

La comprensión de aspectos epistémicos de la naturaleza de la ciencia en el nuevo currículo de Educación Secundaria Obligatoria, tras la LOMLOE

Understanding epistemic aspects of the nature of science in Spain's new curriculum for compulsory-secondary education since the LOMLOE law

Dr. Antonio GARCÍA-CARMONA. Catedrático. Universidad de Sevilla (garcia-carmona@us.es).

Resumen:

Este estudio analiza la atención que se presta a la comprensión de aspectos epistémicos de la *naturaleza de la ciencia* (NDC) en el nuevo currículo de ciencias para la etapa de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), aprobado tras la entrada en vigor de la LOMLOE (Ley Orgánica 3/2020). Con este propósito, se examinan las disposiciones curriculares de las materias de Biología y Geología y Física y Química (Real Decreto 217/2022), mediante un método de análisis cualitativo de contenido. El referente teórico usado en el análisis es el conjunto de aspectos epistémicos de la NDC, recogido en el último marco conceptual de PISA sobre la competencia científica. Los resultados revelan que el currículo de ciencias para la ESO, en España, no sintoniza, ni en cantidad ni en profundidad, con el marco de PISA en lo que

respecta a la comprensión de aspectos epistémicos de la NDC. Se concluye que la comprensión de tales aspectos es considerada un reto educativo menor, o secundario, en el nuevo currículo para la educación científica básica. Por tanto, supone otra oportunidad perdida de haber dado un mayor protagonismo a esta dimensión clave de la alfabetización científica de la ciudadanía.

Descriptores: alfabetización científica, aspectos epistémicos, currículo, Educación Secundaria Obligatoria, LOMLOE, naturaleza de la ciencia.

Abstract:

This study analyses the attention to understanding of epistemic aspects of the *nature of science* (NOS) in Spain's new science curriculum

Fecha de recepción de la versión definitiva de este artículo: 18-05-2022.

Cómo citar este artículo: García-Carmona, A. (2022). La comprensión de aspectos epistémicos de la naturaleza de la ciencia en el nuevo currículo de Educación Secundaria Obligatoria, tras la LOMLOE | *Understanding epistemic aspects of the nature of science in Spain's new curriculum for compulsory-secondary education since the LOMLOE law*. *Revista Española de Pedagogía*, 80 (283), 433-450. <https://doi.org/10.22550/REP80-3-2022-01>
<https://revistadepedagogia.org/>

ISSN: 0034-9461 (Impreso), 2174-0909 (Online)

año 80, n.º 283, septiembre-diciembre 2022, 433-450
revista española de pedagogía



for the compulsory secondary education (ESO) stage, which was approved following the entry into force of the new LOMLOE education law (Ley Orgánica 3/2020). To this end, the curricular provisions for the biology and geology and physics and chemistry subjects (Real Decreto 217/2022) are examined using qualitative content analysis. The theoretical reference used in the analysis of the document is the set of epistemic aspects of NOS included in the latest PISA conceptual framework for scientific competence. The results show that Spain's science curriculum for compulsory secondary education is not consistent in ei-

ther quantity or depth with the PISA framework in relation to the understanding of the epistemic aspects of NOS. In conclusion, understanding of these aspects is regarded as a minor or secondary educational challenge in the new curriculum for basic science education. Therefore, it represents another missed opportunity to give greater importance to such key dimension of public scientific literacy.

Keywords: compulsory-secondary education, curriculum, epistemic aspects, LOMLOE, nature of science, scientific literacy.

1. Introducción

La comprensión de nociones básicas sobre la *naturaleza de la ciencia* (NDC, en adelante) está considerada, hoy día, un componente clave para lograr la alfabetización científica deseable en la ciudadanía (National Science Teaching Association [NSTA], 2020). Se trata de un *metaconocimiento* sobre la ciencia que emana, principalmente, de estudios y reflexiones interdisciplinarios realizadas por historiadores, filósofos y sociólogos de la ciencia¹ (Acevedo y García-Carmona, 2016; McComas y Clough, 2020).

Existen diversas razones para justificar la introducción de contenidos sobre la NDC en la educación científica básica, si bien se podrían destacar dos fundamentales. Una de ellas es que la atención explícita a aspectos de la NDC en las clases de ciencias puede favorecer la comprensión de ideas científicas (NSTA, 2020), si se acompaña de una reflexión consciente sobre el complejo proceso

que lleva al establecimiento de tales ideas (García-Carmona y Acevedo, 2018). La otra razón importante es que la NDC provee un marco de ideas básicas acerca de los rasgos característicos de la actividad científica, de los factores que influyen en esta y del conocimiento producido (Acevedo y García-Carmona, 2016), que es idóneo para el análisis crítico de asuntos personales y sociales relacionados con la ciencia (Almeida et al., 2022). En efecto, una persona bien formada en aspectos de la NDC podrá manejar criterios que van más allá de simples valoraciones personales, a la hora de analizar y posicionarse ante controversias sociocientíficas; por ejemplo, comprender la necesidad de evaluar la fiabilidad de las fuentes de información manejadas por las distintas partes. Igualmente, una comprensión básica de *cómo funciona la ciencia* ayuda a detectar las *pseudociencias*, que sientan sus argumentos en falsas creencias y suposiciones no contrastadas. Una de las características

de la ciencia es que se basa en la evidencia (Bell, 2009); de modo que el conocimiento científico debe superar muchas pruebas de verificación, mediante procesos de evaluación rigurosos, antes de ser aceptado por la comunidad científica (García-Carmona y Acevedo, 2018). Por tanto, la validez científica de cualquier *propuesta* de conocimiento, que no haya pasado por todos estos filtros, debería ser siempre puesta en entredicho.

La posesión de conocimientos básicos sobre la NDC permite, asimismo, contraargumentar a los *negacionistas* de la ciencia, que suelen creer en teorías conspirativas, falsos expertos o en que la ciencia, para ser fiable, debe ser perfecta (McIntyre, 2021). Un caso paradigmático es el de los *creacionistas*, que se oponen a la *teoría de la evolución* con el argumento de que esta es simplemente «una teoría», que aún no se ha convertido en ley científica para que pueda ser aceptada (Rennie, 2002). Sin embargo, esto es fácil de rebatir porque las leyes y las teorías científicas son dos tipos de conocimiento diferentes; con lo cual, no guardan una relación jerárquica o de subordinación que posibilite que las teorías puedan convertirse en leyes científicas (Lederman et al., 2013).

Similarmente, la NDC explica, por ejemplo, las razones de que se produjeran cambios de criterio científico durante la pandemia de la COVID-19, con el fin de prevenir el contagio del coronavirus (García-Carmona, 2021a). El conocimiento científico se construye a partir de las pruebas disponibles en cada momento. Por consiguiente, aunque ciertas ideas o explicaciones sean consideradas por la comunidad científica como las más aceptables en un momento determinado del desarrollo de

las investigaciones, se asumen como *tentativas*. Esto es, que son ideas susceptibles de sufrir modificaciones a la luz de nuevas evidencias que las puedan poner en tela de juicio (Lederman et al., 2013). De igual forma, el avance de la ciencia no solo se debe a prácticas *epistémicas*, o de naturaleza exclusivamente *racional*, sino que también depende, en buena medida, de aspectos extracientíficos o *no-epistémicos*, tales como la financiación recibida, los intereses político-sociales de cada época o la competitividad científica, por citar solo algunos (García-Carmona, 2021b). Esto último se puso de manifiesto, por ejemplo, con la consecución de las vacunas de la COVID-19. Estas se obtuvieron en un tiempo extremadamente rápido, como no había sucedido antes con otras vacunas, gracias a los apoyos gubernamentales que tuvieron los laboratorios. Asimismo, se percibió una especie de «carrera por la vacuna» entre países para ver cuál la conseguía antes; es decir, se dio una situación de cierto *nacionalismo* científico (Acevedo y García-Carmona, 2017). No obstante, en este trabajo solo se prestará atención a la *perspectiva epistémica* de la NDC por las razones que se detallarán más adelante.

Así pues, la robustez de los argumentos que los ciudadanos elaboren en relación con cuestiones sociocientíficas dependerá, en buena medida, de cuán formados estén en aspectos de la NDC (García-Carmona y Acevedo, 2018). Porque, lo que muestra la investigación didáctica es que, cuando la gente con escasa formación en NDC opina sobre temas que tienen que ver con la ciencia y la tecnología, suele limitar sus argumentos a valores personales, la moral/ética y las preocupaciones sociales (Bell y Lederman, 2003). Por ello, el desarrollo de

una comprensión informada de aspectos básicos sobre la NDC se erige como un reto primordial para la educación científica desde los niveles más elementales (Akerson et al., 2011).

Sin embargo, la importancia de aprender nociones básicas sobre la NDC no termina de permear en la educación científica básica que se promueve en España. Prueba de ello es la escasa atención que tradicionalmente ha recibido en las publicaciones españolas sobre enseñanza de las ciencias, en comparación con otros contenidos de ciencia escolar (García-Carmona, 2021c). La investigación didáctica señala también que el profesorado de ciencias no suele tener la adecuada formación en NDC y su enseñanza (García-Carmona et al., 2011; García-Carmona, 2021d). Aunque algunos estudios indican que, incluso profesorado de ciencias con una buena formación en este metaconocimiento, no la incluye entre los contenidos básicos de sus programaciones (Akerson y Abd-El-Khalick, 2003). Una posible explicación de ello puede ser la poca relevancia que los contenidos referidos a la NDC tienen en las regulaciones para la educación científica básica; algo que ha sido constatado en documentos curriculares oficiales de otros países (Olson, 2018). Cabe preguntarse, pues, si la situación es o no similar en el nuevo currículo español de ciencias para la educación básica (Real Decreto 217/2022), aprobado tras la entrada en vigor de la última ley educativa (Ley Orgánica 3/2020), más conocida como LOMLOE. Con el propósito de responder a ello, se llevó a cabo un estudio cualitativo guiado por la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué atención se presta a la com-

prensión de aspectos epistémicos de la NDC en las disposiciones curriculares de ciencias para la ESO, en el marco de la LOMLOE?

2. Marco teórico

2.1. La naturaleza de la ciencia en informes y documentos internacionales sobre educación científica

Hace veinte años, en el marco teórico del proyecto internacional TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study), que evalúa el rendimiento educativo en ciencias y matemáticas de estudiantes de educación básica, se destacaba la necesidad de adquirir nociones básicas de la NDC como sigue:

Se espera de los estudiantes [...] [que] posean un conocimiento general de la naturaleza de la ciencia y de la investigación científica, incluido el hecho de que el conocimiento científico está sujeto a cambio, de la importancia de usar diferentes tipos de investigación para verificar o comprobar el conocimiento científico [...] (Mullis et al., 2002, p. 79; corchetes añadidos).

Unos años después, en el informe de la fundación Nuffield sobre el estado de la educación científica en la Unión Europea (*Science education in Europe: Critical reflections*), se señalaba lo siguiente en relación con la comprensión de la NDC:

[...] para mejorar la capacidad del público de participar en cuestiones socio-científicas, se requiere no solo un conocimiento del contenido de la ciencia, sino también un conocimiento de «cómo funciona la ciencia»; un elemento que debería ser una

componente esencial de cualquier plan de estudios de ciencias en la escuela (Osborne y Dillon, 2008, p. 8; traducción del autor)².

Recientemente, en el marco teórico del proyecto PISA para la evaluación de la competencia científica, se establece que «La comprensión de la ciencia como práctica también requiere de un “conocimiento epistémico”, que se refiere a la comprensión del papel de los constructos específicos y sus características esenciales en el proceso de construcción del conocimiento científico» (Organization for Economic Co-Operation and Development [OECD], 2019, p. 100; traducción del autor). Cabe aclarar que, en la literatura internacional de la didáctica de las ciencias, *conocimiento epistémico* de la ciencia es otra de las denominaciones empleadas para hacer referencia a aspectos o contenidos de la NDC. Aunque, es preciso notar también que esta designación tiene limitaciones para representar holísticamente el constructo NDC, puesto que solo se refiere a los *aspectos racionales* del desarrollo de la ciencia, obviando así los de corte *no-epistémico* que igualmente influyen en ello (García-Carmona, 2021b, 2021c; García-Carmona y Acevedo, 2018), tal y como se ha indicado antes.

Fuera del contexto europeo, el principal país impulsor de la NDC como contenido básico de la enseñanza de las ciencias es Estados Unidos (NSTA, 2020). Desde hace décadas las autoridades educativas de este país lo sugieren de manera explícita en los sucesivos documentos de reforma curricular de ciencias (Lederman, 2018). El último de estos documentos es *A framework for K-12 science education* (National Research Council [NCR], 2012), donde se puede leer:

Entender cómo la ciencia ha logrado [su] éxito [...] es una parte esencial de la educación científica. Aunque no existe un acuerdo universal sobre la enseñanza de la naturaleza de la ciencia, hay un gran consenso sobre las características de la empresa científica que debería entender un ciudadano educado (NRC, 2012, p. 78; traducción del autor; corchetes añadidos).

Esta revisión, con gran angular, de varios de los informes internacionales más influyentes sobre educación científica, revela el amplio consenso existente en torno a promover una comprensión de nociones básicas de la NDC, en aras de lograr la alfabetización científica deseable para la ciudadanía.

2.2. Qué significa aprender sobre la naturaleza de la ciencia y cómo enseñarla

Como se ha avanzado, la NDC es un metaconocimiento sobre la ciencia; por tanto, su aprendizaje implica desarrollar una comprensión de los rasgos más característicos de las prácticas que desempeñan las personas dedicadas a la ciencia, de los múltiples factores que influyen en tales prácticas, y del conocimiento producido (Acevedo y García-Carmona, 2016; Adúriz-Bravo, 2005). Así, mientras que *aprender ciencias* se refiere habitualmente a entender conceptos, leyes, modelos y teorías científicas, así como a desarrollar diferentes destrezas, tales como observar, formular hipótesis, hacer mediciones, registrar datos, etc., la NDC se relaciona con una comprensión de las características epistemológicas, ontológicas y sociológicas de dichos aspectos (Acevedo y García-Carmona, 2016; McComas y Clough, 2020). Por ejemplo, una cosa es cono-

cer ciertos modelos científicos (modelo atómico, modelo de la doble hélice de ADN, etc.), y otra distinta es comprender que estos son representaciones parciales y limitadas de la realidad para intentar explicar y predecir comportamientos de la naturaleza, cuya validez está en revisión permanente por parte de la comunidad científica. Del mismo modo, no es lo mismo adquirir destrezas para observar fenómenos, que entender que la observación científica se ve condicionada por las expectativas del científico, por las limitaciones de sus sentidos e instrumentos empleados; y que lo observado puede interpretarse de varias formas, según distintos observadores, etc. En síntesis, saber *de* ciencias y *sobre* la ciencia son dos perspectivas complementarias, pero diferentes; y aquí se está centrando la atención en la última de ellas.

En cuanto a cómo enseñar aspectos de la NDC, la investigación didáctica ha revelado reiteradamente que la mejor manera de aprender sobre esta es con un enfoque didáctico *explícito-reflexivo* (Acevedo, 2009; Lederman, 2007). Esto significa que esta debe ser considerada (i) un contenido del currículo con objetivos de aprendizajes propios, cuya introducción en clase precisa de (ii) actividades que promuevan en el alumnado la reflexión en torno a cuestiones de la NDC, así como (iii) un plan específico para evaluar los logros y dificultades de aprendizaje del alumnado (García-Carmona, 2021d; Schwartz et al., 2004). Así pues, la simple participación en indagaciones científicas escolares no implica necesariamente que se estén comprendiendo los rasgos más

característicos de la práctica científica, si no se plantea una reflexión consciente sobre ello, de manera paralela a las tareas requeridas en el desarrollo de esas indagaciones (García-Carmona, 2012). Metafóricamente, equivale a decir que una persona no aprende sobre el fenómeno de la visión solamente viendo.

Respecto a cómo introducir contenidos de la NDC en el currículo de ciencia escolar, existen varias posibilidades (Acevedo y García-Carmona, 2016): (i) integrada en los contenidos habituales de ciencia escolar, (ii) como un contenido independiente, o (iii) mediante una combinación de ambas estrategias. La comprensión de los estudiantes sobre la NDC no parece depender de si esta se programa como un contenido específico o integrada en otros contenidos de ciencia (Khishfe y Lederman, 2007). No obstante, la opción de integrar la NDC en los demás contenidos del currículo de ciencia tiene la ventaja de que apenas altera la programación del curso de ciencia escolar; lo cual incitaría al profesorado de ciencias a introducir la NDC en sus programaciones (Bell et al., 2012). Asimismo, la reflexión sobre aspectos de la NDC en contextos auténticos del desarrollo científico, tales como controversias científicas sobre un tema sociocientífico determinado, puede favorecer una visión más realista de la actividad científica (Acevedo y García-Carmona, 2017).

2.3. Qué habría que enseñar sobre la naturaleza de la ciencia

Dado el carácter poliédrico del constructo NDC, la determinación de qué aspectos habría que enseñar sobre esta es

una cuestión compleja y en continuo debate (Acevedo y García-Carmona, 2016). No obstante, existen algunas propuestas interesantes y viables para introducir contenidos de la NDC en el currículo de ciencia escolar (p. ej., Lederman, 2007; Erduran y Dagher, 2014; García-Carmona y Acevedo, 2018). Sería muy extenso exponer una revisión detallada y comparativa de las distintas propuestas existentes en la literatura internacional sobre el tema (véase, para ello, por ejemplo: Acevedo y García-Carmona, 2016); de modo que, solo se hará referencia a la propuesta que proviene de uno de los documentos más influyentes o representativos a escala internacional: el reciente marco teórico de PISA para la competencia científica (OECD, 2019). Este documento aún buena parte de los consensos *de mínimos* sobre qué enseñar de la NDC. Estos consensos se circunscriben básicamente a la perspectiva *epistémica* de la NDC; es decir, la que se centra en los aspectos racionales o cognitivos de este metaconocimiento. Existe bastante menos acuerdo en rela-

ción con la perspectiva *no-epistémica* de la NDC (García-Carmona, 2021b).

Bajo la etiqueta de *conocimiento epistémico*, el marco teórico de PISA hace una propuesta de contenidos sobre la componente *racional o epistémica* de la NDC³. En la Tabla 1 se recogen indicadores genéricos de las ideas básicas, al respecto, que —según este documento— habrían de integrar dicha dimensión de la competencia científica, junto a las otras dos dimensiones clave de esta competencia (conocimientos de contenido científico y conocimiento procedimental). Sin entrar a discutir si esta propuesta debiera ser más completa, dada su desatención a la perspectiva *no-epistémica* de la NDC, lo que parece razonable es que —por coherencia— todos aquellos países participantes en el programa PISA, entre los que se encuentra España, deberían incluir, al menos, tales ideas en sus currículos oficiales de ciencia escolar. Por tanto, la propuesta de este documento será la utilizada como marco de referencia en este estudio.

TABLA 1. Aspectos epistémicos de la NDC en el marco teórico de PISA 2018 para la evaluación de la competencia científica.

A. Los constructos y características definitorias de la *ciencia*, esto es:

1. Naturaleza de las observaciones científicas, hipótesis, modelos y teorías.
2. Finalidad y objetivos de la ciencia (producir explicaciones del mundo natural), su distinción de la tecnología (producir una solución óptima a las necesidades humanas), lo que constituye una cuestión científica o tecnológica, y lo que se consideran datos apropiados.
3. Valores de la ciencia, tales como un compromiso para la publicación [de resultados y conclusiones de investigación], la objetividad y la eliminación de sesgos.
4. Naturaleza de los razonamientos usados en ciencia, tales como los deductivos, inductivos e inferencias para la mejor explicación (abductivo), así como los analógicos y basados en modelos.

B. El papel de estos constructos y características para justificar el conocimiento producido por la *ciencia*, esto es:

1. Las afirmaciones científicas se apoyan en datos y razonamiento.
2. Función de las diferentes formas de investigación empírica para establecer el conocimiento, incluyendo sus objetivos (comprobar hipótesis explicativas o identificar patrones) y diseños (observación, experimentos controlados, estudios correlacionales).
3. El error de medición afecta al grado de confianza en el conocimiento científico.
4. Uso y papel de modelos físicos, sistémicos y abstractos, así como sus límites.
5. Papel de la colaboración y la crítica, y cómo la revisión por pares ayuda a establecer confianza en las afirmaciones científicas.
6. Papel del conocimiento científico, junto con otras formas de conocimiento, en la identificación y abordaje de problemáticas sociales y tecnológicas.

Fuente: Elaboración propia a partir de OECD (2019, p. 108, traducción del autor).

3. Método

Para responder a la pregunta de investigación se examinaron las disposiciones curriculares, enmarcadas en la LOMLOE, para las materias de ciencias de la ESO (Real Decreto 217/2022). Esto se hizo mediante la aplicación de procedimientos estándares de análisis cualitativos de contenido (Mayring, 2000). Y, como se ha dicho, el marco de referencia para el análisis fue la relación de aspectos epistémicos de la NDC, recogida en la Tabla 1 (OECD, 2019).

La información se analizó en tres fases de depuración progresiva (Cáceres, 2003) mediante un método de análisis *intraobservador*. En la *primera fase*, se localizaron alusiones explícitas a aspectos epistémicos de la NDC en las distintas partes del currículo para las materias de Biología y Geología (B-G) y Física y Química (F-Q) de los cuatro cursos de la ESO. Esto dio como resultado la

detección de un total de 50 alusiones a aspectos epistémicos de la NDC, repartidas por las siguientes secciones del currículo para ambas materias: (I) *perfil de salida de la competencia STEM*⁴; (II) *presentación/justificación de las materias*; (III) *relación de competencias específicas de las materias*; (IV) *criterios de evaluación*; y (V) *saberes básicos*.

En la *segunda fase* del análisis, realizada aproximadamente un mes después, se depuró la información. El proceso consistió en considerar solo aquellas alusiones a aspectos epistémicos de la NDC, cuya comprensión forma parte de los aprendizajes evaluables. Para ello, se consultaron los criterios de evaluación correspondientes, dado que estos son los referentes que, en última instancia, orientan acerca de los niveles de desempeño esperados en el alumnado con relación a la competencia científica. Como resultado, se desestimaron las menciones a aspectos epis-

témicos de la NDC, que son introducidas en el documento solo para justificar el valor o importancia de las materias de ciencias en la educación básica. Por ejemplo, en el currículo de B-G se hace alguna referencia al papel de la modelización en el desarrollo de la ciencia, en dos secciones diferentes:

- En la descripción de la *competencia específica 4*, cuando se afirma que: «[...] es frecuente que en determinadas ciencias empíricas [...] se obtengan evidencias de la realidad, que deben interpretarse según la lógica para establecer modelos de un proceso biológico [...]» (Real Decreto 217/2022, p. 41 608).
- En la propuesta de saberes básicos, incluidos en el bloque «A. Proyecto científico», para los cursos de primero a tercero de ESO: «Modelado como método de representación y comprensión de procesos o elementos de la naturaleza» (Real Decreto 217/2022, p. 41 611).

Sin embargo, ninguno de los criterios de evaluación de la materia de B-G para dichos cursos se refiere a una comprensión básica de la naturaleza de los modelos científicos, ni sobre el papel de la modelización en el desarrollo de la ciencia. Por tanto, dichas alusiones fueron descartadas. Igual se procedió en los demás casos.

Fruto de esta depuración, la relación inicial de aspectos epistémicos de la NDC se redujo a 41 alusiones. Conviene puntualizar que la alusión a la NDC en el *perfil de salida* para la competencia STEM, no se contempla explícitamente en los criterios de evaluación

de ninguna de las dos materias. No obstante, se optó por estimarla como un aprendizaje evaluable del currículo porque, tal y como indica la propia regulación, «El Perfil de salida es [...] la piedra angular de todo el currículo, [...] hacia donde convergen los objetivos de las distintas etapas [...] y el referente de la evaluación [...] de los aprendizajes del alumnado, [...]» (Real Decreto 217/2022, p. 41 594).

Pasadas dos semanas, se volvió a examinar la información (*tercera fase*). Como resultado, esa relación de 41 alusiones a aspectos epistémicos de la NDC pasó a ser de 35 alusiones con atención explícita en los aprendizajes evaluables. En términos de fiabilidad, ello suponía un grado de acuerdo intraobservador del 88 % y un índice *kappa* igual a 0.67; con lo cual, el análisis tuvo un nivel de concordancia *sustancial* (Abraira, 2001). El 14.6 % de diferencia entre las fases 2 y 3 se debía a que seis alusiones fueron eliminadas finalmente porque, tras analizar de nuevo su contenido y redacción, no terminaba de quedar claro para el investigador que representaban, efectivamente, un metaconocimiento. En esta decisión fue clave lo expuesto en el marco teórico acerca de que la promoción de aprendizajes sobre contenidos relativos a la NDC debe ser clara y explícita, en cuanto a que ello consiste en lograr una comprensión *metacientífica* de estos.

4. Resultados

Lo primero que se ha de resaltar es que, a diferencia de lo indicado en los informes internacionales sobre educación científica consultados (p. ej., Mullis et al., 2002; NRC, 2012; OCDE, 2019), en las disposiciones curriculares analizadas no se hace

una referencia clara a que la comprensión de la NDC (i.e., un metaconocimiento sobre la ciencia) constituye una componente clave de la competencia científica. La atención a aspectos de la NDC en el currículo oficial de ciencias para la ESO, en España, ha de inferirse de alusiones más o menos explícitas a esta, que aparecen esparcidas de manera arbitraria por las distintas secciones en las que se organiza dicho currículo. Lo cual, desintoniza con el marco teórico de PISA para la competencia científica (OECD, 2019), ya que en este se establece con nitidez que la comprensión de aspectos epistémicos de la NDC constituye uno de los tres pilares de esta competencia clave.

En la Tabla 2 se recoge la distribución de alusiones a aspectos epistémicos de la NDC, con incidencia en los aprendizajes evaluables para las materias de ciencias. Es destacable el hecho de que, en el *perfil de salida* relativo a la competencia STEM, concebido como la *piedra angular* de los currículos de las materias de ciencias, solo se haga una breve y genérica mención a la NDC en uno de los cinco descriptores operativos de esta competencia: «STEM2. Utiliza el pensamiento científico [...], apreciando la importancia de la precisión y la veracidad y mostrando una actitud crítica acerca del alcance y las limitaciones de la ciencia» (Real Decreto 217/2022, p. 41 599).

TABLA 2. Alusiones a aspectos epistémicos de la NDC con incidencia en los aprendizajes evaluables de las materias de ciencias (B-G y F-Q) de la ESO, en el marco curricular de la LOMLOE.

Sección del currículo					
	Perfil de salida*	Presentación de la materia	Descripción de las competencias específicas	Criterios de evaluación**	Saberes básicos***
B-G	1	3	5	6 (17.5%)	5 (6.9 %)
F-Q		2	4	5 (16.7%)	4 (8.0 %)

* Común para ambas materias, en el marco de la competencia STEM.

** Porcentajes calculados sobre el total de criterios de evaluación para las materias: 35 criterios para B-G, y 30 criterios para F-Q, correspondientes a los cuatro cursos de la etapa.

*** Porcentajes calculados sobre el total de saberes básicos para las materias: 72 criterios para B-G, y 50 criterios para F-Q, correspondientes a los cuatro cursos de la etapa.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la presentación de las materias y la descripción de las competencias específicas correspondientes, solo cabe mencionar que las referencias a aspectos epistémicos de la NDC aparecen en una proporción similar a (e integradas con) las que se hacen sobre el aprendizaje *de cien-*

cias. Si bien, dado que esa proporción era difícil de cuantificar, se decidió no intentar hacer el cálculo porcentual de su peso.

El otro dato reseñable es la escasa atención al aprendizaje de nociones sobre la NDC en los criterios de evaluación y sa-

beres básicos, tanto de la materia de B-G (17.5 % y 6.9 % respectivamente) como de F-Q (16.7 % y 8 % respectivamente). Como se apunta más arriba, los criterios de evaluación, junto a los saberes básicos correspondientes, son los principales indicadores o referentes para que el profesorado elabore sus programaciones didácticas. Por tanto, el currículo de ambas materias proyecta la idea de que la comprensión de aspectos de la NDC es algo accesorio, o secundario, frente a la adquisición de conocimientos y destrezas científicas, así como de ciertas actitudes. Esta perspectiva dista, además, del planteamiento del marco teórico de PISA (OECD, 2019), donde la comprensión de aspectos epistémicos de la NDC tiene un peso equilibrado con la de las otras dos dimensiones básicas de la competencia científica. En este sentido, el currículo de ciencias español sería más o menos coherente con dicho marco, si adjudicara a la comprensión de la NDC aproximadamente la tercera parte de los criterios de evaluación y saberes básicos.

Por otra parte, se analizó qué aspectos epistémicos de la NDC, de los propuestos en el marco teórico de PISA, eran referidos en las distintas secciones del currículo de las materias de ciencias de la ESO. Los resultados se sintetizan en la Tabla 3. En esta puede verse que, de los 10 aspectos epistémicos que señala dicho marco, solo se sugieren, de manera razonablemente explícita, cuatro de ellos: *A.3 los valores de la ciencia*, *B.1 el conocimiento científico se basa en pruebas y razonamiento*, *B.5 el papel de la colaboración y la crítica en la ciencia*, y *B.6 el papel de la ciencia en el desarrollo de la tecnología y la socie-*

dad. Si bien, únicamente los tres últimos tienen presencia en las distintas secciones específicas del currículo para ambas materias. Las referencias a los valores de la ciencia son muy escuetas y puntuales: una en el descriptor operativo del perfil de salida, citado más arriba, cuando habla de apreciar la importancia de la precisión y veracidad en la ciencia; y la otra, en uno de los criterios de evaluación de la materia de Biología y Geología, al referirse a «adoptar una actitud crítica y escéptica hacia informaciones sin base científica» (Real Decreto 217/2022, p. 41 610). En la Tabla 4 se recogen, a modo de ejemplos, extractos de alusiones a estos tres aspectos de la NDC más recurrentes en el currículo de ciencias de la ESO. Puede verse que las alusiones son, en general, bastante breves y ligadas con otro tipo de contenidos o aprendizajes, que son omitidos en los extractos para destacar solo lo relacionado con la NDC.

Resulta, pues, llamativa la desatención a aspectos epistémicos de la NDC en el currículo de ciencias de la ESO, que cuentan con amplio consenso en la bibliografía internacional sobre qué aprender de la NDC. Por ejemplo, asimilar la importancia del error en el desarrollo de la ciencia (García-Carmona y Acevedo, 2018); o entender los rasgos característicos de las observaciones, los modelos, las leyes y las teorías científicas (Lederman, 2007). También es subrayable el hecho de que, aun cuando en la presentación de las materias y la descripción de sus competencias específicas se habla de los propósitos de la ciencia, su asimilación no se contempla en los aprendizajes evaluables.

TABLA 3. Aspectos epistémicos de la NDC, propuestos en el marco teórico de PISA, que son referidos en los aprendizajes evaluables de las materias de ciencias de la ESO, en el marco curricular de la LOMLOE.

Aspectos epistémicos de la NDC*	Perfil de salida	Presentación de las materias	Descripción de las competencias específicas	Criterios de evaluación	Saberes básicos
A.1 Naturaleza del conocimiento científico (modelos, teorías, etc.)					
A.2 Objetivos de la ciencia y su distinción de la tecnología					
A.3 Valores de la ciencia	✓			✓	
A.4 Naturaleza de los tipos de razonamiento científico					
B.1 El conocimiento científico se basa en pruebas y razonamiento		✓	✓	✓	✓
B.2 Función de las diferentes formas de investigación					
B.3 El papel del error en la ciencia					
B.4 Modelización en ciencia					
B.5 Papel de la colaboración y la crítica en la ciencia		✓	✓	✓	✓
B.6 Papel del conocimiento científico en la tecnología y la sociedad		✓	✓	✓	✓

* Para simplificar los descriptores de los aspectos epistémicos de la NDC, establecidos en el marco teórico de PISA (Tabla 1), se ha optado por usar una breve etiqueta identificativa de cada uno de ellos.

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 4. Extractos de alusiones a los aspectos epistémicos de la NDC, establecidos en el marco de PISA, con más presencia en las disposiciones curriculares en el marco de la LOMLOE para las materias de ciencias de la ESO.

Aspectos epistémicos de la NDC	Presentación de las materias	Descripción de las competencias específicas	Criterios de evaluación	Saberes básicos
B.1 El conocimiento científico se basa en pruebas y razonamiento	«Las principales fuentes fiables [...] conviven con informaciones sesgadas, incompletas o falsas, por lo que [...] se fomentará el uso responsable y crítico de las tecnologías de la información y la comunicación [...]» (p. 41605, B-G).	«desarrollar el sentido crítico y las destrezas necesarias para evaluar y clasificar la información [...]» (p. 41661, B-G).	«Reconocer la información [...] con base científica, distinguiéndola de pseudociencias, bulos, teorías conspiratorias y creencias infundadas [...]» (p. 41610, B-G).	«Fuentes fidedignas de información científica: reconocimiento y utilización» (pp. 41611 y 41614, B-G).
B.5 Papel de la colaboración y la crítica en la ciencia	«se fomenta [...] el trabajo en equipo [...] al ser la cooperación y la comunicación parte esencial de las metodologías de trabajo científico» (p. 41605, B-G).	«El desarrollo científico rara vez es fruto del trabajo de sujetos aislados y requiere, por tanto, del intercambio de información y de la colaboración entre individuos, organizaciones e incluso países» (p. 41607, B-G).	«valorando la importancia de la cooperación en la investigación [...]» (p. 41610, B-G).	«La evolución histórica del saber científico: la ciencia como labor colectiva [...]» (pp. 41611 y 41614, B-G).
B.6 Papel del conocimiento científico en la tecnología y la sociedad	«valorar el papel fundamental de la ciencia en la sociedad» (p. 41605, B-G).	«el avance vertiginoso de la ciencia y la tecnología es el motor de importantes cambios sociales que dan cada vez con más frecuencia y con impactos más palpables» (p. 41607, B-G).	«Reconocer y valorar, a través del análisis histórico de los avances científicos [...] que existen repercusiones mutuas de la ciencia actual con la tecnología, la sociedad y el medio ambiente» (p. 41663, F-Q).	«Valoración de la cultura científica y del papel de científicos y científicas en los principales hitos históricos y actuales de la física y la química en el avance y la mejora de la sociedad» (pp. 41663 y 41666, F-Q).

*Nota: B-G: Biología y Geología; F-Q: Física y Química.

Fuente: Elaboración propia a partir de Real Decreto 217/2022.

Respecto a las relaciones y diferencias epistemológicas de la ciencia con la tecnología (Acevedo y García-Carmona, 2016), tampoco se hace ningún intento de establecerlas en el currículo; algo esencial en un marco educativo que propugna la integración de diferentes materias bajo el paraguas de STEM. Asimismo, cabe indicar que, si bien el currículo de ciencias de la ESO habla del uso de una diversidad de métodos y razonamientos en la investigación científica, no hace referencias concretas a estos⁵. Se limita a alusiones genéricas como «[...] el uso de las metodologías propias de la ciencia» (Real Decreto 217/2022, p. 41 658).

Hay aspectos epistémicos de la NDC importantes, que se mencionan en la descripción de las competencias específicas de las materias de ciencias, pero que, lamentablemente, no tienen incidencia en los aprendizajes evaluables. Es el caso, por ejemplo, de reconocer la importancia del conocimiento establecido en la elaboración de los nuevos conocimientos científicos. De hecho, las propias observaciones en una investigación científica ya están *cargadas de teoría* (Lederman et al., 2013). El currículo de B-G se refiere a tal aspecto en la justificación de una de sus competencias específicas, como sigue: «Todo proceso de investigación científica debe comenzar con la recopilación y análisis crítico de las publicaciones en el área de estudio construyéndose los nuevos conocimientos sobre los cimientos de los ya existentes» (Real Decreto 217/2022, p. 41607).

Un aspecto destacable, en favor del nuevo currículo de ciencias para la ESO, es

que atiende dos ideas de especial relevancia dentro de la NDC, y que no contempla el marco teórico de PISA, al menos, de manera explícita. Esas ideas son:

- *Conocer y destacar la contribución de la mujer en la ciencia* (García-Carmona y Acevedo, 2018), con alusiones como: «Valorar la contribución de la ciencia a la sociedad [...] destacando y reconociendo el papel de las mujeres científicas [...]» (criterio de evaluación, B-G, Real Decreto 217/2022, p. 41 610).
- *Entender que la ciencia es un campo en construcción permanente* (García-Carmona y Acevedo, 2018; Lederman et al., 2013), con referencias del tipo: «Valorar la contribución de la ciencia [...] entendiendo la investigación como una labor [...] en constante evolución» (criterio de evaluación, B-G, Real Decreto 217/2022, p. 41610); y «Reconocer y valorar [...] que la ciencia es un proceso en permanente construcción [...]» (criterio de evaluación, F-Q, Real Decreto 217/2022, p. 41 663).

5. Conclusiones

De acuerdo con los resultados del análisis realizado, se concluye que la comprensión de la NDC es considerada un reto educativo menor, o secundario, en el nuevo currículo para la educación científica básica. En primer lugar, porque las disposiciones curriculares analizadas (Real

Decreto 217/2022) no destacan, de manera explícita, que la NDC debe conformar una dimensión clave en el desarrollo de la competencia STEM, con vistas a mejorar la alfabetización científica del alumnado (NSTA, 2020; OECD, 2019). En segundo lugar, y posiblemente como causa de lo anterior, porque el currículo da un peso o protagonismo bastante escaso a la NDC en la relación de aprendizajes evaluables para las materias de ciencias (B-G y F-Q) de la ESO; un 17.5 % del total de ellos, en el mejor de los casos. En consecuencia, España se suma a aquellos países que minusvaloran la NDC frente a otros contenidos en sus currículos de ciencia escolar (Olson, 2018).

Con relación a la cantidad y tipos de aspectos epistémicos de la NDC, el nuevo currículo de ciencias de la ESO guarda poca coherencia con el marco teórico de PISA para la competencia científica; algo que resulta desconcertante, habida cuenta que España participa de manera oficial en este programa desde sus inicios. Se encuentra que el currículo español solo se refiere a cuatro de los 10 aspectos epistémicos propuestos en dicho marco internacional; siendo los más destacados tres de ellos: *el conocimiento científico se basa en pruebas, el papel de la colaboración en la ciencia, y el papel de la ciencia en el desarrollo de la tecnología y la sociedad*. Por tanto, omite diversos aspectos epistémicos de la NDC, cuya atención en la enseñanza de las ciencias cuenta con un amplio consenso internacional (Lederman, 2007; García-Carmona y Acevedo, 2018). No obstante, cabe destacar la apuesta del currículo español por enfatizar el papel

de la mujer en la ciencia y el carácter dinámico o evolutivo de la ciencia, como diferencia con respecto al marco teórico de PISA. Aun así, la inmensa mayoría de las alusiones del currículo a aspectos epistémicos de la NDC son parcas y bastante genéricas en su formulación. Además, en los criterios de evaluación, por ejemplo, esas alusiones van casi siempre ligadas con otras perspectivas diferentes a la NDC; de manera que afectan a su protagonismo, ya que se ve *apantallado* por esos otros retos educativos más clásicos o consolidados en la educación científica.

En definitiva, se puede decir que se ha perdido una nueva oportunidad para homologar las disposiciones educativas españolas sobre la competencia científica con marcos internacionales como el de PISA, en lo que respecta a la comprensión de nociones básicas sobre la NDC. Por consiguiente, se prevé, como ha venido ocurriendo hasta ahora en el contexto educativo español, que la NDC seguirá recibiendo poca atención en la educación científica básica (García-Carmona, 2021c). La esperanza está ahora en la formación del profesorado de ciencias (García-Carmona, 2021d), en la que se debería: (1) acentuar el interés educativo de abordar aspectos de la NDC en la educación científica básica; (2) mejorar la comprensión del profesorado sobre la NDC; (3) ayudar al profesorado a visibilizar en las disposiciones curriculares oficiales –como marco prescriptivo para sus diseños didácticos– las alusiones a la NDC en la educación científica básica, y (4) proveerles de materiales didácticos apropiados para integrar contenidos de NDC en las clases de ciencias.

Notas

¹ A la historia, la filosofía y la sociología de la ciencia también se les conoce como *metaciencias* (Adúriz-Bravo, 2005).

² La *revista española de pedagogía* se publica en español y en inglés. Por este motivo, sigue el criterio, cuando se citan textos ajenos, de acudir a los originales que están escritos en esas lenguas y de poner su traducción oficial, cuando tal texto se haya editado también en el otro idioma. En caso de que no se haya producido esa traducción oficial, el texto citado se ofrecerá a los lectores traducido o por el autor del artículo (señalándose que la traducción es del autor del artículo), o por el traductor jurado contratado por la revista.

³ En este trabajo se identifica, por tanto, *conocimiento epistémico* con *aspectos epistémicos de la NDC*.

⁴ Acrónimo inglés utilizado en las nuevas disposiciones curriculares correspondientes a la ESO para hacer referencia, de manera conjunta, a *la competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería* (Real Decreto 217/2022, p. 41598).

⁵ En el primer descriptor operativo de la competencia STEM se citan los métodos inductivos y deductivos, pero referidos al pensamiento matemático; en ningún momento se tratan en el desarrollo de las materias de B-G y F-Q.

Referencias bibliográficas

- Abraira, V. (2001). El índice kappa. *Semergen*, 27 (5), 247-249. [https://doi.org/10.1016/S1138-3593\(01\)73955-X](https://doi.org/10.1016/S1138-3593(01)73955-X)
- Acevedo, J. A. (2009). Enfoques explícitos *versus* implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6 (3), 355-386. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3681>
- Acevedo, J. A. y García-Carmona, A. (2016). «Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado». Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (1), 3-19. <http://hdl.handle.net/10498/18010>
- Acevedo, J. A. y García-Carmona, A. (2017). *Controversias en la historia de la ciencia y cultura científica*. Catarata.

- Adúriz-Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia*. Fondo de Cultura Económica.
- Akerson, V. L. y Abd-El-Khalick, F. (2003). Teaching elements of nature of science: A yearlong case study of a fourth-grade teacher [La enseñanza de los elementos de la naturaleza de la ciencia: un estudio de caso de un año de duración de un profesor de cuarto grado]. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (10), 1025-1049. <https://doi.org/10.1002/tea.10119>
- Akerson, V. L., Buck, G. A., Donnelly, L. A., Nargund-Joshi, V. y Weiland, I. S. (2011). The importance of teaching and learning nature of science in the early childhood years [La importancia de la enseñanza y el aprendizaje de la naturaleza de la ciencia en los años de la primera infancia]. *Journal of Science Education and Technology*, 20 (5), 537-549. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9312-5>
- Almeida, B., Santos, M. y Justi, R. (2022). Aspects and abilities of science literacy in the context of nature of science teaching [Aspectos y habilidades de la alfabetización científica en el contexto de la naturaleza de la enseñanza de las ciencias]. *Science & Education*. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00324-4>
- Bell, R. L. (2009). Teaching the nature of science: Three critical questions [La enseñanza de la naturaleza de la ciencia: tres cuestiones críticas]. En *Best Practices in Science Education*. National Geographic School Publishing.
- Bell, R. L. y Lederman, N. G. (2003). Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues [Comprensión de la naturaleza de la ciencia y de la toma de decisiones sobre cuestiones científicas y tecnológicas]. *Science Education*, 87 (3), 352-377. <https://doi.org/10.1002/sce.10063>
- Bell, R. L., Mulvey, B. K. y Maeng, J. L. (2012). Beyond understanding: Process skills as a context for nature of science instruction [Más allá de la comprensión: las destrezas de proceso como contexto para la enseñanza de la naturaleza de las ciencias]. En M. S. Khine (Ed.), *Advances in nature of science research* (pp. 225-245). Springer.
- Cáceres, P. (2003). Análisis cualitativo de contenido: una alternativa metodológica alcanzable [Qualitative content analysis: an achievable

- methodological alternative]. *Psicoperspectivas, Individuo y Sociedad*, 2 (1), 53-82. <https://www.psicoperspectivas.cl/index.php/psicoperspectivas/article/view/3>
- Erduran, S. y Dagher, Z. R. (2014). *Reconceptualizing nature of science for science education [Reconceptualizar la naturaleza de la ciencia para la educación científica]*. Springer.
- García-Carmona, A. (2012). Cómo enseñar naturaleza de la ciencia (NDC) a través de experiencias escolares de investigación científica. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 72, 55-63.
- García-Carmona, A. (2021a). Learning about the nature of science through the critical and reflective reading of news on the COVID-19 pandemic [Aprender sobre la naturaleza de la ciencia a través de la lectura crítica y reflexiva de las noticias sobre la pandemia de COVID-19]. *Cultural Studies of Science Education*, 16 (4), 1015-1028. <https://doi.org/10.1007/s11422-021-10092-2>
- García-Carmona, A. (2021b). Prácticas no-epistémicas: ampliando la mirada en el enfoque didáctico basado en prácticas científicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18 (1), 1108. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1108
- García-Carmona, A. (2021c). La naturaleza de la ciencia en la bibliografía española sobre educación científica: una revisión sistemática de la última década. *Revista de Educación*, 394, 241-270. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2021-394-507>
- García-Carmona, A. (2021d). Spanish science teacher educators' preparation, experiences, and views about nature of science in science education [Preparación, experiencias y opiniones de los profesores de ciencias españoles sobre la naturaleza de la ciencia en la enseñanza de las ciencias]. *Science & Education*. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00263-6>
- García-Carmona, A. y Acevedo, J. A. (2018). The nature of scientific practice and science education [La naturaleza de la práctica científica y la enseñanza de las ciencias]. *Science & Education*, 27 (5-6), 435-455. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-9984-9>
- García-Carmona, A., Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2011). Estado actual y perspectivas de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia: una revisión de las creencias y obstáculos del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 29 (3), 403-412. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v29n3.443>
- Khishfe, R. y Lederman, N. (2007). Relationship between instructional context and views of nature of science [Relación entre el contexto instructivo y las opiniones sobre la naturaleza de la ciencia]. *International Journal of Science Education*, 29 (8), 939-961. <https://doi.org/10.1080/09500690601110947>
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: past, present, and future [Naturaleza de la ciencia: pasado, presente y futuro]. En S. K. Abell y N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831-879). Lawrence Erlbaum.
- Lederman, N. G. (2018). La siempre cambiante contextualización de la naturaleza de la ciencia: documentos recientes sobre la reforma de la educación científica en los Estados Unidos y su impacto en el logro de la alfabetización científica. *Enseñanza de las Ciencias*, 36 (2), 5-22. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2661>
- Lederman, N. G., Lederman, J. S. y Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy [La naturaleza de la ciencia y la investigación científica como contextos para el aprendizaje de la ciencia y el logro de la alfabetización científica]. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1 (3), 138-147. <https://www.ijemst.com/index.php/ijemst/article/view/19/19>
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, 340, de 30 de diciembre de 2020, páginas 122868 a 122953. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3>
- Mayring, P. (2000). Qualitative content analysis [Análisis de contenido cualitativo]. *Forum: Qualitative Social Research*, 1 (2), 1-10. <https://doi.org/10.17169/fqs-1.2.1089>
- McComas, W. F. y Clough, M. P. (2020). Nature of science in science instruction: Meaning, advocacy, rationales, and recommendations [La naturaleza de la ciencia en la enseñanza de

- las ciencias: significado, defensa, fundamentos y recomendaciones]. En W. F. McComas (Ed.), *Nature of science in science instruction* (pp. 3-22). Springer.
- McIntyre, L. (2021). Talking to science deniers and sceptics is not hopeless [Hablar con los negadores de la ciencia y los escépticos no es inútil]. *Nature*, 596 (7871), 165-165. <https://doi.org/10.1038/d41586-021-02152-y>
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O. Smith, T. A., Garden, R. A., Gregory, K. D., González, E. J., Chrostowski, S. J. y O'Connor, K. M. (2002). *Marcos teóricos y especificaciones de evaluación de TIMSS 2003*. Ministerio de Educación.
- National Research Council [NRC] (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas* [Un marco para la enseñanza de las ciencias en el K-12: prácticas, conceptos transversales e ideas básicas]. National Academies Press.
- National Science Teaching Association [NSTA] (2020). *Nature of science. Position statement* [La naturaleza de la ciencia. Declaración de posición.]. <https://www.nsta.org/nstas-official-positions/nature-science>
- Olson, J. K. (2018). The inclusion of the nature of science in nine recent international science education standards documents [La inclusión de la naturaleza de la ciencia en nueve documentos recientes de normas internacionales de enseñanza de las ciencias]. *Science & Education*, 27 (7), 637-660. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-9993-8>
- Organization for Economic Co-Operation and Development (2019). *PISA 2018 assessment and analytical framework* [Evaluación y marco analítico de PISA 2018]. OECD Publishing.
- Osborne, J. y Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. Nuffield Foundation.
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial del Estado*, 76, de 30 de marzo de 2022, páginas 41571 a 41789. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/29/217>
- Rennie, J. (2002). 15 answers to creationist nonsense [15 respuestas a las tonterías creacionistas]. *Scientific American*, 287 (1), 78-85. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0702-78>
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G. y Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry [Desarrollar la visión de la naturaleza de la ciencia en un contexto auténtico: un enfoque explícito para salvar la brecha entre la naturaleza de la ciencia y la investigación científica]. *Science Education*, 88 (4), 610-645. <https://doi.org/10.1002/sce.10128>

Biografía del autor

Antonio García-Carmona es Catedrático de Universidad en el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de la Universidad de Sevilla. Ha sido profesor de Matemáticas, Física y Química y Tecnología en educación secundaria durante más de una década. Es el investigador responsable del grupo de investigación «Educación científica en contexto y formación del profesorado» (SEJ-591). Sus principales líneas de investigación se centran en la naturaleza de la ciencia y su didáctica, el aprendizaje de la ciencia mediante indagación / prácticas científicas, el enfoque educativo CTS y la ciencia en los medios como recurso para la educación científica.



<https://orcid.org/0000-0001-5952-0340>

Sumario *

Table of Contents **

Estudios Studies

Antonio García-Carmona

La comprensión de aspectos epistémicos de la naturaleza de la ciencia en el nuevo currículo de Educación Secundaria Obligatoria, tras la LOMLOE
Understanding epistemic aspects of the nature of science in Spain's new curriculum for compulsory-secondary education since the LOMLOE law

433

María Isabel Gómez-León

Alta capacidad intelectual desde la neuroimagen y la pedagogía diferencial. ¿Hablamos de lo mismo?
Giftedness from the perspective of neuroimaging and differential pedagogy. Are we talking about the same thing?

451

Eduardo Fernández Fernández

Retórica y Educación: una aproximación a la escuela romana
Rhetoric and Education: an approach to the Roman school

475

Notas Notes

Esther López-Martín, Belén Gutiérrez-de-Rozas, Andrea Otero-Mayer y Eva Expósito-Casas
Análisis cualitativo del perfil profesional del buen docente de educación secundaria
Qualitative analysis of the professional profile of a good secondary school teacher

493

Noelia Salas Román, Margarita Alcaide Risoto y Carlos Hue García

Mejora de las competencias socioemocionales en alumnos de educación infantil a través de la educación emocional
Improving socio-emotional competencies in pre-school pupils through emotional education

517

Adoración Díaz López, Javier Jerónimo Maquilón Sánchez y Ana Belén Mirete Ruiz

Validación de la escala Ud-TIC sobre el uso problemático del móvil y los videojuegos como mediadores de las habilidades sociales y del rendimiento académico
Validation of the Ud-TIC scale on the problematic use of mobile phones and video games as mediators of social skills and academic performance

533

Rosalía Jódar Martínez, María del Pilar Martín Chaparro, María Dolores Hidalgo Montesinos y Juan Pedro Martínez Ramón

Percepción del estilo parental y calidad de vida relacionada con la salud entre adolescentes
Perceived parenting style and quality of life related to health among adolescents

559

María de la Luz Berlanga Ramírez y Luis Gibran Juárez Hernández

Validez de constructo de un instrumento para evaluar la retroalimentación asertiva en la formación inicial del profesorado
Construct validity of an instrument to assess assertive feedback in initial teacher training

583

* Todos los artículos están también publicados en inglés en la página web de la revista: <https://revistadepedagogia.org/en>.

** All the articles are also published in English on the web page of the journal: <https://revistadepedagogia.org/en>.

Reseñas bibliográficas

López Rupérez, F. (2021). *La gobernanza de los sistemas educativos. Fundamentos y orientaciones* (Ismael Sanz Labrador). **Álvarez-Castillo, J. L. y García-Cano, M. (Eds.) (2022).** *Diversidad e inclusión en la Universidad. La vía de la institucionalización* (Anabel Moriña Díez).

601

Informaciones

Congreso «Character and Virtues in Professional Practice»; XI Congreso Internacional de Psicología y Educación

609

Índice del año 2022

Table of contents of the year 2022 613

Instrucciones para los autores

Instructions for authors 621

La revista española de pedagogía traslada su sede

The revista española de pedagogía changes its address 627



ISSN: 0034-9461 (Impreso), 2174-0909 (Online)

<https://revistadepedagogia.org/>

Depósito legal: M. 6.020 - 1958

INDUSTRIA GRÁFICA ANZOS, S.L. Fuenlabrada - Madrid

Understanding epistemic aspects of the nature of science in Spain's new curriculum for compulsory-secondary education since the LOMLOE law

La comprensión de aspectos epistémicos de la naturaleza de la ciencia en el nuevo currículo de Educación Secundaria Obligatoria, tras la LOMLOE

Antonio GARCÍA-CARMONA, PhD. Professor. Universidad de Sevilla (garcia-carmona@us.es).

Abstract:

This study analyses the attention to understanding of epistemic aspects of the *nature of science* (NOS) in Spain's new science curriculum for the compulsory secondary education (ESO) stage, which was approved following the entry into force of the new LOMLOE education law (Organic Law 3/2020). To this end, the curricular provisions for the biology and geology and physics and chemistry subjects (Royal Decree 217/2022) are examined using qualitative content analysis. The theoretical reference used in the analysis of the document is the set of epistemic aspects of NOS included in the latest PISA conceptual framework for scientific competence. The results show

that Spain's science curriculum for compulsory secondary education is not consistent in either quantity or depth with the PISA framework in relation to the understanding of the epistemic aspects of NOS. In conclusion, understanding of these aspects is regarded as a minor or secondary educational challenge in the new curriculum for basic science education. Therefore, it represents another missed opportunity to give greater importance to such key dimension of public scientific literacy.

Keywords: compulsory-secondary education, curriculum, epistemic aspects, LOMLOE, nature of science, scientific literacy.

Revision accepted: 2022-05-18.

This is the English version of an article originally printed in Spanish in issue 283 of the **revista española de pedagogía**. For this reason, the abbreviation EV has been added to the page numbers. Please, cite this article as follows: García-Carmona, A. (2022). La comprensión de aspectos epistémicos de la naturaleza de la ciencia en el nuevo currículo de Educación Secundaria Obligatoria, tras la LOMLOE | *Understanding epistemic aspects of the nature of science in Spain's new curriculum for compulsory-secondary education since the LOMLOE law*. *Revista Española de Pedagogía*, 80 (283), 433-450. <https://doi.org/10.22550/REP80-3-2022-01>

<https://revistadepedagogia.org/>

ISSN: 0034-9461 (Print), 2174-0909 (Online)

year 80, n. 283, Septiembre-Diciembre 2022, 433-450
revista española de pedagogía



Resumen:

Este estudio analiza la atención que se presta a la comprensión de aspectos epistémicos de la *naturaleza de la ciencia* (NDC) en el nuevo currículo de ciencias para la etapa de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), aprobado tras la entrada en vigor de la LOMLOE (Ley Orgánica 3/2020). Con este propósito, se examinan las disposiciones curriculares de las materias de Biología y Geología y Física y Química (Real Decreto 217/2022), mediante un método de análisis cualitativo de contenido. El referente teórico usado en el análisis es el conjunto de aspectos epistémicos de la NDC, recogido en el último marco conceptual de PISA sobre la competencia científica. Los resultados revelan que

el currículo de ciencias para la ESO, en España, no sintoniza, ni en cantidad ni en profundidad, con el marco de PISA en lo que respecta a la comprensión de aspectos epistémicos de la NDC. Se concluye que la comprensión de tales aspectos es considerada un reto educativo menor, o secundario, en el nuevo currículo para la educación científica básica. Por tanto, supone otra oportunidad perdida de haber dado un mayor protagonismo a esta dimensión clave de la alfabetización científica de la ciudadanía.

Descriptor: alfabetización científica, aspectos epistémicos, currículo, Educación Secundaria Obligatoria, LOMLOE, naturaleza de la ciencia.

1. Introduction

Understanding basic concepts about the *nature of science* (NOS) is, nowadays, regarded as a key component in achieving the desired scientific literacy among the general population (National Science Teaching Association [NSTA], 2020). It is a type of *metaknowledge* about science, which principally arises from interdisciplinary studies and reflections by historians, philosophers and sociologists of science¹ (Acevedo & García-Carmona, 2016; McComas & Clough, 2020).

There are various reasons that justify introducing NOS content in basic scientific education. Of these, two fundamental ones can be emphasised. One is that explicit attention to aspects of NOS in science classes might favour the comprehension of scientific ideas (NSTA, 2020), if accom-

panied by a conscious reflection on the complex process that leads to the establishment of such ideas (García-Carmona & Acevedo, 2018). The other important reason is that NOS provides a framework of basic ideas about the characteristic features of scientific activity, the factors that influence it, and the knowledge produced (Acevedo & García-Carmona, 2016), which is ideal for critical analysis of personal and social matters relating to science (Almeida et al., 2022). In effect, a person who is well educated in aspects of NOS will be able to handle arguments that go beyond simple personal valuations when analysing and taking a position in socio-scientific disputes; for example, understanding the need to evaluate the reliability of sources of information used by different parties. Equally, a basic comprehension of *how science works* helps detect *pseudosciences*,

which base their arguments on false beliefs and untested suppositions. One of the characteristics of science is that it is evidence-based (Bell, 2009); this means that scientific knowledge must overcome many verification tests, through rigorous evaluation processes, before being accepted by the scientific community (García-Carmona & Acevedo, 2018). Therefore, the scientific validity of any knowledge *proposal* that has not passed through all of these filters, should always be put to the test.

Possessing basic NOS knowledge also makes it possible to counter the arguments of science *deniers*, who often believe in conspiracy theories or false experts or believe that science must be perfect if it is to be reliable (McIntyre, 2021). One paradigmatic case is that of *creationists*, who object to the *theory of evolution* with the argument that it is “only a theory”, which has still not become a scientific law that can be accepted (Rennie, 2002). However, this is easy to refute because scientific laws and theories are two different types of knowledge and so are not in a hierarchical relationship or a relationship of subordination in which it is possible for scientific theories to become laws (Lederman et al., 2013).

Similarly, NOS explains, for example, why there were changes of scientific consensus during the Covid-19 pandemic, with the aim of preventing the spread of this coronavirus (García-Carmona, 2021a). Scientific knowledge is built on the basis of the data available at each moment. Consequently, although certain ideas or explanations are regarded by the scientific

community to be the most acceptable at a given moment in the development of research, they are accepted as *tentative*. In other words, they are ideas that are liable to change in the light of new evidence that might call them into question (Lederman et al., 2013). Similarly, scientific progress is not just because of practices that are *epistemic* or exclusively *rational* in nature, but it also depends to a great extent on extrascientific or *non-epistemic* aspects, such as funding received, the socio-political interests of each period, or scientific competition, to cite a few (García-Carmona, 2021b). This last element, for example, was apparent in the development of the Covid-19 vaccines. These were created in an extremely short period of time, something that had not happened before with other vaccines, thanks to the governmental support that laboratories received. By the same token, a “race for the vaccine” between countries was apparent, to see which would develop one first; in other words, a sort of scientific *nationalism* (Acevedo & García-Carmona, 2017). Nonetheless, the present work will only consider the *epistemic perspective* of NOS for the reasons set out below.

Consequently, the robustness of the arguments that members of the public develop in relation to socio-scientific questions will largely depend on how well-trained they are in aspects of NOS (García-Carmona & Acevedo, 2018). Because, what didactic research shows is that when people with limited training in NOS opine on topics related to science and technology, they usually limit their arguments to personal values, morals/

ethics, and social concerns (Bell & Lederman, 2003). Therefore, the development of an informed understanding of basic aspects of NOS is a central challenge for science education from the most basic levels (Akerson et al., 2011).

Nonetheless, the importance of learning basic concepts about NOS has not yet permeated the basic scientific education promoted in Spain. Proof of this is the scant attention it has traditionally received in Spanish publications on teaching of sciences, in comparison with other school science content (García-Carmona, 2021c). Didactic research also notes that science teachers do not usually have adequate training in NOS and how to teach it (García-Carmona et al., 2011; García-Carmona, 2021d). Meanwhile, some studies indicate that even science teachers with good training in this metaknowledge do not include it in the basic content of their plans (Akerson & Abd-El-Khalick, 2003). One possible explanation for this could be the limited importance of content relating to NOS in the regulations governing basic scientific education; something that has been noted in official curriculum documents from other countries (Olson, 2018). It is, then, important to question whether the situation is similar in Spain's new science curriculum for basic education (Royal decree 217/2022), which was approved following the enactment of the most recent education law (Organic Law 3/2020), known as the LOMLOE. In order to answer this, we carried out a piece of qualitative research guided by the following research question: What attention is paid to the comprehension of epistemic

aspects of NOS in science curriculum provisions for compulsory secondary education in the framework of the LOMLOE?

2. Theoretical Framework

2.1. The nature of science in international reports and documents on scientific education

Twenty years ago, the theoretical framework of the TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) international project, which evaluates educational performance of basic educational students in sciences and mathematics, set out the need to acquire basic concepts of NOS as follows:

It is expected that students (...) will possess some general knowledge of the nature of science and scientific inquiry, including the fact that scientific knowledge is subject to change, the importance of using different types of scientific investigations in verifying/testing scientific knowledge (...). (Mullis et al., 2002, p. 79)

Some years later, the report by the Nuffield foundation on the state of scientific education in the European Union (*Science education in Europe: Critical reflections*), noted the following in relation to comprehension of NOS:

Improving the public's ability to engage with such socio-scientific issues requires (...) not only a knowledge of the content of science but also a knowledge of 'how science works' – an element which should be an essential component of any school science curriculum. (Osborne & Dillon, 2008, p. 8)

Recently, the theoretical framework of the PISA project for evaluating scientific competence, states that “Understanding science as a practice also requires ‘epistemic knowledge’, which refers to an understanding of the role of specific constructs and defining features essential to the process of building scientific knowledge” (Organization for Economic Co-Operation and Development [OECD], 2019, p. 100). It should be made clear that, in international literature on science teaching, *epistemic knowledge* of science is another of the terms used to refer to aspects or content of NOS. Although it is also necessary to note that this term has limitations for representing the NOS construct holistically, given that it only refers to the *rational aspects* of the development of science, disregarding the *non-epistemic* ones that also influence it (García-Carmona, 2021b, 2021c; García-Carmona & Acevedo, 2018), as noted above.

Outside Europe, the main country driving NOS as basic content of science teaching is the USA (NSTA, 2020). For decades, the educational authorities of this country have explicitly suggested it in successive documents on science curriculum reform (Lederman, 2018). The most recent of these documents is *A framework for K-12 science education* (National Research Council [NRC], 2012), which states:

Understanding how science has achieved [its] success (...) is an essential part of any science education. Although there is no universal agreement about teaching the nature of science, there is a strong consensus about characteristics of the scien-

tific enterprise that should be understood by an educated citizen. (NRC, 2012, p. 78; ellipses added)

This broad review, of various of the most influential international reports on scientific education, reflects the extensive consensus around the promotion of a comprehension of basic concepts of NOS, in order to achieve the desired scientific literacy among the public.

2.2. What learning about the nature of science means and how to teach it

As noted above, NOS is metaknowledge about science. Therefore, learning it involves developing a comprehension of the most characteristic features of the practices that people dedicated to science carry out, the many factors that influence such practices, and the knowledge produced (Acevedo & García-Carmona, 2016; Adúriz-Bravo, 2005). So, while *learning science* generally refers to understanding scientific concepts, laws, models and theories, as well as developing different skills, such as observing, formulating hypotheses, taking measurements, recording data, etc., NOS relates to a comprehension of the epistemological, ontological and sociological characteristics of these aspects (Acevedo & García-Carmona, 2016; McComas & Clough, 2020). For example, it is one thing to know certain scientific models (atomic model, model of the double helix of DNA, etc.), and another different one to understand that these are partial and limited representations of reality that try to explain and predict the behaviour of nature, and that their validity is constantly being reviewed by the scientific community. Similarly, acquiring skills to

observe phenomena is not the same as understanding that scientific observation is conditioned by scientists' expectations, by the limitations of their senses, and by the instruments used, and that what is observed can be interpreted in various ways, according to different observers, etc. In summary, knowledge of sciences and about science are two complementary but different perspectives; and our attention here is centred on the second of them.

As for how to teach aspects of NOS, didactic research has repeatedly shown that the best way to learn about it is with an *explicit-reflexive* didactic focus (Acevedo, 2009; Lederman, 2007). This means that NOS must be regarded as (i) curriculum content with its own learning objectives, whose introduction in class requires (ii) activities that promote reflection by students on questions about it, as well as (iii) a specific plan to evaluate the students' achievements and learning difficulties (García-Carmona, 2021d; Schwartz et al., 2004). So, simply participating in scientific enquiry at school does not necessarily mean that students will understand the most characteristic traits of scientific practice if no conscious reflection on it is undertaken, in parallel with the tasks required in the development of this enquiry (García-Carmona, 2012). Metaphorically, it is equivalent to saying that a person does not learn about the phenomenon of vision just by seeing.

Regarding how to introduce NOS content into the school science curriculum, there are various possibilities (Acevedo & García-Carmona, 2016): (i) integrated into

the habitual school science content, (ii) as independent content, or (iii) through a combination of both of these strategies. Students' comprehension of NOS does not seem to depend on whether this is planned as specific content or integrated into other science content (Khishfe & Lederman, 2007). Nonetheless, the option of integrating NOS into the other content from the science curriculum has the advantage that it barely alters the planning of the school science course, which would encourage science teachers to introduce NOS in their syllabuses (Bell et al., 2012). Similarly, reflecting on aspects of NOS in authentic contexts of scientific development, such as scientific debates about a particular socio-scientific topic, can favour a more realistic vision of scientific activity (Acevedo & García-Carmona, 2017).

2.3. What should be taught about the nature of science

Give the multifaceted character of the NOS construct, establishing which aspects of it should be taught is a complex question that is constantly being debated (Acevedo & García-Carmona, 2016). Nonetheless, there are some interesting and viable proposals for introducing NOS content into the school science curriculum (e.g., Lederman, 2007; Erduran & Dagher, 2014; García-Carmona & Acevedo, 2018). Setting out a detailed comparative review of the different proposals in international literature on this topic would require a lot of space (see, for example: Acevedo & García-Carmona, 2016). Consequently, we will only consider the proposal from one of the most influential or representative documents at an international scale:

the recent PISA theoretical framework for scientific competence (OECD, 2019). This document combines much of the consensus on the minimum NOS content to be taught. This consensus is basically restricted to the *epistemic* perspective on NOS; in other words, that which focusses on the rational or cognitive aspects of this metaknowledge. There is somewhat less agreement regarding the *non-epistemic* perspective on NOS (García-Carmona, 2021b).

Under the label of *epistemic knowledge*, the theoretical framework of PISA makes a proposal for content relating to the *rational* or *epistemic* component of NOS.² Table 1 shows general indicators of

the basic ideas in this regard, which — according to this document — should include this dimension of scientific competence, along with the other two key dimensions of this competence (knowledge of scientific content and procedural knowledge). Without entering into a debate about whether this proposal should be more comprehensive, given that it does not consider the non-epistemic perspective of the NOS, what does seem reasonable is that — in order to be consistent — all of the countries that participate in the PISA programme, including Spain, should feature, such ideas in their official school science curricula as a minimum. Therefore, the proposal from this document will be used as framework of reference in this study.

TABLE 1. Epistemic aspects of NOS in the theoretical framework of PISA 2018 for evaluation of science competence.

-
- A. The constructs and defining features of science, that is:
1. The nature of scientific observations, facts, hypotheses, models and theories.
 2. The purpose and goals of science (to produce explanations of the natural world), as distinguished from technology (to produce an optimal solution to human needs), what constitutes a scientific or technological question, and what constitutes appropriate data;
 3. The values of science, such as a commitment to publication [of results and research conclusions], objectivity and the elimination of bias;
 4. The nature of reasoning used in science, such as deductive, inductive, inference to the best explanation (abductive), analogical and model based;
- B. The role of these constructs and features in justifying the knowledge produced by science, that is.
1. How scientific claims are supported by data and reasoning in science;
 2. The function of differing forms of empirical enquiry in establishing knowledge, including both their goal (to test explanatory hypotheses or identify patterns) and their design (observation, controlled experiments, correlational studies);
 3. How measurement error affects the degree of confidence in scientific knowledge;
 4. The use and role of physical, system and abstract models, and their limits;

5. The role of collaboration and critique and how peer review helps to establish confidence in scientific claims;
6. The role of scientific knowledge, along with other forms of knowledge, in identifying and addressing societal and technological issues.

Source: OECD (2019, p. 108).

3. Method

To answer the research question, we considered the curricular provisions in Spain set out in the LOMLOE for science subjects in compulsory secondary education (Royal Decree 217/2022). We did this by applying standard qualitative content analysis procedures (Mayring, 2000). As noted above, the framework of reference for the analysis was the list of *epistemic aspects of NOS*, shown in Table 1 (OECD, 2019).

The information was analysed in three progressive filtering phases (Cáceres, 2003) using an *intraobserver* analysis method. In the *first phase*, we located explicit mentions to epistemic aspects of NOS in the different parts of the curriculum for the Biology and Geology (B-G) and Physics and Chemistry (P-C) subjects from the four years of compulsory secondary education in Spain. This resulted in the detection of a total of 50 mentions of epistemic aspects of NOS, distributed across the following sections of the curriculum for both subjects: (I) *course objective of the STEM competence*³; (II) *presentation/justification of the subjects*; (III) *list of specific competences of the subjects*; (IV) *evaluation criteria*; and (V) *basic knowledge*.

In the *second phase* of the analysis, carried out approximately one month

later, the information was filtered. This process entailed considering only those mentions to epistemic aspects of NOS, the comprehension of which forms part of the evaluable learning. To do so, the corresponding evaluation criteria were consulted, given that these are the reference points that ultimately provide guidance about students' expected performance levels in relation to scientific competence. As a result, mentions of epistemic aspects of NOS, that are only in the document to justify the value or importance of science subjects in basic education were eliminated. For example, in the B-G curriculum, the role of modelling in the development of science is referenced in two different sections:

- In the description of *specific competence 4*, which states: “(...) in certain empirical sciences (...) data about reality are obtained, that must be interpreted in accordance with logic to establish models of a biological process (...)” (Royal Decree 217/2022, p. 41608).
- In the proposal for basic knowledge, included in block “A. Scientific project”, for the courses from years one to three of compulsory secondary education: “Modelling as a method of representation and comprehension

of processes or elements of nature” (Royal Decree 217/2022, p. 41611).

However, none of the evaluation criteria for the B-G subject for these academic years refers to a basic comprehension of the nature of scientific models, nor to the role of modelling in the development of the science. Therefore, these mentions were rejected. The same process was followed in the other cases.

As a result of this filtration, the initial list of epistemic aspects of NOS was reduced to 41 mentions. It should be noted that the mention of NOS in the *course objective* for the STEM competence, is not explicitly considered in the evaluation criteria for either of the two subjects. Nonetheless, we decided to consider it as evaluable learning in the curriculum because, as the regulation itself states, “The Course Objective is (...) the cornerstone of the whole curriculum, (...) towards which the objectives of the different stages converge (...) and the reference point of the evaluation (...) of the students’ learning (...)” (Royal Decree 217/2022, p. 41594).

After two weeks, we examined the information again (*third phase*). As a result, this list of 41 mentions to epistemic aspects of NOS was reduced to 35 mentions with explicit attention in the evaluable learning. In terms of reliability, this gave a degree of intraobserver agreement of 88% and a *kappa* index equal to 0.67, and so, the analysis had a *substantial* level of agreement (Abraira, 2001). Of the difference between phases

2 and 3, 14.6% was because six mentions were finally eliminated as after analysing their content and wording again, it was not clear to the researcher that they actually represented a metaknowledge. A key part of this decision was the theoretical framework’s position regarding how the promotion of learning of content relating to NOS should be clear and explicit in terms of how it involves achieving a *metascientific* comprehension of them.

4. Results

The first thing we should note is that, unlike what is stated in the international reports about scientific education consulted (e.g., Mullis et al., 2002; NRC, 2012; OCDE, 2019), in the curricular provisions analysed there is no clear reference to the fact that comprehension of NOS (i.e. a metaknowledge about science) comprises a key component of the scientific competence. Attention to aspects of NOS in the official science curriculum for compulsory secondary education in Spain must be inferred from more or less explicit references to it, which are scattered arbitrarily through the different sections in which this curriculum is organised. This is not in accordance with the PISA theoretical framework for scientific competence (OECD, 2019), which clearly states that comprehension of epistemic aspects of NOS is one of the three pillars of this key competence.

Table 2 shows the distribution of mentions of epistemic aspects of NOS, which

have an impact on evaluable learning for science subjects. It is worth noting that, in the *course objective* relating to the STEM competence, conceived as the *cornerstone* of the curricula for science subjects, there is only a brief and general mention of NOS in one of the five operative descriptors of this competence: “STEM2. Uses scientific thinking (...), appreciates the importance of precision and veracity and displays a critical attitude towards the scope and limitations of science” (Royal Decree 217/2022, p. 41599).

As for the presentation of the subjects and the description of the specific competences, it should only be noted that references to epistemic aspects of NOS appear in a proportion similar to (and integrated with) those that are made about learning of sciences. However, given that this proportion was hard to quantify, we decided not to calculate the percentage of its weight.

The other notable piece of data is the limited attention to the learning of concepts about NOS in the evaluation criteria

TABLE 2. Mentions of epistemic aspects of NOS that affect evaluable learning from the science subjects (B-G and P-C) in compulsory secondary education, in the curriculum framework of the LOMLOE.

Section of the curriculum					
	Course objective*	Presentation of the subject	Description of the specific competences	Evaluation criteria**	Basic knowledge***
B-G	1	3	5	6 (17.5%)	5 (6.9%)
F-Q		2	4	5 (16.7%)	4 (8.0%)

* Common to both subjects, in the framework of the STEM competence.

** Percentages calculated from the total evaluation criteria for the subjects: 35 criteria for B-G, and 30 criteria for P-C, corresponding to the four years in the stage.

*** Percentages calculated from the total of basic knowledge for the subjects: 72 criteria for B-G, and 50 criteria for P-C, corresponding to the four years in the stage.

Source: Own elaboration.

and basic knowledge, both in B-G (17.5% and 6.9% respectively) and in P-C (16.7% and 8% respectively). As noted above, the evaluation criteria, along with the corresponding basic knowledge, are the principal indicators or referents for teachers to develop their teaching plans. Therefore, the curriculum of both subjects gives the idea that the comprehension of aspects of

NOS is something subsidiary or secondary compared to the acquisition of scientific knowledge and skills, and of particular attitudes. This perspective also differs from the approach of the PISA theoretical framework (OECD, 2019), where the weight of the comprehension of epistemic aspects of NOS is balanced with that of the other two basic dimensions of the

scientific competence. In this sense, the Spanish science curriculum would be more or less consistent with this framework, if it allocated to the comprehension of NOS approximately a third of the evaluation criteria and basic knowledge.

Moreover, we analysed which epistemic aspects of NOS, of those identified in the PISA theoretical framework, were mentioned in the different sections of the curriculum for the science subjects from ESO. Table 3 summarises these results. It shows that, of the 10 epistemic aspects that this framework identifies, only four of them are suggested, reasonably explicitly: *A.3 the values of science*, *B.1 scientific claims are supported by data and reasoning*, *B.5 the role of collaboration and critique in science*, and *B.6 the role of science in the development of technology and society*.

However, only the last three are present in the different specific sections of the curriculum for both subjects. The references to the values of science are very short and occasional: one in the operative descriptor of the course objective, cited above, when the importance of precision and veracity in science is discussed; and the other, in one of the evaluation criteria for biology and geology, when it refers to “adopting a critical and sceptical attitude towards information without a scientific basis” (Royal Decree 217/2022, p. 41610). Table 4 contains, as examples, extracts from mentions to these three aspects of NOS that most recurrent in the compulsory secondary education science curriculum. It is apparent that the mentions are, in general, fairly brief and linked to other types of content and learning, which are omitted in the extracts to underline only what relates to NOS.

TABLE 3. Epistemic aspects of NOS proposed in the PISA theoretical framework, which are referred to in the evaluable learning of the science subjects in compulsory secondary education, in the curriculum framework of the LOMLOE.

Epistemic aspects of NOS*	Course objective	Presentation of the subjects	Description of the specific competences	Evaluation Criteria	Basic knowledge
A.1 Nature of scientific knowledge (models, theories, etc.)					
A.2 Objectives of science and its difference from technology					
A.3 Values of science	✓			✓	
A.4 Nature of the types of scientific reasoning					

B.1 Scientific knowledge is based on data and reasoning	✓	✓	✓	✓
B.2 Function of the different forms of research				
B.3 The role of error in science				
B.4 Modelling in science				
B.5 Role of collaboration and critique in science	✓	✓	✓	✓
B.6 Role of scientific knowledge in technology and society	✓	✓	✓	✓

* To simplify the descriptors of the epistemic aspects of NOS, established in the PISA theoretical framework (Table 1), a brief identifying tag was used for each of them.

Source: Own elaboration.

The lack of attention to epistemic aspects of NOS in the compulsory secondary education science curriculum is striking given that there is broad consensus in the international bibliography about what to learn about NOS. For example, absorbing the importance of error in the development of science (García-Carmona & Acevedo, 2018); or understanding the characteristic traits of scientific observations, models, laws and theories (Lederman, 2007). It is also notable that even when the goals of science are discussed in the presentation of subjects and the description of their specific competences, assimilating these goals is not considered in the evaluable learning.

With regards to the epistemological relations and differences between science and technology (Acevedo & García-Carmona, 2016), there is also no attempt to establish them in the curriculum; something essential in an educational framework that advocates for the integration of different subjects under the umbrella of STEM. Similarly, it is important to note that, while the compulsory secondary education science curriculum refers to the use of a variety of methods and reasonings in scientific research, it does not specifically refer to them⁴. It restricts itself to general comments such as “(...) the use of the methodologies typical of science” (Royal Decree 217/2022, p. 41658).

TABLE 4. Extracts of mentions to the epistemic aspects of NOS, established in the PISA framework, with more presence in the curricular provisions in the LOMLOE framework for the science subjects in compulsory secondary education.

Epistemic aspects of NOS	Presentation of the subjects	Description of the specific competences	Evaluation Criteria	Basic knowledge
B.1 Scientific knowledge is based on data and reasoning	"The principal reliable sources (...) coexist with biased, incomplete or false information, and so (...) responsible and critical use of information and communication technology will be fostered (...)." (p. 41605, B-G)	"... developing the critical sense and the necessary skills to evaluate and classify information (...)." (p. 41661, B-G)	"To recognise information (...) with a scientific basis, distinguishing it from pseudosciences, hoaxes, conspiracy theories and unfounded beliefs (...)." (p. 41610, B-G)	"Trustworthy sources of scientific information: recognition and use." (pp. 41611 & 41614, B-G)
B.5 Role of collaboration and critique in science	"team work is fostered (...) as cooperation and communication are an essential part of the methodologies of scientific work." (p. 41605, B-G)	"Scientific development is rarely the result of work by isolated individuals and so it requires the exchange of information and collaboration between individuals, organisations and even countries." (p. 41607, B-G)	"... valuing the importance of cooperation in research (...)." (p. 41610, B-G)	"The historical evolution of scientific knowledge: science as a collective endeavour (...)." (pp. 41611 & 41614, B-G)
B.6 Role of scientific knowledge in technology and society	"...valuing the fundamental role of science in society." (p. 41605, B-G)	"... the vertiginous advance of science and technology is the driver of important social changes that occur increasingly often and with more palpable impacts." (p. 41607, B-G)	"Recognising and valuing, through historical analysis of scientific advances (...) that there are mutual repercussions between current science and technology, society and the environment." (p. 41663, P-C)	"Valuing scientific culture and the role of scientists in the principal historical and current milestones of physics and chemistry in the advance and improvement of society." (pp. 41663 & 41666, P-C)

*Note: B-G: Biology and Geology; P-C: Physics and Chemistry.
Source: Own elaboration based on Royal decree 217/2022.

There are important epistemic aspects of NOS, which are mentioned in the description of the specific competences of the science subjects, but which, sadly, have no impact on the evaluable learning. This is the case, for example, of recognising the importance of the knowledge established in the development of the new scientific knowledges. In fact, the observations in a piece of scientific research are already *theory laden* (Lederman et al., 2013). The B-G curriculum refers to such an aspect in the description of one of its specific competences, as follows: “Any process of scientific research must start with the collation and critical analysis of the publications in the area of study, building the new knowledge of the already existing foundations” (Royal Decree 217/2022, p. 41607).

One notable aspect, in favour of the new science curriculum for compulsory secondary education, is that it considers two ideas of special importance within NOS, and that it does not consider the PISA theoretical framework, at least, explicitly. These ideas are:

Knowing and emphasising the contribution of women in science (García-Carmona & Acevedo, 2018), with mentions such as: “Valuing the contribution of science to society (...) emphasising and recognising the role of female scientists (...)” (evaluation criteria, B-G, Royal Decree 217/2022, p. 41610); and

Understanding that science is a field in constant construction (García-Carmona & Acevedo, 2018; Lederman et al., 2013), with references such as: “Valuing the con-

tribution of science (...) understanding research as an undertaking (...) in constant evolution” (evaluation criteria, B-G, Royal Decree 217/2022, p. 41610); and “Recognising and valuing (...) that science is a process in permanent construction (...)” (evaluation criteria, P-C, Royal Decree 217/2022, p. 41663).

5. Conclusions

Based on the results of the analysis carried out, we conclude that comprehension of NOS is regarded as a minor or secondary educational challenge in the new basic scientific education curriculum. Firstly, because the curricular provisions analysed (Royal Decree 217/2022) do not explicitly emphasise that NOS should be a key part of the development of the STEM competence, with a view to improving the scientific literacy of the students (NSTA, 2020; OECD, 2019). Secondly, and perhaps as a cause of the foregoing, because the curriculum gives a fairly limited weight or position to NOS in the list of evaluable learning for science subjects (B-G and P-C) in compulsory secondary education: 17.5% of the total of them, in the best of cases. Consequently, Spain joins the countries that undervalue NOS in comparison with other content in their school science curricula (Olson, 2018).

In relation to the quantity and types of epistemic aspects of NOS, the new science curriculum for compulsory secondary education has little coherence with the PISA theoretical framework for scientific competence. This is disconcerting, given that Spain has participated officially in this

programme since its beginnings. It has been found that the Spanish curriculum only refers to four of the 10 epistemic aspects proposed in this international framework, with three of them standing out in particular: *scientific knowledge is supported by data*, *the role of collaboration in science*, and *the role of science in the development of technology and society*. Therefore, it omits various epistemic aspects of NOS, despite there being a broad international consensus on attention to it in the teaching of sciences (Lederman, 2007; García-Carmona & Acevedo, 2018). Nonetheless, the fact that the Spanish curriculum emphasises the role of women in science and the dynamic or evolving character of science should be noted, as a difference with regards to the PISA theoretical framework. Even so, the great majority of the mentions to epistemic aspects of NOS in the curriculum are scant and fairly general in their wording. Furthermore, in the evaluation criteria, for example, these mentions are almost always linked to other different perspectives on NOS; consequently, they affect its central position, since it is *shielded* by these other educational challenges that are more classical or consolidated in scientific education.

Ultimately, it can be said that an opportunity has been lost to bring Spain's educational provisions on the scientific competence into line with international frameworks such as PISA in relation to the comprehension of basic concepts about NOS. As a result, it can be predicted that, as has been happened so far in the Spanish educational context, NOS will continue to receive little attention in basic scientific

education (García-Carmona, 2021c). The hope is now in the training of science teachers (García-Carmona, 2021d), which should: (1) accentuate the educational value of tackling aspects of NOS in basic scientific education; (2) improve teachers' comprehension of NOS; (3) help teachers make visible in official curricular provisions – as a prescriptive framework for their didactic designs – mentions to NOS in basic scientific education; and (4) provide appropriate didactic materials to integrate NOS content into science classes.

Notes

¹ The history, philosophy and sociology of science are also known as *metasciences* (Adúriz-Bravo, 2005).

² This work, therefore, identifies *epistemic knowledge* with *epistemic aspects of NOS*.

³ This English initialism is used in the new curricular provisions corresponding to compulsory secondary education to refer jointly to *mathematical competence and competence in science, technology, and engineering* (Royal Decree 217/2022, p. 41598).

⁴ The first operative descriptor of the STEM competence cites the inductive and deductive methods, but in relation to mathematical thinking; at no moment are they covered in the development of the B-G and P-C subjects.

References

- Abraira, V. (2001). El índice kappa [The kappa index]. *Semergen*, 27 (5), 247-249. [https://doi.org/10.1016/S1138-3593\(01\)73955-X](https://doi.org/10.1016/S1138-3593(01)73955-X)
- Acevedo, J. A. (2009). Enfoques explícitos *versus* implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia [Explicit versus implicit approaches in the teaching of the nature of science]. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6 (3), 355-386. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3681>

- Acevedo, J. A., & García-Carmona, A. (2016). «Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado». Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica [«Something old, something new, something borrowed». Trends on the nature of science in science education]. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (1), 3-19. <http://hdl.handle.net/10498/18010>
- Acevedo, J. A., & García-Carmona, A. (2017). *Controversias en la historia de la ciencia y cultura científica [Controversies in the history of science and scientific culture]*. Catarata.
- Adúriz-Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia [An introduction to the nature of science]*. Fondo de Cultura Económica.
- Akerson, V. L., & Abd-El-Khalick, F. (2003). Teaching elements of nature of science: A yearlong case study of a fourth-grade teacher. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (10), 1025-1049. <https://doi.org/10.1002/tea.10119>
- Akerson, V. L., Buck, G. A., Donnelly, L. A., Nargund-Joshi, V., & Weiland, I. S. (2011). The importance of teaching and learning nature of science in the early childhood years. *Journal of Science Education and Technology*, 20 (5), 537-549. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9312-5>
- Almeida, B., Santos, M., & Justi, R. (2022). Aspects and abilities of science literacy in the context of nature of science teaching. *Science & Education*. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00324-4>
- Bell, R. L. (2009). Teaching the nature of science: Three critical questions. In *Best Practices in Science Education*. National Geographic School Publishing.
- Bell, R. L., & Lederman, N. G. (2003). Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. *Science Education*, 87 (3), 352-377. <https://doi.org/10.1002/sce.10063>
- Bell, R. L., Mulvey, B. K., & Maeng, J. L. (2012). Beyond understanding: Process skills as a context for nature of science instruction. In M. S. Khine (Ed.), *Advances in nature of science research* (pp. 225-245). Springer.
- Cáceres, P. (2003). Análisis cualitativo de contenido: una alternativa metodológica alcanzable. *Psicoperspectivas, Individuo y Sociedad*, 2 (1), 53-82. <https://www.psicoperspectivas.cl/index.php/psicoperspectivas/article/view/3>
- Erduran, S., & Dagher, Z. R. (2014). *Reconceptualizing nature of science for science education*. Springer.
- García-Carmona, A. (2012). Cómo enseñar Naturaleza de la Ciencia (NDC) a través de experiencias escolares de investigación científica [How to teach Nature of Science (NDC) through school science enquiry experiences]. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 72, 55-63.
- García-Carmona, A. (2021a). Learning about the nature of science through the critical and reflective reading of news on the COVID-19 pandemic. *Cultural Studies of Science Education*, 16 (4), 1015-1028. <https://doi.org/10.1007/s11422-021-10092-2>
- García-Carmona, A. (2021b). Prácticas no-epistémicas: ampliando la mirada en el enfoque didáctico basado en prácticas científicas [Non-epistemic practices: broadening the view on the didactic approach based on scientific practices]. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18 (1), 1108. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_ciecn.2021.v18.i1.1108
- García-Carmona, A. (2021c). La naturaleza de la ciencia en la bibliografía española sobre educación científica: una revisión sistemática de la última década [The nature of science in the Spanish literature on science education: a systematic review covering the last decade]. *Revista de Educación*, 394, 241-270. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2021-394-507>
- García-Carmona, A. (2021d). Spanish science teacher educators' preparation, experiences, and views about nature of science in science education. *Science & Education*. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00263-6>
- García-Carmona, A., & Acevedo, J. A. (2018). The nature of scientific practice and science education. *Science & Education*, 27 (5-6), 435-455. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-9984-9>

- García-Carmona, A., Vázquez, A., & Manassero, M. A. (2011). Estado actual y perspectivas de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia: una revisión de las creencias y obstáculos del profesorado [Current status and prospects for teaching the nature of science: a review of teachers' beliefs and obstacles]. *Enseñanza de las Ciencias*, 29 (3), 403-412. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v29n3.443>
- Khishfe, R., & Lederman, N. (2007). Relationship between instructional context and views of nature of science. *International Journal of Science Education*, 29(8), 939-961. <https://doi.org/10.1080/09500690601110947>
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: past, present, and future. In S. K. Abell, & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831-879). Lawrence Erlbaum.
- Lederman, N. G. (2018). La siempre cambiante contextualización de la naturaleza de la ciencia: documentos recientes sobre la reforma de la educación científica en los Estados Unidos y su impacto en el logro de la alfabetización científica [The ever-changing contextualisation of the nature of science: Recent papers on science education reform in the United States and its impact on science literacy achievement]. *Enseñanza de las Ciencias*, 36 (2), 5-22. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2661>
- Lederman, N. G., Lederman, J. S., & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1 (3), 138-147. <https://www.ijemst.com/index.php/ijemst/article/view/19/19>
- Mayring, P. (2000). Qualitative content analysis. *Forum: Qualitative Social Research*, 1 (2), 1-10. <https://doi.org/10.17169/fqs-1.2.1089>
- McComas, W. F., & Clough, M. P. (2020). Nature of science in science instruction: Meaning, advocacy, rationales, and recommendations. In W. F. McComas (Ed.), *Nature of science in science instruction* (pp. 3-22). Springer.
- McIntyre, L. (2021). Talking to science deniers and sceptics is not hopeless. *Nature*, 596 (7871), 165-165. <https://doi.org/10.1038/d41586-021-02152-y>
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Smith, T. A., Garden, R. A., Gregory, K. D., González, E. J., Chrostowski, S. J., & O'Connor, K. M. (2002). *Marcos teóricos y especificaciones de evaluación de TIMSS 2003 [TIMSS 2003 theoretical frameworks and assessment specifications]*. Ministerio de Educación.
- National Research Council [NRC] (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- National Science Teaching Association [NSTA] (2020). *Nature of science. Position statement*. <https://www.nsta.org/nstas-official-positions/nature-science>
- Olson, J. K. (2018). The inclusion of the nature of science in nine recent international science education standards documents. *Science & Education*, 27 (7), 637-660. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-9993-8>
- Organic Law 3/2020, of 29 December, which amends Organic Law 2/2006, of 3 May, on Education (LOMLOE). *Spanish Official State Gazette*, 340, 30 December 2020, pages 122868 to 122953. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3>
- Organization for Economic Co-Operation and Development (2019). *PISA 2018 assessment and analytical framework*. OECD Publishing.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. Nuffield Foundation.
- Royal Decree 217/2022, of 29 March, which establishes the organisation and minimum teaching of Compulsory Secondary Education. *Spanish Official State Gazette*, 76, 30 March 2022, pages 41571 to 41789. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/29/217>
- Rennie, J. (2002). 15 answers to creationist nonsense. *Scientific American*, 287 (1), 78-85. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0702-78>
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88 (4), 610-645. <https://doi.org/10.1002/sce.10128>

Author's biography

Antonio García-Carmona holds a university chair in the Department of Didactics of Experimental and Social Sciences at the Universidad de Sevilla. He has been a secondary-school teacher of mathematics, physics and chemistry for more than a decade. He is the principal researcher for the “Scientific education in context and

teacher training” research group (SEJ-591). His main research interests focus on: the nature of science and its didactics; learning science through enquiry/scientific practice; science, technology and society (STS) education; and science in the media as a resource for scientific education.



<https://orcid.org/0000-0001-5952-0340>

Table of contents

Sumario

Studies Estudios

Antonio García-Carmona

Understanding epistemic aspects of the nature of science in Spain's new curriculum for compulsory-secondary education since the LOMLOE law

La comprensión de aspectos epistémicos de la naturaleza de la ciencia en el nuevo currículo de Educación Secundaria Obligatoria, tras la LOMLOE 433

María Isabel Gómez-León

Giftedness from the perspective of neuroimaging and differential pedagogy. Are we talking about the same thing?

Alta capacidad intelectual desde la neuroimagen y la pedagogía diferencial. ¿Hablamos de lo mismo? 451

Eduardo Fernández Fernández

Rhetoric and Education: an approach to the Roman school

Retórica y Educación: una aproximación a la escuela romana 475

Notes Notas

Esther López-Martín, Belén Gutiérrez-de-Rozas, Andrea Otero-Mayer, & Eva Expósito-Casas

Qualitative analysis of the professional profile of a good secondary school teacher

Análisis cualitativo del perfil profesional del buen docente de educación secundaria 493

Noelia Salas Román, Margarita Alcaide Risoto, & Carlos Hue García

Improving socio-emotional competencies in pre-school pupils through emotional education

Mejora de las competencias socioemocionales en alumnos de educación infantil a través de la educación emocional 517

Adoración Díaz López, Javier Jerónimo Maquilon Sánchez, & Ana Belén Mirete Ruiz

Validation of the Ud-TIC scale on the problematic use of mobile phones and video games as mediators of social skills and academic performance

Validación de la escala Ud-TIC sobre el uso problemático del móvil y los videojuegos como mediadores de las habilidades sociales y del rendimiento académico 533

Rosalía Jódar Martínez, María del Pilar Martín Chaparro, María Dolores Hidalgo Montesinos, & Juan Pedro Martínez Ramón

Perceived parenting style and quality of life related to health among adolescents

Percepción del estilo parental y calidad de vida relacionada con la salud entre adolescentes 559

María de la Luz Berlanga Ramirez, & Luis Gibrán Juárez Hernández

Construct validity of an instrument to assess assertive feedback in initial teacher training

Validez de constructo de un instrumento para evaluar la retroalimentación asertiva en la formación inicial del profesorado 583

Book reviews

López Rupérez, F. (2021). *La gobernanza de los sistemas educativos. Fundamentos y orientaciones [The governance of educational systems: Foundations and orientations]* (Ismael Sanz Labrador). **Álvarez-Castillo, J. L., & García-Cano, M. (Eds.) (2022).** *Diversidad e inclusión en la Universidad. La vía de la institucionalización*

[Diversity and inclusion in the university: The route of institutionalisation] (Anabel Moriña Díez). 601

Table of contents of the year 2022

Índice del año 2022 609

Instructions for authors

Instrucciones para los autores 617

This is the English version of the research articles and book reviews published originally in the Spanish printed version of issue 283 of the **revista española de pedagogía**. The full Spanish version of this issue can also be found on the journal's website <http://revistadepedagogia.org>.



ISSN: 0034-9461 (Print), 2174-0909 (Online)

<https://revistadepedagogia.org/>

Depósito legal: M. 6.020 - 1958

INDUSTRIA GRÁFICA ANZOS, S.L. Fuenlabrada - Madrid