reconoce las justificaciones descritas con anterioridad, se proponen las dos siguientes preguntas de investigación que guían nuestro trabajo:

1. ¿Qué tipos de justificaciones usa el alumnado en la evaluación de las proposiciones de la vida cotidiana, científicas y pseudocientíficas?
2. ¿Qué capacidad tiene el alumnado para identificar los tipos de justificaciones que usa para evaluar las proposiciones científicas y pseudocientíficas?

Marco metodológico

El estudio se realiza con dos grupos de estudiantes de edades entre 14 y 15 años de 3º de la Enseñanza Secundaria de un instituto de una ciudad cercana a Barcelona que cursaban la asignatura de Ciencias de la Naturaleza (total de 54 participantes). Las clases se imparten por un mismo profesor y de la muestra total de estudiantes (62 estudiantes) se seleccionan las respuestas del alumnado que completan las 2 actividades de aprendizaje que forman parte de este estudio. El docente no forma parte del equipo investigador y tanto los estudiantes como sus familias, así como también el docente y el equipo directivo del centro ha sido informado de la investigación y han dado su consentimiento para participar en ella.

Estas actividades están inspiradas en el trabajo de Escalas de certidumbres y balanzas de argumentos de Domènech-Casal (2019).

Recogida y análisis de los datos

En las actividades se le propone al alumnado evaluar diferentes proposiciones, pidiéndole que le atribuya un grado de certeza y justifique su posicionamiento. El objetivo de la propuesta consistía en ayudar a las y los estudiantes a reconocer y comprender que los hechos poseen diferentes grados de certezas y que para justificar éstas se usan tipos de justificaciones que dan fuerza a las opiniones. A continuación, se describen las actividades y posteriormente el análisis que se realiza de cada una de ellas.

Descripción de las actividades

Actividad 1. Consensuemos grados de certeza en la evaluación de las proposiciones de la vida cotidiana e identifiquemos tipos de justificaciones

Se plantea al alumnado ordenar 10 proposiciones de la vida cotidiana (Ver Figura 1) según sea más o menos ciertas (numerándolas del 1 -menos cierta- al 10 -más cierta- y sin poder repetir ningún número) y justificar por qué las ordenan así. Posteriormente, se realiza una puesta en común de cómo ordenan las proposiciones y se presentan los tipos de justificaciones que se usan para evaluar la información (que coinciden con las descritas anteriormente en nuestro marco teórico (*Testimonio experto/a*, *Testimonio no experto/a*, *Explicaciones*, *Hábitos*, *Rasgos de Personalidad* y *Falacias y Sesgos*), para promover que el alumnado las reconozca en sus justificaciones.

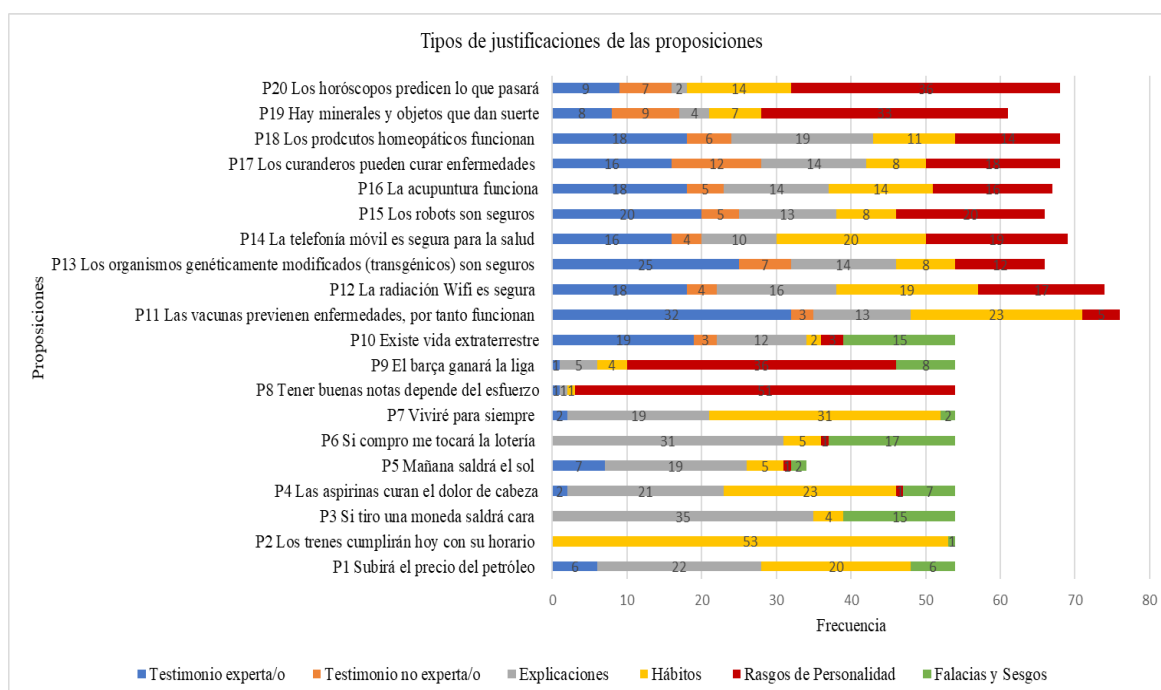


Figura 1. Tipos de justificaciones que usa el alumnado en la evaluación de las proposiciones de la vida cotidiana, científicas y pseudocientíficas (Frecuencia absoluta)

Actividad 2. Posicionémonos sobre ciencias y pseudociencias

Se propone al alumnado evaluar 10 proposiciones (5 proposiciones científicas y 5 proposiciones pseudocientíficas, (Ver Figura 1), según un grado de certeza del 1 al 10, al igual que en la actividad 1. En esta ocasión se les solicita que para cada proposición que evalúen indiquen el tipo o los tipos de justificaciones que usan para puntuarlas así y luego justifiquen por qué las han usado. El objetivo de esta segunda pregunta es ver si hay coincidencia en el tipo de justificación que proponen y cómo lo justifican.

Análisis de los datos

Para responder a la primera pregunta de investigación (*¿Qué tipos de justificaciones usa el alumnado en la evaluación de las proposiciones de la vida cotidiana, científicas y pseudocientíficas?*) se analizan los tipos de justificaciones que el alumnado usa al justificar los grados de certeza concedidos a cada una de las proposiciones de la vida cotidiana, científicas y pseudocientíficas.

Análisis de los tipos de justificaciones usadas por el alumnado en la evaluación de las proposiciones de la vida cotidiana, científicas y pseudocientíficas

Se aplica un sistema de categorización Top Down hecho a partir de los 5 tipos de justificaciones descritas en la literatura (Chinn et al., 2011; Chinn et al., 2014; Chinn et al., 2016; Greene et al., 2008). Estos tipos de justificaciones corresponden a: 1. *Testimonio*, 2. *Explicaciones*, 3. *Hábitos*, 4. *Rasgos de Personalidad* y 5. *Falacias y Sesgos*. Para el tipo de justificación de *Testimonio*, se definen dos subtipos provenientes igualmente de la literatura, tal y como puede observarse en la Tabla 1.

A partir de los textos del alumnado, se seleccionan aquellas unidades de análisis, donde se justifica el grado de certeza otorgado a cada proposición, se categorizan y se calcula la frecuencia de los tipos de justificaciones usadas. Para hacer este análisis se usó el software de análisis cualitativo NVivo12. Tres investigadores realizaron independientemente la codificación y se discutieron aquellos casos en que no había coincidencia en la codificación, (situación que sólo se dio en un 2% de los casos), hasta alcanzar el consenso reflejado en los resultados.

Para contestar a la segunda pregunta de investigación, (*¿Qué capacidad tiene el alumnado para identificar los tipos de justificaciones que usa para evaluar las proposiciones científicas y pseudocientíficas?*) se identifica en las respuestas del alumnado el tipo o los tipos de justificaciones que declaran usar y si la justificación coincide con lo que han declarado. Para hacerlo, se seleccionan aquellos fragmentos donde el alumnado escribe el tipo de justificación, y se categoriza según si lo hace correctamente o no. Se considera que se identifica correctamente un tipo de justificación al escribir su nombre y si al explicarlo está de acuerdo con el sistema de tipos de justificaciones propuesto en la Tabla 1 y que es el que se había trabajado en clase. Así, por ejemplo, la respuesta *...Yo uso mucho el Testimonio experto/a (nombre del tipo de justificación), porque los profesionales, como los médicos son expertos y saben lo que dicen... (Estudiante 1)* se considera correcta, porque se escribe el nombre del tipo de justificación y ésta concuerda con la descripción de la propuesta. Por el contrario, se considera que se identifica incorrectamente un tipo de justificación al escribir su nombre y dar una explicación que no se corresponde con la propuesta. Por ejemplo, en la respuesta *...Pensé mucho en los Hábitos (nombre del tipo de justificación) para valorar las proposiciones, porque son cosas que me han dicho otras*

personas y si son cercanas a mi les creo... (Estudiante 2), el alumno identifica como Hábitos una justificación de Testimonio no experto/a.

Tabla 1. Tipos de justificaciones usadas en la evaluación de las proposiciones

Tipos de justificaciones y definición	Subtipos y definición
1. <i>Testimonio</i> : Justificaciones basadas en el testimonio de personas o instituciones.	1.1 <i>Expertas/os</i> : Basadas en testimonios de personas o instituciones expertas en un área de especialización. Por ejemplo: <i>Hay unos estudios científicos que dicen que existen unos pequeños microbios/bacterias fuera de nuestro planeta y creo que es muy posible que haya más vida.</i>
	1.2 <i>No expertas/os</i> : Basadas en testimonios de personas o instituciones que no poseen un conocimiento experto ni un desarrollo profesional en un área de especialización. Por ejemplo: <i>¿Sabes que han descubierto que venimos de los extraterrestres? ¡Me han pasado de videos de YouTube que lo explican!</i>
2. <i>Explicaciones</i> (No presenta subtipo): Justificaciones basadas en descripciones y relaciones de causa-efecto de los fenómenos físicos y naturales de nuestro entorno. Las explicaciones se basan en otros hechos, buscan interpretar y dar sentido a los fenómenos del mundo real. Por ejemplo: <i>Es muy probable que mañana salga el sol, porque tal y como está formado el sistema solar; la tierra gira alrededor del sol, pero también gira sobre ella misma (y tarda un día en hacerlo): Cuando estamos mirando hacia el sol, lo podemos ver, pero al ir girando hay un momento que ya no se ve.</i>	
3. <i>Hábitos</i> (No presenta subtipo): Justificaciones basadas en diferentes experiencias habituales de nuestras vidas, en lo que notamos a través de los cinco sentidos, en cosas que nos han pasado y en nuestras propias reflexiones. Por ejemplo: <i>Porque cada vez que tengo dolor, me compran una aspirina y se me pasa.</i>	
4. <i>Rasgos de Personalidad</i> (No presenta subtipo): Justificaciones basadas en componentes de nuestra personalidad, como nuestros valores, emociones, deseos, intereses y virtudes. Por ejemplo: <i>Cómo soy muy rápido, seguro que gano.</i>	
5. <i>Falacias y Sesgos</i> (No presenta subtipo): Justificaciones basadas en razonamientos defectuosos, inapropiados y sistemáticos. Por ejemplo, falacia non sequitur, de vaguedad, conclusiones precipitadas, argumentos circulares y sesgos de disponibilidad, de familiaridad, de afecto, de grupo, entre otros. <i>Por ejemplo: Seguro que subirá el precio del petróleo, porque el petróleo es muy caro.</i>	

Resultados y discusión

¿Qué tipos de justificaciones usa el alumnado en la evaluación de las proposiciones de la vida cotidiana, científicas y pseudocientíficas?

Como se ha comentado en el apartado anterior, en la primera actividad se pedía que se posicionaran acerca de proposiciones sobre la vida cotidiana, mientras que en la actividad 2 las proposiciones eran científicas y pseudocientíficas.

Con respecto a los tipos de justificaciones que el grupo usa para justificar las proposiciones de la vida cotidiana (P1 a P10) se identifican un total de 540 justificaciones. Los resultados indican que el alumnado usa con mayor frecuencia los *Hábitos* (31%), como por ejemplo *Cuando yo tomo una aspirina sigo mal, no mejoro*, seguido de las *Explicaciones* (30,1%) (*El sol siempre sale, por la rotación del planeta y porque también gira alrededor del sol*) (Ver tabla 2). El tipo de justificación que se utiliza con menor frecuencia es el *Testimonio no experto/a* (0,6%), como, por ejemplo: *Porque a mí me ha pasado investigar videos de YouTube y hablan de que nosotros venimos de los extraterrestres.*

Con respecto a los tipos de justificaciones que el alumnado usa en la evaluación de las proposiciones científicas (P11 a P15), tal y como se observa en la Tabla 2, se identifican 351 tipos de justificaciones, siendo las más usadas las de *Testimonio experto/a* (31,6%) y

los *Hábitos* (22,2%). En el caso de la evaluación de las proposiciones pseudocientíficas se identifican 272 tipos de justificaciones, siendo las más usadas los *Rasgos de Personalidad* (43%) y las de *Testimonio experto/a* (25%). Los tipos de justificaciones menos usadas para las proposiciones científicas son las de *Testimonio no experto/a* (6,6%), al igual que para las proposiciones pseudocientíficas (10,7%). En cuanto a los tipos de justificaciones de Falacias y Sesgos, no se identificó su uso.

Tanto en el caso de las proposiciones científicas como de las pseudocientíficas, el alumnado podía usar tantas justificaciones como quisiera, por lo que el total es superior al de las proposiciones cotidianas. Es decir, en el caso de las cotidianas, se pedía al alumnado que usará solo una justificación por proposición (540 en total, 1 por cada estudiante y proposición). En cambio, en las científicas y las pseudocientíficas, podían usar tantas justificaciones como estimaran conveniente. Se observa la tendencia de usar más justificaciones al evaluar proposiciones científicas (351 justificaciones identificadas para 5 proposiciones) que en las pseudocientíficas (272 justificaciones para 5 proposiciones).

Es importante discutir cómo el patrón varía en cada tipo de justificaciones: así, al preguntarles sobre cuestiones científicas el papel de los *Hábitos* y las *Explicaciones* han tomado un rol secundario (y en cambio, eran mayoritarias para justificar las proposiciones cotidianas), para darle relevancia al de *Testimonio experto/a*. Por su parte, al preguntarles por cuestiones pseudocientíficas, toma relevancia el uso de los *Rasgos de Personalidad*, *Testimonio experto/a* y aumenta el uso de *Testimonio no experto/a*. Esto podría explicarse, porque usan sus propios hábitos para justificar decisiones cotidianas y en cambio necesitan la figura del experto/a para justificar cuestiones científicas. En cambio, para los temas pseudocientíficos lo justifican más a partir de las características de las personas o de testimonios no expertos/as, es decir, parece indicar que en estos casos no usan el conocimiento científico ni personas que puedan ser influyentes en estos campos de conocimiento para hacer sus justificaciones.

Tabla 2. Frecuencia (absoluta y porcentual) de los tipos de justificaciones que usa el alumnado en la evaluación de las proposiciones de la vida cotidiana, científicas y pseudocientíficas

Tipos de justificaciones	Subtipos	Frecuencia tipos de justificaciones en las proposiciones				
		De la vida cotidiana	%	Científicas	%	Pseudocientíficas
Testimonio	Expertas/os	38	7	111	31,6	68
	No Expertas/os	3	0,6	23	6,6	29
Explicaciones		165	30,1	66	18,8	64
Hábitos		168	31	78	22,2	54
Rasgos de personalidad		93	17,2	73	20,8	117
Falacias y sesgos		73	13,5	0	0	0
TOTAL		540	100%	351	100%	272

Cuando se analiza el tipo de justificación usado para cada proposición se obtienen los resultados de la Figura 1. Como se puede observar en las proposiciones de la vida cotidiana (Ver Figura 1) se destaca el uso de los *Hábitos* y las *Explicaciones* en aquellas proposiciones que favorecen su uso, como por ejemplo para justificar **Los trenes cumplirán hoy con su horario (P2)**, porque dan valor a sus experiencias personales habituales y las consideran suficientes para justificar esta proposición. También se observa que usan las *Explicaciones* en aquellas proposiciones cotidianas de ámbito científico (P1, P5, P7, P10), cosa que puede indicar que identifican cuando pueden aportarla. Por ejemplo,

la proposición **Mañana saldrá el sol (P5)** se justifica con respuestas tales como *...Sí saldrá, porque llevamos toda la semana con sol (Hábitos)...*, pero también con, *...Sí, porque la tierra tiene un eje de rotación y además gira alrededor del sol (Explicaciones)...* De igual forma ocurre con la proposición **Viviré para siempre (P7)**, la cual se justifica con respuestas del tipo *...No, porque nunca he visto alguien que viva para siempre (Hábitos)...* o *...No, porque cada ser vivo nace, crece, se reproduce y muere (Explicaciones)...*

Como se mencionó en el párrafo anterior, se destaca que en la proposición **Los trenes cumplirán hoy con su horario (P2)**, el alumnado justifica con *Hábitos* y lo hace de manera homogénea, principalmente con justificaciones como *...Sería un milagro, porque yo que viajo en tren, nunca pasa a la hora que dice... o ...Esto no es para nada seguro, los trenes siempre van tarde...*, estas respuestas indican que se remiten a sus experiencias personales, lo cual se piensa que es coherente según el contenido de la proposición.

También llama la atención el uso frecuente de las *Explicaciones* en la justificación de **Si tiro una moneda saldrá cara (P3)** y **Si compro me tocará la lotería (P6)**, ya que hacen referencia al cálculo de probabilidades como el medio idóneo para conocer la certeza de las proposiciones, para ello usan justificaciones del tipo: *...Tienes un 50% de probabilidad de que salga cara y un 50% de probabilidades de que salga cruz... o, ...Porque creo que tienes un 10% de probabilidad de que te toque y un 90% que no...* Para estas proposiciones también se usó frecuentemente justificaciones de *Falacias* y *Sesgos*, en las cuales se referían específicamente a la *Suerte* como la responsable de la certeza de las proposiciones, por ejemplo...*Lo de la moneda depende de la suerte, tiene dos caras... o ...Que te toque la lotería depende de la suerte que tú tengas...*

Otro tipo de justificación que destaca por su uso frecuente, pero localizado en dos proposiciones, es los *Rasgos de Personalidad* utilizados en la justificación de las proposiciones **Tener buenas notas depende del esfuerzo (P8)** y **El Barça ganará la liga (P9)**. Una posible interpretación para su uso es que el contenido de las proposiciones module la evaluación del alumnado, especialmente para la P8 donde se observa la frecuencia más alta, ya que en esta proposición se expone explícitamente el *valor esfuerzo*, lo que determina que la mayoría de las justificaciones del alumnado sean del tipo *...Porque con muchas ganas de aprender y si te esfuerzas, puedes ser finalmente el mejor alumno... o ...Sí, porque si una persona se esfuerza y da lo mejor de sí misma puede conseguir lo que quiera....* En el caso de P9 ocurre algo parecido: como la proposición trata de un equipo de fútbol, se cree que se expone implícitamente la identificación con este, por ello las justificaciones son del tipo *...No ganará, porque soy del Madrid y no quiero que gane el Barça...o ...Ganará la liga, porque yo soy del Barça y quiero que gane...*

Se observa en los resultados que el *Testimonio experto/a* se usa en menor medida y casi de manera homogénea en todas las proposiciones. Sin embargo, en la justificación de **Existe vida extraterrestre (P10)** se observa que se usa frecuentemente. Una posibilidad es que el contenido de la proposición propicie que el alumnado se refiera en sus justificaciones al testimonio de las y los científicos o estudios científicos. También en esta proposición se aprecia el uso de todas las justificaciones a diferencia del resto de las proposiciones, lo que puede deberse a que el contenido de ésta lo propicie, aunque se usen con diferente frecuencia. Por otra parte, se observa que el uso del *Testimonio no experto/a* no es relevante para el alumnado. Este tipo de justificación solo se usa en una proposición (P10) y con muy baja frecuencia, con justificaciones del tipo *...Porque hay videos de YouTube que dicen que nosotros venimos de los extraterrestres. No sé si creer o no...*

Tal y como se comenta anteriormente, se observa en los resultados de la evaluación de las proposiciones científicas y pseudocientíficas que disminuye el uso de los *Hábitos y Explicaciones*, en comparación con la evaluación de las proposiciones de la vida cotidiana, para pasar a tomar un rol protagónico el uso del *Testimonio experto/a*. Una posible interpretación para estos datos es que el alumnado se haya dado cuenta, por el tipo de contenido de las proposiciones, de que necesitaba apoyarse en lo que dicen los expertos/as para dar credibilidad a sus justificaciones, especialmente las científicas, en las cuales subió notablemente el uso de este tipo de justificación (31,6%). Por ejemplo, para la proposición científica **Las vacunas previenen enfermedades, por tanto, funcionan (P11)**, se usan justificaciones del tipo *...Es cierto, porque los médicos y las autoridades siempre recomiendan vacunarse para evitar enfermedades. También es cierto que existen estudios científicos que corroboran su eficacia...*o, para la proposición pseudocientífica **Los productos homeopáticos funcionan (P18)** se usan justificaciones como *...Muchos especialistas no recomiendan esta técnica, aseguran que no es efectiva y también se han dado casos en los que los pacientes han muerto por esto. La ciencia no apoya a la homeopatía...*

Los resultados de la categoría *Explicaciones* en la evaluación de aquellas proposiciones en las que era asequible usar una explicación científica, como por ejemplo las proposiciones científicas y algunas pseudocientíficas es inferior al esperado. Sin embargo, se valora que el alumnado se muestre constante en el uso de esta justificación, aunque sea con menor frecuencia. Esta constancia puede deberse a que el alumnado, a pesar de creer que necesita el *Testimonio de los expertos/as* para apoyarse en su justificación, también valora como un componente importante la información que posee sobre el contenido de cada proposición y la utilice para explicarse de mejor forma.

Por otra parte, llama la atención el aumento del uso del *Testimonio no experto/a*, tanto en las proposiciones científicas (6,6%) como en las pseudocientíficas (10,7%), respecto de un 0,6% de uso en la justificación de las proposiciones de la vida cotidiana. Estos datos son relevantes, ya que indican que el alumnado se cree lo que afirman otras personas que no tienen conocimientos acerca de temas científicos y especialmente sobre temas pseudocientíficos. Esto preocupa en el contexto actual, ya que mucha de la información que adquieren proviene de los contextos más cercanos, de medios de comunicación informales y de las redes sociales, por ello sería conveniente hacer consciente al alumnado de esta influencia y de su validez para justificar, según qué tipo de información evalúen.

Otro tipo de justificación muy empleada son los *Rasgos de Personalidad* en la justificación de las proposiciones científicas (20,8%) y pseudocientíficas (43%). Su uso es inquietante, sobre todo en la evaluación de las proposiciones científicas, ya que la mayoría de estas justificaciones aluden a no creer en el contenido de la proposición, por ejemplo, la proposición **Los robots son seguros (P15)** se justifica con *...Soy muy desconfiada con esto, creo que los pueden usar para espiarnos, por eso no me siento segura y no me lo creo...* Por otra parte, se observa que este tipo de justificación tiene una participación relevante en dos proposiciones pseudocientíficas **Hay minerales y objetos que dan suerte (P19)** y **Los horóscopos predicen lo que pasará (P20)**, las cuales se justifican mayoritariamente con justificaciones como *...Estoy indecisa, porque la gente utiliza objetos para la suerte y le funcionan, pero a mí por ejemplo no me dan suerte entonces depende de la persona y si cree mucho o no... o, ...Pienso que esto es falso, por como soy y lo que creo, no creo en horóscopos, ni en predicciones...* Se destaca en estas dos proposiciones que, mientras más *Rasgos de Personalidad* se utilizan menos *Explicaciones*

y *Testimonio experto/a* se usa, lo que puede deberse a la fuerte confianza en las creencias personales y a pensar que creer o no creer es el medio para justificar una proposición.

¿Qué capacidad tiene el alumnado para identificar los tipos de justificaciones para evaluar las proposiciones científicas y pseudocientíficas?

A partir de las respuestas del alumnado a la tarea «Indica el tipo o los tipos de justificaciones que usas en la evaluación de las proposiciones y luego justifica por qué las usas» tal y como se observa en la Figura 2, los resultados muestran que el alumnado tiende más a identificar correctamente las justificaciones de *Testimonio de experto/a* que no las de *Explicaciones* y *Rasgos de Personalidad*.

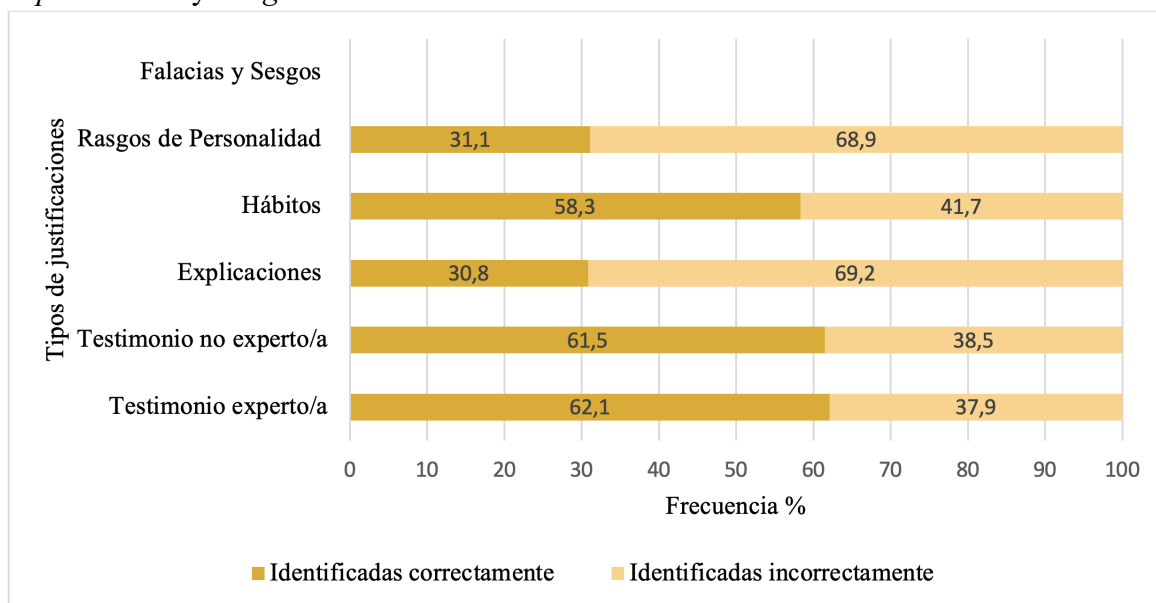


Figura 2. Capacidad del alumnado para identificar (correcta o incorrectamente) los tipos de justificaciones que usa en la evaluación de las proposiciones científicas y pseudocientíficas.

Llama la atención que, a pesar del uso frecuente de los *Rasgos de Personalidad* en la justificación de las proposiciones científicas y pseudocientíficas (especialmente en ésta última), el alumnado las identifique con mayor frecuencia de manera incorrecta (68,9%), lo que podría deberse a que no comprenda el tipo de justificación o lo confunda con otro, por lo que, no es capaz de construir una justificación adecuada. Por ejemplo, un estudiante justifica la proposición **Los productos homeopáticos funcionan (P18)** con ...*Creo que si no están aceptados científicamente es porque no funcionan, por eso si no los acepta la ciencia no lo creo...*, e indica los *Rasgos de Personalidad* para identificar el tipo de justificación que ha usado, pero esta justificación corresponde a *Testimonio experto/a*. Es probable que asocien la palabra «Creo» a algo personal y así a los *Rasgos de Personalidad*, por ello es posible que se confundan o no terminen de comprender el significado de este tipo de justificación.

Otro tipo de justificación identificada con mayor frecuencia incorrectamente son las *Explicaciones* (69,2%). Este dato sorprende, ya que las *Explicaciones* se usan con una frecuencia alta en la evaluación de las proposiciones de la vida cotidiana, pero luego su uso disminuye en la justificación de las proposiciones científicas y pseudocientíficas. Es posible que este tipo de justificación se identifique incorrectamente, porque igualmente el alumnado no comprende su significado y además lo confunde con sus opiniones. Por ejemplo, un estudiante justifica la proposición **Los organismos genéticamente modificados (Transgénicos) son seguros (P13)** con ...*Pienso que esta proposición es*

segura, además siempre me fio de mi opinión personal, de las explicaciones que doy y de un modelo científico... e indica el tipo de justificación de *Explicaciones*, aunque esta justificación no da una explicación del contenido de la proposición. Otra posibilidad es que el alumnado no identifique correctamente este tipo de justificación, ya que para la evaluación de estas proposiciones no se les solicitó investigar sobre las proposiciones, por tanto, no contaba con información suficiente sobre el contenido de éstas.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados que dan respuesta a las preguntas de investigación se concluye, contestando así a la pregunta *¿Qué tipos de justificaciones usa el alumnado en la evaluación de las proposiciones de la vida cotidiana, científicas y pseudocientíficas?* que para justificar las proposiciones de la vida cotidiana se usan más las justificaciones de tipo *Hábitos* y *Explicaciones*. En cambio, para las proposiciones científicas y pseudocientíficas usan más el *Testimonio experto/a* (en particular para las científicas) y los *Rasgos de personalidad* (en particular para las pseudocientíficas). Estos resultados son coherentes con los resultados de otras investigaciones que indican que el uso de *Testimonio experto/a* se debe a que la mayoría de los conocimientos se adquieren de otras personas especializadas en algún área de referencia (Chinn et al., 2011; Chinn et al., 2014; Greene et al., 2008; Keren, 2018). Además, diversas investigaciones realizadas en el ámbito educativo han mostrado que las y los estudiantes tienen confianza y creen en la veracidad de los expertos/as, porque los consideran los encargados de transmitir el conocimiento a otras personas (Hofer y Pintrich, 1997; Iordanou, 2016). No obstante, con los datos que tenemos no podemos saber si las y los estudiantes consideran entre los expertos/as a alguien que no lo sea, pero es algo en lo que se debe investigar.

Respecto del uso de los *Rasgos de Personalidad* y *Hábitos* se concluye que existen diversos componentes subjetivos que afectan y guían el razonamiento que el alumnado hace de las proposiciones. Es necesario saber cómo los componentes como las emociones, valores, motivaciones, creencias personales, entre otras, modulan el razonamiento de las y los estudiantes sobre el conocimiento, lo cual resulta muy relevante en la actualidad, ya que se pretende que los propios alumnos y alumnas sean capaces de identificar estos rasgos para poder utilizarlos a favor en su razonamiento y así poder evaluar de manera adecuada la información (Barzilai y Chinn, 2018; Chinn et al., 2014; Kahneman, 2012; Nussbaum, 2008).

En cuanto al uso de *Explicaciones* en las proposiciones de la vida cotidiana, científicas y pseudocientíficas se concluye que su uso es mayor en las de la vida cotidiana y menor en las científicas y pseudocientíficas. Se considera preocupante que el alumnado no haya usado más justificaciones de este tipo en las proposiciones científicas y pseudocientíficas, ya que en estos contextos se hacía asequible su uso. Puede ser que esto sea una evidencia de lo que Aikenhead (2005) describía sobre la dificultad de aplicar el conocimiento científico a otros contextos, lo que nos lleva a remarcar el valor de los contextos cotidianos para el alumnado, ya que se podría pensar que éstos promueven más el uso de *Explicaciones* que los científicos (aunque también sean contextos cercanos y significativos para un ciudadano) o que el contexto cotidiano sea el responsable de que el alumnado haya usado las explicaciones con un exceso de confianza (Kuhn, 2001; Kuhn y Iordanou, 2022).

En relación con la segunda pregunta de investigación *¿Qué capacidad tiene el alumnado para identificar los tipos de justificaciones que usa para evaluar las proposiciones científicas y pseudocientíficas?* se concluye que el alumnado identifica mejor las

justificaciones de *Testimonio experto/a* y *Hábitos*. En cambio, muestra una capacidad limitada para identificar de manera correcta los *Rasgos de Personalidad* y las *Explicaciones*. Saber identificar el *Testimonio experto/a* y los *Hábitos* se considera una conclusión relevante de este trabajo, y coincide con otros estudios sobre creencias personales del alumnado (Greene et al., 2008; Iordanou, 2016), ya que muestra su capacidad no solo para usar el tipo de justificación, sino que además demuestra que saben lo que están usando para justificar, es decir, saben que están usando lo que dicen los expertos/as y sus experiencias personales, para justificar las afirmaciones, lo cual les permite tener una primera aproximación acerca de cómo saben y por qué lo saben así.

Por otra parte, que el alumnado haya identificado incorrectamente los *Rasgos de Personalidad* y las *Explicaciones* se valora como un antecedente inquietante, ya que evidencia que el uso de un tipo u otro o, incluso más de un tipo de justificación, no se relaciona con una mejor capacidad para identificar componentes del propio razonamiento. Resulta problemático porque si no son conscientes de aquellas características personales que influyen en su forma de pensar y de esta manera en la evaluación que hacen sobre diferentes temas (Chinn et al., 2011; Fisher, 2014; Nussbaum, 2008), tampoco podrán ser críticos con la enorme cantidad de información que circula en los medios de comunicación y redes sociales.

El hecho de identificar como explicaciones sus experiencias personales u opiniones, puede indicar, como a describió Chinn et al. (2014) que evalúan deficientemente la información y la ajustan a sus experiencias personales cotidianas. Este antecedente es preocupante y se agudiza más si se plantea que si no son capaces de reconocer cuando están usando las explicaciones, puede indicar que tampoco saben cuáles son sus características, por lo que el papel de las explicaciones científicas no tendrá para ellos y ellas el papel que les corresponde en la construcción del conocimiento científico (Kind y Osborne, 2017; Osborne y Patterson, 2011).

Consideramos que esta investigación aporta evidencias para insistir en la necesidad de incluir el desarrollo de la cognición epistémica en las aulas de enseñanza obligatoria para ayudar al alumnado a identificar y comprender los tipos de justificaciones que usan para dar su opinión, y ayudar al profesorado en el diseño de instrumentos didácticos adecuados para hacerlo. Es fundamental que se amplíe el estudio sobre los tipos de justificaciones que usa el alumnado en la evaluación de la información e identificar las posibles relaciones que se pueden establecer entre estos tipos, y también cómo éstos pueden ser modulados por distintos factores epistémicos. Estas investigaciones podrán aportar elementos valiosos para que la escuela pueda formar ciudadanos reflexivos que se puedan desenvolver con criterio en la era de la desinformación y las fake news.

Agradecimientos

Esta investigación se ha financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (PID2022-138166NB-C22b) y se ha realizado dentro del grupo de investigación SGR ACELEC, ref.2021 SGR 00647; y por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile por medio del Programa Formación Capital Humano y Avanzado Beca Doctorado en el Extranjero 72190673.

Referencias bibliográficas

- Aikenhead, G. S. (2005). Science-based occupations and the science curriculum: Concepts of evidence. *Science Education*, 89(2), 242-275.

- Anderson, J., y Rainie, L. (2017). The future of truth and misinformation Online. Pew Research Center. <http://www.pewinternet.org/2017/10/19/the-future-of-truth-and-misinformation-online>
- Barzilai, S., y Chinn, C. A. (2018). On the Goals of Epistemic Education: Promoting Apt Epistemic Performance. *Journal of the Learning Sciences*, 27(3), 353-389. <https://doi.org/10.1080/10508406.2017.1392968>
- Bokros, S. E. (2021). A deference model of epistemic authority. *Synthese*, 198(12), 12041–12069. <https://doi.org/10.1007/S11229-020-02849-Z>
- Bradley, R. (2018). Learning from others: conditioning versus averaging. *Theory*, 85, 5–20. <https://doi.org/10.1007/s11238-017-9615>
- Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS) (2023). Barómetro marzo. https://www.cis.es/cis/export/sites/default/-archivos/Marginales/3380_3399/3398/es3398mar.pdf
- Chalmers, A. F. (2010). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Siglo XXI.
- Chinn, C. A., y Rinehart, R. W. (2016). Epistemic cognition and philosophy: Developing a new framework for epistemic cognition. En Greene, J. A., Sandoval, W. A., and Braten, I. (Eds.), *Handbook of epistemic cognition* (pp. 460-478). Routledge.
- Chinn, C. A., Buckland, L. A., y Samarapungavan, A. (2011). Expanding the dimensions of epistemic cognition: Arguments from philosophy and psychology. *Educational Psychologist*, 46(3), 141–167. <https://doi.org/10.1080/00461520.2011.587722>
- Chinn, C. A., Rinehart, R. W., y Buckland, L. A. (2014). Epistemic cognition and evaluating information: Applying the AIR model of epistemic cognition. En D. Rapp and J. Braasch (Eds.), *Processing inaccurate information: Theoretical and applied perspectives from cognitive science and the educational sciences* (pp. 425-453). Cambridge, MA: MIT Press.
- Chinn, C. A., Yoon, S. A., Hussain-Abidi, H., Hunkar, K., Noushad, N. F., Cottone, A. M., y Richman, T. (2023). Designing learning environments to promote competent lay engagement with science. *European Journal of Education*, 58(3), 407–421. <https://doi.org/10.1111/EJED.12573>
- Davidson, R. J., y Begley, S. (2012). *El perfil emocional de tu cerebro*. (Vol. 225). Grupo Planeta.
- Domènech-Casal, J. (2019). Escalas de certidumbre y balanzas de argumentos. Una experiencia de construcción de marcos epistemológicos para el trabajo con Pseudociencias en secundaria. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 3(2), 37-53. <https://doi.org/10.17979/arec.2019.3.2.4930>
- Domènech-Casal, J. y Marbà-Tallada, A. (2022). La dimensión epistémica de la competencia científica. Ejes para el diseño de actividades de aula. *Didáctica de Las Ciencias Experimentales y Sociales*, 0(42), 81–98. <https://doi.org/10.7203/DCES.42.21070>
- Fadel, Ch., Bialik, M y Trilling, B. (2016). *Educación en cuatro dimensiones: las competencias que los estudiantes necesitan para su realización*. Centro de Innovación en Educación de Fundación de Chile. <https://www.centroderecursos.educarchile.cl/bitstream/handle/20.500.12246/55866/>

[charles-fadel-educacion-en-cuatro-dimensiones.pdf](#)

- FECyT (2023). 11.ª Encuesta percepción social de la ciencia y la tecnología -2022. Informe completo. <https://www.fecyt.es/es/noticia/encuestas-de-percepcion-social-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-en-espana>
- Fischer, G. N. (1990). *Psicología social: conceptos fundamentales*. Narcea.
- Fisher, M., y Keil, F. C. (2014). The illusion of argument justification. *Journal of Experimental Psychology: General*, 143(1), 425–433. <https://doi.org/10.1037/A0032234>
- Greene, J. A., Azevedo, R., y Torney-Purta, J. (2008). Modeling epistemic and ontological cognition: Philosophical perspectives and methodological directions. *Educational Psychologist*, 43(3), 142-160.
- Greene, J. A., Chinn, C. A., y Deekens, V. M. (2021). Experts' reasoning about the replication crisis: Apt epistemic performance and actor-oriented transfer. *Journal of the Learning Sciences*, 30(3), 351-400.
- Greene, J. A., y Yu, S. B. (2016). Educating critical thinkers: The role of epistemic cognition. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 3(1), 45-53.
- Greño, H. M. (2019). *Nuestra mente nos engaña: sesgos y errores cognitivos que todos cometemos*. Shackleton books.
- Hofer, B. K., y Pintrich, P. R. (1997). The Development of Epistemological Theories: Beliefs about Knowledge and Knowing and Their Relation to Learning. *Review of Educational Research*, 67(1), 88. <https://doi.org/10.2307/1170620>
- INE (2022). Encuesta sobre Equipamiento y Uso de Tecnologías de Información y Comunicación en los Hogares. https://ine.es/prensa/tich_2022.pdf
- Iordanou, K. (2016). From Theory of Mind to Epistemic Cognition. A Lifespan perspective. *Frontline Learning Research*, 4(5), 106–119. <https://doi.org/10.14786/FLR.V4I5.252>
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas* (Vol. 12). Graó.
- Kahneman, D. (2003). Mapas de racionalidad limitada: psicología para una economía conductual. Discurso pronunciado en el acto de entrega del premio Nobel de Economía 2002. *RAE: Revista Asturiana de Economía*, 28, 181–225.
- Kahneman, D. (2012). *Pensar rápido, pensar despacio*. Penguin Random House Grupo Editorial, S. A. U.
- Keren, A. (2007). Epistemic Authority, Testimony, and the Transmission of Knowledge. *Episteme*, 4(3), 368–381. <https://doi.org/10.3366/E1742360007000147>
- Keren, A. (2018). The public understanding of what? Laypersons' epistemic needs, the division of cognitive labor, and the demarcation of science. *Philosophy of Science*, 85(5), 781-792. <https://doi.org/10.1086/699690>
- Kind, P., y Osborne, J. (2017). Styles of Scientific Reasoning: A Cultural Rationale for Science Education? *Science Education*, 101(1), 8–31. <https://doi.org/10.1002/SCE.21251>
- Kuhn, D. (2001). How do people know? *Psychological Science*, 12(1), 1–8.

<https://doi.org/10.1111/1467-9280.00302>

- Kuhn, D., y Iordanou, K. (2022). Why Do People Argue Past One Another Rather than with One Another? *Reason, Bias, and Inquiry*, 324–338. <https://doi.org/10.1093/OSO/9780197636916.003.0015>
- Lipman, M. (2016). *El lugar del pensamiento en la educación: Textos de Matthew Lipman*. Ediciones Octaedro.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Núñez Ladevéze, L., Núñez Canal, M., y Irisarri Núñez, J. A. (2017). Normative affectivity as the foundation of domestic authority in the digital society. *Revista Latina de Comunicación Social*, 72, 331–348. <https://doi.org/10.4185/RLCS-2017-1168>
- Nussbaum, M. C. (2008). *Paisajes del pensamiento: la inteligencia de las emociones*. Paidós.
- Ogborn, J., Kress, G., Martins, I. y McGillicuddy, K. (1998). *Formas de explicar: la enseñanza de las ciencias en secundaria*. Aula XXI-Santillana.
- Osborne, J. F., y Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction? *Science Education*, 95(4), 627–638.
- Quarderer, N. A., Fulmer, G. W., Hand, B., y Neal, T. A. (2021). Unpacking the connections between 8th graders' climate literacy and epistemic cognition. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(10), 1527–1556. <https://doi.org/10.1002/tea.21717>
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513–536. <https://doi.org/10.1002/tea.20009>
- Stanovich, K. E. (2010). *Decision making and rationality in the modern world*. Oxford University Press.
- Steup, Matthias and Ram Neta, Epistemology, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2020 Edition), Edward N. Zalta (ed.). <https://plato.stanford.edu/archives/fall2020/entries/epistemology>
- Wei, L., Firetto, C. M., Duke, R. F., Greene, J. A., y Murphy, P. K. (2021). High school students' epistemic cognition and argumentation practices during small-group quality talk discussions in science. *Education Sciences*, 11(10), 616. <https://doi.org/10.3390/educsci11100616>
- Zagzebski, L. T. (2012). *Epistemic authority: A theory of trust, authority, and autonomy in belief*. Oxford University Press.
- Zetterqvist, A., y Bach, F. (2023). Epistemic knowledge—a vital part of scientific literacy? *International Journal of Science Education*, 45(6), 484–501. <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2166372>