

# LA PRIMERA IMAGEN DE UN AGUJERO NEGRO EN LOS MEDIOS: UNA OPORTUNIDAD PARA REFLEXIONAR SOBRE ASPECTOS DE NATURALEZA DE LA CIENCIA

## THE FIRST IMAGE OF A BLACK HOLE IN MEDIA: AN OPPORTUNITY TO REFLECT ABOUT ASPECTS OF NATURE OF SCIENCE

Antonio García-Carmona  
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales  
Universidad de Sevilla. España  
garcia-carmona@us.es

### Resumen

En este artículo se presenta una actividad para reflexionar y aprender sobre algunos aspectos de la naturaleza de la ciencia (NDC), a partir de la lectura de una noticia científica de especial relevancia: la obtención de la primera fotografía de un agujero negro. Para la lectura de la noticia, se han seleccionado tres artículos sobre el tema que fueron publicados en el prestigioso diario digital *BBC News - Mundo*. Con el fin de orientar el desarrollo de la actividad, se proponen: (i) tres fases para su implementación en el aula; (ii) varias cuestiones para reflexionar sobre tres aspectos de NDC (observación vs. inferencia en la investigación científica, el papel de las teorías científicas y su verificación empírica, y la cooperación científica), que podrían tratarse en el contexto de la noticia; y (iii) una rúbrica, a modo de orientación didáctica, para evaluar las posibles respuestas del alumnado a las cuestiones.

**Palabras clave:** agujero negro; alfabetización científica; naturaleza de la ciencia; noticias científicas; prensa; Relatividad.

### Abstract

This article presents an activity aimed at reflecting and learning about some aspects of nature of science (NOS) from the reading of a science news of particular relevance: the obtainment of the first image of a black hole. To this end, three articles on this scientific milestone, which were published in the prestigious digital newspaper *BBC News – Mundo*, were selected. In order to guide the development of the activity, it is proposed: (i) three phases for its implementation in class; (ii) some questions to reflect about three aspects of NOS (observation vs. inference in scientific research, the role of scientific theory and its empirical checking, and scientific cooperation), which could be addressed in the context of the news; and (iii) a rubric as an example to assess the possible responses of students to the questions asked.

**Keywords:** black hole; nature of science; press; Relativity; science news; scientific literacy.

## Introducción

El impacto del desarrollo científico y tecnológico en la sociedad se pone de relieve, de manera constante, en los medios de comunicación. Resulta difícil encontrar un día en el que no se publique alguna noticia sobre los avances de la ciencia y sus repercusiones en periódicos digitales, redes sociales, programas de radio y televisión, etc. De hecho, para gran parte de la ciudadanía estos medios constituyen fuentes primarias de información científica (HODSON, 2008; HÖTTECKE; ALLCHIN, 2020). Por tanto, la demandada participación ciudadana en asuntos públicos ligados a la ciencia (EUROPEAN COMMISSION, 2020) exige que esta posea una alfabetización científica apropiada para entender el contenido de esas informaciones, analizarlo con sentido crítico y adoptar posiciones o comportamientos responsables ante ello (GUERRERO; GARCÍA-CARMONA, 2020). Porque, como Jarman y McClune (2007) señalan, los medios de comunicación son grandes generadores de opinión pública sobre cuestiones sociocientíficas. De modo que, el nivel de alfabetización de científica de una persona podría adivinarse, en buena medida, por el grado de comprensión que muestra de las noticias de ciencia que se publican en los diarios más prestigiosos (MILLER, 2004).

El análisis adecuado de las noticias científicas publicadas en los medios requiere no solo el manejo de conocimientos científicos relacionados con el contenido de estas y ciertas habilidades lingüísticas básicas. Ello demanda también del lector una comprensión básica de la *naturaleza de la ciencia* (NDC) (GARCÍA-CARMONA, 2014, 2020; HÖTTECKE; ALLCHIN, 2020); esto es, una comprensión de los rasgos característicos del conocimiento y la actividad científica, incluyendo las influencias mutuas entre la ciencia, la tecnología y la sociedad que existen en cada época (ACEVEDO-DÍAZ; GARCÍA-CARMONA, 2016). De acuerdo con Shamos (1995), la comprensión de tales rasgos, independientemente de que esta sea más o menos informada, es la que suele manejar la ciudadanía cuando valora asuntos públicos relacionados con la ciencia. Esto se ha podido comprobar, por ejemplo, con el asunto de la pandemia provocada por el coronavirus. Además de la proliferación de noticias falsas y de pseudocientíficos, negacionistas de la enfermedad, antivacunas, etc., se aprecia que mucha gente no termina de entender, por ejemplo, que los científicos vayan cambiando de criterios para afrontar la pandemia, a la luz de nuevos datos y reinterpretaciones de estos; que no se pueda ir más rápido en la obtención de una vacuna efectiva y segura para la COVID-19; o que ciertas decisiones político-económicas entren en conflicto con recomendaciones de la comunidad científica.

Por todo ello, la educación científica debe establecer entre sus finalidades básicas que el alumnado sea capaz de entender y analizar con espíritu crítico informaciones relacionadas con la ciencia. Así se estipula, por ejemplo, en el marco teórico de PISA para la evaluación de la competencia científica (ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT [OECD], 2019) cuando se hace referencia a que el alumnado ha de (i) evaluar argumentos y evidencias procedentes de distintas fuentes (por ejemplo, periódicos, Internet, revistas) y (ii) distinguir argumentos que se basan en pruebas científicas y teoría de aquellos basados en otras consideraciones (p. 105). Pero, como hemos avanzado, tal análisis requiere poner en juego conocimientos metacientíficos (o de NDC); algo que también se sugiere en el mismo marco de PISA al indicar que el alumnado debería desarrollar, entre otras, capacidades para (i') describir y evaluar la variedad de modos que los científicos emplean para asegurar la fiabilidad de los datos, la objetividad y la generalización de las explicaciones (OECD, 2019, p. 104); o (ii') comprender la naturaleza de las observaciones, hechos, hipótesis, modelos y teorías en ciencia; y (iii') entender cómo las afirmaciones científicas se apoyan en datos y razonamientos propios de la ciencia (p. 108).

Ante tal demanda educativa, desde hace algunos años venimos planteando la lectura crítica y reflexiva de noticias de ciencia, publicadas en periódicos digitales, como recurso didáctico para aprender sobre la NDC (GARCÍA-CARMONA, 2013, 2014, 2015, 2020). Así pues, el propósito de este trabajo es describir cómo se podrían tratar en el aula algunos aspectos de la NDC, en el contexto de la noticia reciente sobre la obtención de la primera imagen de un agujero negro.

## **Propuesta de actividad**

En la primavera de 2019, se publicaba en los medios que un amplio equipo internacional de científicos había obtenido la primera fotografía de un agujero negro. Sin duda, se trata de uno de los acontecimientos científicos más importantes de la ciencia contemporánea, que ha servido, entre otros aspectos, para reafirmar la validez de la *Teoría de la Relatividad General* propuesta por Albert Einstein. El hito científico, ocurrido algo más de 100 años después de que Einstein propusiera dicha teoría (1915), tuvo un gran impacto en los medios de comunicación; especialmente en la prensa digital, donde era fácil encontrar algún artículo dedicado a ello. El prestigioso medio de comunicación digital 'BBC

*News - Mundo*, en su versión española, se hizo eco de ello con varios artículos. Tres de ellos fueron los siguientes:

- Artículo 1: “*Cómo la foto del agujero negro demuestra que Einstein tenía razón: la imagen, explicada por uno de los científicos que la hizo posible.*” Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-47900442>

- Artículo 2: “*Primera foto de un agujero negro: cómo los científicos combinaron en el Event Horizon Telescope el poder de 8 telescopios para lograr una imagen histórica.*” Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-47867134>

- Artículo 3: “*Katie Bouman, la mujer de 29 años detrás de la primera foto de un agujero negro*”. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-47893532>

Aunque la investigación concierne a distintos aspectos de la Física, el contenido científico predominante de los artículos se enmarca en la Teoría de la Relatividad General. Sin embargo, con un planteamiento didáctico pertinente, su lectura puede propiciar debates y reflexiones interesantes sobre la NDC, sin que el alumnado posea conocimientos suficientes sobre tal teoría. De hecho, la lectura y análisis de otras noticias científicas relacionadas con la Relatividad, también para reflexionar sobre ciertos aspectos de NDC, han sido implementadas con éxito, por ejemplo, en la formación inicial de maestros de Educación Primaria (GARCÍA-CARMONA; ACEVEDO-DÍAZ, 2016), aun cuando se trata de un colectivo que, por lo general, tiene una formación limitada en ciencia.

### **Objetivos de aprendizaje**

Si bien se podrían tratar numerosos aspectos de NDC con las noticias seleccionadas, en este artículo nos centraremos en los que se indican en los *objetivos de aprendizaje* siguientes:

- Comprender las relaciones y diferencias entre observación e inferencia en la investigación científica.
- Conocer el papel de las teorías en ciencia y valorar la importancia de su verificación empírica.

- Tomar conciencia de la importancia de la cooperación en la investigación científica, valorando sus ventajas y posibles problemas.

### **Orientaciones para su desarrollo en el aula**

La actividad podría implementarse en tres sesiones de clase (por ejemplo, de 1.5 h cada una): la primera, para leer los tres artículos de la noticia y responder a las preguntas; la segunda, para llevar a cabo una puesta en común en clase; y la tercera, para revisar las ideas iniciales tras la puesta en común y elaborar las respuestas definitivas a las cuestiones. Estas tres sesiones se podrían desarrollar como sigue.

- *Sesión 1:* Se propone al alumnado una primera lectura individual de los tres artículos de prensa y, a continuación, se les pide que contesten a las preguntas que se indican más abajo, asociadas a los tres objetivos de aprendizaje antes señalados. El alumnado puede elaborar las respuestas organizado en equipos pequeños de 3 o 4 componentes, a fin de que estas sean lo más meditadas y completas posible.

- *Sesión 2:* Una vez elaboradas las primeras respuestas a las preguntas, se hace una puesta en común en clase para que los equipos las compartan y discutan, a modo de debate, que moderaría el instructor. El propósito es que el alumnado pueda contrastar sus ideas sobre los aspectos de NDC tratados con las de sus compañeros. En este proceso, el instructor debe procurar que el debate no se desvíe de la cuestión analizada, así como introducir algunos matices o plantear cuestiones auxiliares para enriquecer la discusión, generar conflictos cognitivos cuando se evidencien concepciones desinformadas, etc.

- *Sesión 3:* Tras la puesta en común, los equipos revisan sus ideas iniciales añadiendo matices, correcciones, etc. A continuación, se trata de que el grupo-clase elabore por consenso las ideas metacientíficas que mejor representarían los aspectos de NDC abordados.

### **Evaluación del aprendizaje**

En la *evaluación* de las respuestas y su progresión a lo largo de la actividad, se recomienda el uso de alguna rúbrica con diferentes niveles de comprensión. Idealmente, el diseño de esta debe tener en cuenta, primero, el nivel educativo y las características específicas del grupo-clase donde se implemente la actividad, con vistas a determinar unas expectativas de aprendizaje razonables o realistas. Segundo, hay que establecer las características que deben tener las respuestas consideradas como adecuadas en cada cuestión

(niveles máximos de comprensión) y los patrones que se observen en las respuestas a las preguntas, a fin de desglosar la rúbrica en distintos niveles de consecución de los objetivos de aprendizaje. Por consiguiente, la rúbrica debe concebirse como un instrumento flexible que debe ir reajustándose conforme se vayan evaluando las respuestas del alumnado. Tomando como base los trabajos de Acevedo-Díaz, García-Carmona y Aragón (2017) y Wang y Kong (2019), en la tabla 1 se muestra una posible rúbrica, a modo de ejemplo, que podría emplearse para evaluar respuestas sobre los tres aspectos de NDC considerados.

**Tabla 1:** Una posible rúbrica para evaluar las respuestas a las cuestiones de NDC plantadas.

Aspectos de NDC	Nivel 4 (máximo)	Niveles 3 → 0
Cuestiones relacionadas con ' <i>Observación e inferencia en la investigación científica</i> '	<p>En las respuestas, contextualizadas en el contenido de los artículos, se alude a los aspectos siguientes:</p> <p><i>A) La observación científica:</i></p> <p>(i) depende de la percepción,</p> <p>(ii) suele estar cargada de teoría, y</p> <p>(iii) determinada por los procedimientos de investigación empleados.</p> <p><i>B) La inferencia científica:</i></p> <p>(i') consiste en una interpretación razonada de la observación, datos, etc.,</p> <p>(ii') se construye a partir de numerosas observaciones de un fenómeno, y</p> <p>(iii') tiene un carácter subjetivo, dependiente sobre todo del modelo teórico que la sustenta e influenciada por el conocimiento científico vigente.</p>	<p>Nivel 3: Se citan dos aspectos de la observación, y dos aspectos de la inferencia, de los descritos en el nivel 4</p> <p>Nivel 2: Se cita un aspecto de la observación, y un aspecto de la inferencia, de los descritos en el nivel 4.</p> <p>Nivel 1: Se citan solo aspectos de la observación, o solo de la inferencia, de los descritos en el nivel 4.</p> <p>Nivel 0: No se cita ninguno de los aspectos indicados en el nivel 4, o se hace de un modo inconsistente con estos.</p>
Cuestiones relacionadas con ' <i>El papel de las teorías científicas y su verificación empírica</i> '	<p>En las respuestas, contextualizadas en el contenido de los artículos, se hace alusión a los siguientes aspectos:</p> <p>(i) Las teorías científicas son explicaciones de fenómenos naturales.</p> <p>(ii) Las teorías científicas permiten hacer predicciones sobre el comportamiento de la naturaleza.</p> <p>(iii) La validez de una teoría científica se determina por consenso en la comunidad científica tras muchas comprobaciones experimentales y la obtención de pruebas suficientes de validación.</p> <p>(iv) Aunque sólidas y duraderas una vez aceptadas, las teorías científicas deben considerarse <i>provisionales</i> (i.e., pueden verse modificadas a la luz de nuevas pruebas y reinterpretaciones).</p>	<p>Nivel 3: Se citan tres de los cuatro aspectos indicados en el nivel 4.</p> <p>Nivel 2: Se citan dos de los cuatro aspectos indicados en el nivel 4.</p> <p>Nivel 1: Se cita solo uno de los cuatro aspectos indicados en el nivel 4.</p> <p>Nivel 0: No se cita ninguno de los aspectos indicados en el nivel 4, o se hace de un modo inconsistente con estos.</p>

<p>Cuestiones relacionadas con <i>'la cooperación en la investigación científica'</i></p>	<p>En las respuestas, contextualizadas en el contenido de los artículos, se hace alusión a los siguientes aspectos:</p> <p>Ventajas:</p> <p>(i) La cooperación científica favorece la compartición de recursos entre grupos de científicos.</p> <p>(ii) La cooperación científica favorece que los equipos de científicos complementen ideas y planteamientos de investigación.</p> <p>(iii) La cooperación científica mejora la eficacia de las investigaciones (mayor rapidez en las investigaciones, escrutinios y debates más ricos para la toma de decisiones, la obtención de conclusiones, la corrección de errores, etc.).</p> <p>Posibles problemas:</p> <p>(i') La cooperación científica puede verse afectada por barreras lingüísticas y/o culturales entre los equipos intervinientes en la investigación.</p> <p>(ii') La cooperación científica puede verse afectada por la competitividad, desigualdad de recursos, etc. entre los equipos intervinientes en la misma investigación.</p> <p>(iii') La cooperación científica puede verse afectada por conflictos en las relaciones personales entre científicos, conflictos por motivos de género, etc.</p>	<p>Nivel 3: Se citan dos ventajas y dos posibles problemas de la cooperación científica, de las descritas en el nivel 4.</p> <p>Nivel 2: Se cita solo una ventaja y solo un posible problema de la cooperación científica, de los descritos en el nivel 4.</p> <p>Nivel 1: Se citan solo ventajas o solo posibles problemas de la cooperación científica, de los descritos en el nivel 4.</p> <p>Nivel 0: No se cita ninguno de los aspectos indicados en el nivel 4, o se hace de un modo inconsistente con estos.</p>
---	---	---

### **Abordaje del objetivo 1: Observación e inferencia en la investigación científica**

Respecto a este objetivo, tal y como se muestra en la rúbrica de la tabla 1, se espera que el alumnado entienda que la observación científica depende de la percepción de las personas que investigan; asimismo, esa percepción suele estar cargada de teoría y determinada por los procedimientos de investigación empleados. En cambio, la inferencia es una interpretación razonada del fenómeno observado, que los investigadores hacen a partir de numerosas observaciones, y que suele estar influenciada también por el marco teórico con el que estos se alinean. En la tabla 2 se muestra, a modo de ejemplo, un extracto del artículo 1 que permite reflexionar sobre ello.

**Tabla 2:** Extracto del artículo 1 que puede propiciar una reflexión respecto a las observaciones e inferencias en la investigación científica.

**¿Qué se ve en la famosa imagen?**

"Lo que vemos es material que brilla, que está cayendo al agujero negro en la zona oscura del interior, que es la zona que denominamos el **horizonte de sucesos**. Ahí es donde toda la luz es captada por el agujero negro y tenemos la completa oscuridad ", explicó Gómez.

El anillo de fuego brilla porque, según señaló el astrónomo español, el material que está cayendo es comprimido. "Hay mucha fricción entre el material y eso hace que se caliente muchísimo, **se calienta tanto que emite radiación en todo el espectro electromagnético**". Por otra parte, en la zona oscura del interior, toda la luz es captada. Y esa oscuridad solo se ve al ser delineada por el material que está en el borde y cae en el agujero negro. Ese borde es lo que se denomina la sombra del agujero negro, lo más cercano que podemos estar de él. En cuanto al color rojo, Gómez aclaró que "**no es un color real**, la imagen está tomada de hecho en una longitud de onda que nuestros ojos no son capaces de apreciar, parecida a la radio". "El color es el que nos parecía que representaba mejor la imagen".

Para reflexionar sobre tal aspecto de NDC, se podría plantear al alumnado las preguntas siguientes:

1) *En la entrevista al astrónomo español José Luis Gómez, la periodista le pide que le explique "qué se ve en la famosa foto". ¿Por qué crees que la periodista le pide esto al científico, si ambos están viendo la misma foto? Argumenta tu respuesta.*

2) *Imagina que fuéramos capaces de retroceder en el tiempo hasta finales del siglo XVII y mostráramos a Isaac Newton la primera foto de un agujero negro. ¿Crees que la hubiera interpretado de la misma manera que los astrónomos actuales? Argumenta tu respuesta.*

3) *En general, ¿qué diferencias encuentras entre las 'observaciones' y las 'deducciones' de las científicas y científicos en sus investigaciones sobre los fenómenos naturales?*

**Abordaje del objetivo 2: Papel de las teorías científicas y su verificación empírica**

Con relación a este objetivo, se espera que el alumnado comprenda que las teorías científicas son constructos que elaboran las científicas y científicos para explicar fenómenos naturales, y hacer predicciones en torno a ellos; además, su validez se determina por consenso en la comunidad científica tras numerosas comprobaciones (véase la rúbrica de la tabla 1). En la tabla 3 se recoge un extracto del artículo 2, que puede propiciar una reflexión sobre dichos aspectos epistémicos de la ciencia.



**Tabla 3:** Extracto del artículo 2 que puede favorecer una reflexión respecto a las teorías científicas y su verificación empírica.

*El agujero negro fotografiado en el corazón de la galaxia M87 tiene la forma circular que había anticipado Einstein con su teoría de la relatividad. **Einstein había vaticinado hace un siglo cuál sería la forma y tamaño de la sombra de un agujero negro.** Según la teoría de la relatividad general, los objetos masivos como planetas, estrellas y agujeros negros deforman el espacio-tiempo en su entorno. Interpretamos ese efecto como la presencia de una fuerza gravitacional. Una de las consecuencias de la teoría, la curvatura de la luz al pasar por un objeto masivo fue confirmada en 1919, en la celebre medición realizada por Arthur Eddington de los aparentes cambios en las posiciones de estrellas durante un eclipse total solar, una ilusión causada por la curvatura de la luz cerca del Sol.*

*En el caso de un agujero negro, la curvatura espacio tiempo es extremadamente fuerte. La teoría de la relatividad predice que los fotones emitidos por un gas que cae en un agujero negro deben viajar en trayectorias curvas, formando un anillo de luz alrededor de una silueta oscura que corresponde al agujero negro.*

Las que siguen son preguntas que pueden plantearse al alumnado para que reflexione en torno a lo indicado en este objetivo de aprendizaje:

1) *¿Qué crees que habría sucedido si con esta foto las científicas y científicos de la investigación hubieran encontrado un comportamiento de los agujeros negros que contradijera o no pudiera explicarse con la Teoría de la Relatividad de Albert Einstein? Argumenta tu respuesta.*

2) *En general, y basándote en lo que has leído, ¿qué papel crees que tienen los experimentos en la investigación científica?*

3) *De acuerdo con lo que has leído, ¿para qué crees que sirven las teorías científicas?*

### **Abordaje del objetivo 3: La cooperación en la investigación científica**

La intención con este objetivo es cuestionar el mito del científico que investiga en solitario. De acuerdo con la rúbrica de evaluación (tabla 1), se pretende, pues, que el alumnado tome conciencia de que la ciencia se construye gracias al esfuerzo –no exento de dificultades– de muchas mujeres y hombres científicos, de distintas nacionalidades, culturas y bagajes académicos, que se organizan en equipos de trabajo para colaborar/cooperar en las investigaciones. En esa reflexión, se espera que los equipos destaquen no solo ventajas, sino también posibles problemas u obstáculos en esa cooperación científica (véase la rúbrica de la tabla 1). En los artículos 2 y 3 se pueden leer los extractos indicados en la tabla 4.

**Tabla 4:** Extractos de los artículos 2 y 3 que pueden favorecer una reflexión sobre la cooperación en la investigación científica.

*“En medio de una gran expectativa, científicos internacionales presentaron este miércoles la primera fotografía jamás captada de un agujero negro supermasivo. (...) En las observaciones del EHT han participado, entre otros telescopios, los siguientes: ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array o Gran Conjunto Milimétrico-submilimétrico de Atacama) en Chile; APEX (Atacama Pathfinder Experiment o Experimento Pionero de Atacama) también en Chile; además de IRAM 30 m en Sierra Nevada, España; el LMT (Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano), en México; el telescopio James Clerk Maxwell en Hawái y el SPT (Telescopio dl Polo Sur), en Antártica.” (Extracto de la noticia 2)*

*“La primera fotografía de un agujero negro fue posible gracias a una experta en ciencias de la computación de 29 años que ayudó a crear el algoritmo con el que se creó la imagen. (...) Katie Bouman lideró el desarrollo de un programa informático con el que se obtuvo la impresionante foto. (...)” (...) El esfuerzo de capturar la imagen, usando telescopios en lugares que van de la Antártida a Chile, involucró a un equipo de más de 200 científicos. “Ninguno de nosotros podría haberlo hecho solo”, le dijo a la CNN. “Fue posible gracias a muchas personas de diferentes orígenes.” (Extracto de la noticia 3)*

Para reflexionar sobre el citado aspecto de NDC, en el contexto de las noticias seleccionadas, se puede plantear al alumnado las cuestiones siguientes:

1) *Después de leer estas noticias, ¿qué piensas acerca de la típica imagen de un científico, generalmente hombre, trabajando de manera aislada en su laboratorio?*

2) *¿Qué importancia o ventajas crees que tiene trabajar en equipo para hacer investigaciones científicas? Enumera varias y coméntalas.*

3) *Junto a las ventajas de la cooperación entre equipos de científicos de distintos lugares y trayectoria, posiblemente existan también algunos problemas derivados de la interacción de distintos equipos. ¿Qué problemas se te ocurren que pueden aparecer?*

## **A modo de cierre**

La comprensión de nociones básicas de NDC se erige como un pilar clave de la alfabetización científica de la ciudadanía. Del mismo modo, es fundamental que la ciudadanía desarrolle la capacidad de analizar críticamente noticias científicas que aparecen en los medios, en aras de valorar su fiabilidad, adoptar actitudes responsables, etc. ante asuntos científicos y sociocientíficos de interés público. En consecuencia, la lectura de noticias de ciencia de la prensa diaria para reflexionar sobre aspectos de NDC, se instituye como un recurso didáctico idóneo para conjugar las dos finalidades educativas señaladas.

Pero la atención a la NDC en la educación científica no ha de traducirse en la mera promoción de determinados conocimientos declarativos sobre los rasgos característicos del

conocimiento y la actividad científica. El propósito es, más bien, impulsar una comprensión de ello que emane del análisis crítico, reflexivo y el consenso de ideas mediante su contraste con visiones informadas procedentes de la filosofía, la historia y la sociología de la ciencia, utilizando para ello contextos diversos del desarrollo científico. Todo esto exige que la enseñanza de nociones de NDC se plantee de manera *explícita*, es decir, con objetivos de aprendizaje específicos y el diseño de actividades *ad hoc*.

La lectura de noticias sobre ciencia de la prensa diaria permite, con el planteamiento de cuestiones de reflexión apropiadas, poner al alumnado en situación de tomar conciencia del dinamismo permanente de la ciencia, conocer algunas de sus características identitarias y reconocer su impacto socioambiental (lo mismo que a la inversa). Lo cual puede verse reforzado con el uso complementario de algún pasaje de la historia de la ciencia, ya que permitirá apreciar con una mayor perspectiva el continuo desarrollo de esta, con sus aciertos, errores, dificultades, conflictos, etc. (ACEVEDO-DÍAZ *et. al.*, 2017)

Si bien, la eficacia educativa de actividades como la propuesta aquí dependerá, en buena medida, del conocimiento didáctico del contenido sobre la NDC que posea el profesorado de ciencias. Ello sigue siendo un reto por alcanzar para la mayoría de este colectivo de profesorado, a la luz de lo que señala la investigación didáctica al respecto (*e.g.*, ACEVEDO-DÍAZ, 2009; HANUSCIN; LEE; AKERSON, 2011; SUPPRAKOB; FAIKHAMTA; SUWANRUJI, 2016). Por tanto, esperamos que actividades como la propuesta aquí, fácilmente integrables en las programaciones habituales de ciencia escolar, ayuden a que el profesorado de ciencias se interese y promueva aprendizajes sobre NDC entre su alumnado.

## Referencias

ACEVEDO-DÍAZ, J. A. Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (II): una perspectiva. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, Cádiz, v. 6, n. 2, p. 164-189, 2009.

ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; GARCÍA-CARMONA, A. «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*, Cádiz, v. 13, n. 1, p. 3-19, 2016.

ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; GARCÍA-CARMONA, A.; ARAGÓN, M. M. *Enseñar y aprender sobre naturaleza de la ciencia mediante el análisis de controversias de historia de la ciencia.*

*Resultados y conclusiones de un proyecto de investigación didáctica*. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), 2017.

EUROPEAN COMMISSION. *Horizon 2020. Science with and for society programme*. Brussels: European Commission, 2020. Disponible en: <https://ec.europa.eu/research/swafs/index.cfm> (última consulta: 19/08/2020)

GARCÍA-CARMONA, A. Aprender sobre la naturaleza de la ciencia con noticias científicas de actualidad. El caso del experimento OPERA. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Barcelona, n. 75, p. 65-75, 2013.

GARCÍA-CARMONA, A. Naturaleza de la ciencia en noticias científicas de la prensa: análisis del contenido y potencialidades didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 32, n. 3, p. 493-509, 2014.

GARCÍA-CARMONA, A. Noticias sobre temas de Astronomía en los diarios: un recurso para aprender sobre la naturaleza de la ciencia reflexivamente. *Revista de Enseñanza de la Física*, Córdoba (Argentina), v. 27, n. 1, p. 19-30, 2015.

GARCÍA-CARMONA, A. La prensa digital como recurso para reflexionar y aprender sobre la diversidad metodológica en la práctica científica. *Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática*, Itapetininga, v. 1, e020002, p. 1-13, 2020.

GARCÍA-CARMONA, A.; ACEVEDO-DÍAZ, J. A. Learning About the Nature of Science Using Newspaper Articles with Scientific Content. *Science & Education*, Dordrecht, v. 25, n. 5-6, p. 523-546, 2016.

GUERRERO, I.; GARCÍA-CARMONA, A. La energía y su impacto socioambiental en la prensa digital: temáticas y potencialidades didácticas para una educación CTS. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, Cádiz, v. 17, n. 3, p. 1-17, 3301, 2020.

HANUSCIN, D. L.; LEE, M. H.; AKERSON, V. L. Elementary teachers' pedagogical content knowledge for teaching the nature of science. *Science Education*, Malden, v. 95, n. 1, p. 145-167, 2011.

HODSON, D. *Towards scientific literacy: A teachers' guide to the history, philosophy and sociology of science*. Rotterdam: Sense Publishers, 2008.

HÖTTECKE, D.; ALLCHIN, D. Re-conceptualizing nature-of-science education in the age of social media. *Science Education*, Malden, v. 104, n. 4, p. 641-666, 2020.

JARMAN, R.; MCCLUNE, B. *Developing scientific literacy. Using the news media in the classroom*. New York, NY: Open University Press, 2007.

MILLER, J. D. Public understanding of, and attitudes toward, scientific research: What we know and what we need to know. *Public Understanding of Science*, London, v. 13, n. 3, p. 273-294, 2004.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. *PISA 2018 assessment and analytical framework*. Paris: OECD Publishing, 2019.

SHAMOS, M. H. *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press, 1995.

SUPPRAKOB, S.; FAIKHAMTA, C.; SUWANRUJI, P. Using the lens of pedagogical content knowledge for teaching the nature of science to portray novice chemistry teachers' transforming NOS in early years of teaching profession. *Chemistry Education Research and Practice*, v. 17, n. 4, p. 1067-1080, 2016.

WANG, G.; KONG, Q. The dilemmas of scientific research cooperation and their resolution from the perspective of evolutionary psychology. *Frontiers in Psychology*, Lausanne, v. 10, 2561, p. 1-4, 2019.

Recebido em: 26 de agosto de 2020  
Aprovado em: 02 de setembro de 2020  
Publicado em: 08 de setembro de 2020