

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

Antonio García-Carmona¹

¹Departamento de Didáctica de las Ciencias, Universidad de Sevilla (España)

E-mail: garcia-carmona@us.es

(Recibido el 6 de mayo de 2015; aceptado el 27 de mayo de 2015)

Resumen

Se destaca la comprensión de nociones básicas de la naturaleza de la ciencia (NDC) como componente fundamental de la alfabetización científica. Con objeto de impulsar su introducción en el currículo de ciencia, se propone la lectura reflexiva de noticias científicas de la prensa diaria. Para ilustrar cómo se podrían seleccionar, se muestran los resultados de un análisis realizado con 13 noticias relacionadas con la Astronomía, publicadas en tres de los diarios más populares de la prensa española. Se concluye que la colección de noticias ofrece una información variada, con alusiones a todos los aspectos de la NDC definidos, tanto en contextos de actualidad científica como a través de evocaciones de hitos científicos históricos. Finalmente se presenta una posible secuencia de enseñanza para abordar, desde una perspectiva crítico-reflexiva algunos aspectos de NDC en clase bachillerato, a partir de una de las noticias.

Palabras clave: Alfabetización científica; astronomía; enseñanza de la ciencia; naturaleza de la ciencia; noticias científicas

Abstract

This paper highlights a basic understanding of the nature of science (NOS) as a core component of scientific literacy. In order to promote the introduction of NOS in science curriculum, the reading of certain pieces of science news from the daily press is proposed. In order to explain how these could be selected, the results of an analysis of 13 Astronomy-related news items, published in three of the most popular Spanish newspapers, is shown. It is concluded that the pieces of science news selected offer information about the different aspects of NOS by means of both current scientific contexts and with evocations of historical scientific milestones. Finally, a possible teaching sequence for addressing in a critical-reflective way some NOS aspects in science classroom from one piece of news analyzed is shown.

Keywords: Astronomy; nature of science; science education; scientific literacy; pieces of science news

I. INTRODUCCIÓN

Hoy día no existe discusión en torno a que una adecuada alfabetización científica debe integrar, entre otros aspectos, un conocimiento básico sobre qué es la ciencia, cómo se edifica, cómo interacciona su avance con la sociedad, etc. (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE], 2009); esto es, la adquisición de un conocimiento informado acerca de la *naturaleza de la ciencia* (NDC). Así lo establecen la mayoría de países del mundo en sus currículos oficiales de ciencia escolar, según se refleja en algunos informes y documentos recientes (Eurydice, 2011; Harlen, 2010; Hipkins, 2012; NextGenerationScienceStandards [NGSS], 2013). Incluso se empieza a demandar el comienzo del aprendizaje de nociones sobre la NDC en las etapas educativas iniciales (Akerson *et al.*, 2011).

Pese a ello, la enseñanza de la NDC es todavía escasa e ineficaz en la mayoría de países (Lederman, 2007; García-Carmona, Vázquez y Manassero, 2012); particularmente en el ámbito iberoamericano donde aún se ha avanzado poco (Bennassar, Vázquez, Manassero y García-Carmona, 2010). Esto plantea la necesidad de promover programas de formación docente que provean al profesorado de unos conocimientos, estrategias y recursos didácticos que les ayuden a promover la enseñanza de la NDC en sus clases de ciencia (García-Carmona, Vázquez y Manassero, 2011; Guerra, 2006).

Entre los posibles recursos para integrar la NDC en el aula cabe destacar el uso de noticias científicas de la prensa diaria, aunque todavía son escasamente empleadas para tal fin (Cakmakci y Yalaki, 2011). Sin embargo, el interés didáctico de leer noticias científicas en la enseñanza de la ciencia, en general, ha sido extensamente destacado en la literatura (Hodson, 2008; McClune y Jarman, 2010; Oliveras, Márquez y Sanmartí, 2013). Por tanto, es de esperar que el recurso sea también efectivo para el caso específico de la enseñanza de la NDC (García-Carmona, 2014).

Puesto que se trata de una cuestión de análisis aún poco explorada en la educación científica, parece oportuno empezar poniendo el foco en determinar las posibilidades didácticas de tales noticias para abordar en clase los distintos aspectos de la NDC (García-Carmona, 2014).

Como parte de un estudio más amplio, la finalidad del presente artículo es, por un lado, ofrecer orientaciones para seleccionar las noticias científicas de la prensa diaria, ilustrándolo a partir de un análisis específico de cierto conjunto de estas; y, por otro, plantear una posible secuencia de enseñanza para su utilización en clase. Todo ello se hará en el contexto de la Astronomía, que es un contenido básico y habitual de los currículos escolares de ciencia (Harlen, 2010), así como un ámbito ideal para abordar cuestiones sobre la NDC (Hull, 2011).

II. CUESTIONES DE ANÁLISIS

De acuerdo con lo que acabamos de exponer, en este estudio nos planteamos responder a las siguientes cuestiones:

1. ¿De qué modo pueden seleccionarse de los diarios noticias sobre Astronomía que permitan tratar en clase algunas nociones sobre la NDC? ¿Qué criterios emplear para hacer tal selección?
2. ¿Qué secuencia de enseñanza se puede plantear para abordar en bachillerato (16-18 años) algunas nociones sobre la NDC, a partir de la lectura de noticias científicas?

La búsqueda de respuestas a las cuestiones anteriores debe partir de un marco teórico que fundamente y oriente el análisis.

III. MARCO TEÓRICO

A la hora de enseñar NDC es preciso tener algún referente sobre sus características, así como de los contextos y estrategias didácticas que pueden favorecer su introducción en el aula. En relación con *qué enseñar* sobre la NDC, actualmente existen diversas propuestas acerca de qué aspectos de esta introducir en el currículo de ciencia escolar (Acevedo et al., 2007; Marín, Benarroch y Niaz, 2013). Entre ellas, se proponen unas muy sesgadas hacia cuestiones epistemológicas de la ciencia, y otras que además integran la dimensión sociológica como parte esencial de su construcción.

Podría discutirse cuál de esos planteamientos es más pertinente; sin embargo, aparte de que ello sobrepasaría los límites del presente trabajo, posiblemente aporte poco al propósito de estimular entre el profesorado de ciencia la introducción de aspectos de la NDC en sus clases. Tal vez lo fundamental sea proporcionarles algún marco de referencia, que goce de cierto consenso dentro de la comunidad de enseñanza de la ciencia, para orientar esa introducción. Desde esta perspectiva, una posible relación de aspectos de NDC a tratar en la educación científica no universitaria, que parte de las propuestas de Osborne, Collin, Ratcliffe, Millar y Duschl (2003) y Bell (2009), es la que se recoge en la tabla I.

TABLA I. Aspectos que definen la NDC.

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Observación e inferencia.</i> Las observaciones se refieren al uso de los sentidos, con ayuda de tecnología, para obtener información sobre fenómenos del mundo físico. Las inferencias son las interpretaciones de esos fenómenos a partir de las observaciones, y normalmente integran entidades no observables directamente. De ahí que los científicos puedan hacer distintas interpretaciones de un mismo fenómeno. ▪ <i>Leyes y teorías científicas.</i> Las leyes científicas son enunciados de las relaciones entre fenómenos, que surgen de los <i>modelos</i> construidos por los científicos para explicar la realidad observada. Las teorías científicas son explicaciones derivadas de las observaciones. Son, por tanto, dos tipos distintos de conocimiento científico que no se transforman unos en otros jerárquicamente. ▪ <i>Evidencia empírica.</i> Algunos conceptos científicos son plenamente teóricos, que surgen de razonamientos lógicos, pero todas las ideas científicas deben ser, en última instancia, comprobadas experimentalmente para su validación. No es suficiente el resultado de un solo experimento para aceptar un nuevo conocimiento científico. ▪ <i>Métodos de la ciencia.</i> Los científicos usan una diversidad de enfoques y estrategias para generar conocimiento |
|--|

científico, incluyendo observación, inferencia, experimentación... A veces se producen hallazgos casuales o inesperados (serendipia), que suponen importantes avances para la ciencia. Igualmente los errores son frecuentes en la investigación científica, y juegan un papel esencial en el desarrollo de la ciencia porque su identificación y análisis permiten a los científicos depurar sus experimentos, reinterpretar los datos, etc.

- *El papel de la creatividad.* Los científicos son imaginativos para concretar las preguntas a investigar, establecer hipótesis explicativas y diseñar los mejores experimentos para progresar con éxito en sus investigaciones.
- *Objetividad y subjetividad.* El conocimiento científico vigente y las creencias, expectativas, intereses... de los científicos influyen en sus investigaciones. Por tanto, si bien el conocimiento científico puede ser considerado objetivo, su construcción y establecimiento requiere de una aprobación consensuada de la comunidad científica. De ahí que los científicos tiendan a ser escépticos y a aplicar mecanismos de auto-chequeo para mejorar la objetividad de sus conclusiones. La subjetividad, que no puede ser eliminada completamente de la actividad científica, provee la cautela necesaria para la construcción efectiva del conocimiento científico.
- *Conocimiento tentativo.* La ciencia es planteada con el fin de explicar fenómenos de la naturaleza, y proporciona el mejor conocimiento disponible en cada momento sobre estos. Los avances en las técnicas e instrumentos de investigación empleados, así como en el conocimiento teórico, favorecen la aparición de nuevas pruebas o reinterpretaciones de las leyes y teorías establecidas. Los cambios no son inmediatos, y vienen precedidos de cierto escepticismo y de discusiones entre los científicos. Pero, una vez aceptado, el nuevo conocimiento suele ser sólido y duradero, aunque susceptible de poder modificarse en el futuro.
- *Ciencia y sociedad.* La ciencia es una actividad humana y, por tanto, se ve influida por las condiciones y circunstancias socioculturales y económicas de cada época. La ciencia y sus avances también afectan la configuración de la sociedad en la que se integra. Las decisiones en el desarrollo y aplicación de la ciencia no son imparciales, y en ocasiones generan controversias sociales.

Con respecto al modo de introducir la NDC en el currículo de ciencia, son habituales dos enfoques didácticos (García-Carmona, Vázquez y Manassero, 2012): (a) por integración con los contenidos curriculares tradicionales (por ejemplo, tratar en clase de Astronomía la evolución de los modelos propuestos, a lo largo de la historia, para explicar el lugar de la Tierra en Universo), o (b) como contenidos del currículo diferenciados del resto. Aún no se ha encontrado evidencia empírica suficiente acerca de cuál de los dos enfoques es más efectivo (Bell, Matkins y Gansneder, 2011), si bien, lo que parece ser determinante, en cualquier caso, es que la introducción de nociones sobre NDC se haga desde una perspectiva explícita y reflexiva (Acevedo, 2009).

Asimismo, dos de los contextos o perspectivas más frecuentes en la enseñanza de la NDC son los siguientes (García-Carmona, Vázquez y Manassero, 2012):

- *Problemáticas sociocientíficas.* Se trata de que los estudiantes elaboren argumentaciones basadas en pruebas y conocimientos científicos para interpretar y posicionarse ante determinadas cuestiones actuales de controversia sociocientífica (cambio climático, efectos de las antenas de telefonía móvil,...). Para ello, se suelen analizar pruebas contrarias en torno a la cuestión debiendo decidir en qué o en quién confiar. Esto exige que basen sus argumentos en “indicadores de fiabilidad” a partir de la aceptación de la autoridad de investigadores y otras fuentes de información, la evaluación de fuentes de información,...
- *Historia de la ciencia.* Permite, entre otros aspectos, conocer: (a) el desarrollo de las teorías científicas; (b) las relaciones ciencia-sociedad de cada época; y (c) el carácter universal y multicultural de la ciencia. Además, contribuye a dar coherencia al currículo de ciencia. Es de especial interés un enfoque que permita a los estudiantes conocer los tipos de razonamientos que ayudaron a los científicos del pasado a interpretar fenómenos científicos.

Además de dichos contextos, se han de establecer los recursos didácticos para tratar los contenidos de NDC en el aula. Es aquí cuando proponemos el empleo de las noticias científicas de la prensa diaria. Efectivamente, si se parte de que la educación científica debe proveer al alumnado la capacidad de seguir aprendiendo ciencia a lo largo de toda la vida, parece razonable integrar en clase de ciencia la lectura de noticias científicas de los diarios, ya que para la inmensa mayoría de la ciudadanía estas son una de las principales fuentes de información sobre los avances y problemáticas de la ciencia (Hodson, 2008).

Las noticias científicas suelen informar de efemérides sobre descubrimientos y personajes científicos relevantes, de problemáticas sociocientíficas actuales y de acontecimientos científicos recientes, evidenciando así el dinamismo permanente de la ciencia (García-Carmona, 2014). Por consiguiente, la lectura crítica y reflexiva de determinadas noticias científicas en clase puede favorecer la comprensión de la NDC (Cakmakci y Yalaki, 2011; Shibley, 2003). Sin embargo, su selección precisa de un análisis didáctico previo que valore su adaptabilidad al ámbito educativo y su adecuación para comprender determinados aspectos de la NDC. No en vano, las noticias científicas publicadas en los diarios no son elaboradas pensando en su uso escolar. Asimismo, los ‘mensajes’ que se transmiten en las noticias pueden estar sesgados por la interpretación que hacen los periodistas de los sucesos científicos tratados, además

de las posibles simplificaciones o faltas de rigor en su exposición por un intento de conectar con la mayoría de la ciudadanía, independientemente de cuál sea su formación científica.

IV. MÉTODO

Como parte de una muestra bastante más amplia de noticias sobre diferentes ámbitos de la Física (García-Carmona, 2014), se examinan aquí 13 noticias relacionadas con la Astronomía. Estas fueron publicadas entre los años 2006 y 2013, en las versiones digitales de tres de los diarios españoles con mayor popularidad: El País (4 noticias), ABC (4 noticias) y El Mundo (5 noticias) (Tabla II). Se trata de una muestra de noticias *incidental*, en el sentido de que no se revisaron todas las noticias sobre Astronomía publicadas en los mencionados diarios durante dicho periodo de tiempo, sino que solo se seleccionó una porción de aquellas que presentaban, a priori, cierto potencial para ilustrar los distintos aspectos de la NDC. Por tanto, los resultados y conclusiones del análisis se delimitan exclusivamente a dicha colección de noticias, al objeto de ofrecer posibles pautas orientativas de selección de noticias científicas de la prensa diaria para enseñar nociones de NDC en clase de Astronomía.

TABLA II. Relación de noticias sobre Astronomía analizadas.

i.	<i>Plutón deja de ser considerado planeta tras el acuerdo de la comunidad astronómica internacional</i> (El Mundo, 2006). [http://www.elmundo.es/elmundo/2006/08/24/ciencia/1156425985.html]
ii.	<i>El hereje Galileo retoma Florencia</i> (El País, 2009). [http://elpais.com/diario/2009/03/12/cultura/1236812401_850215.html]
iii.	<i>Los misterios que el Bosón de Higgs aún no puede explicar</i> (ABC, 2012). [http://www.abc.es/20120708/ciencia/abci-boson-higgs-misterios-201207081153.html]
iv.	<i>Lo que Einstein llamó su mayor error, sería mi mayor hallazgo</i> (El País, 2013). [http://sociedad.elpais.com/sociedad/2013/04/26/actualidad/1367001162_823234.html]
v.	<i>“El 70% del universo había pasado desapercibido hasta ahora”</i> (El País, 2013). [http://sociedad.elpais.com/sociedad/2013/04/23/actualidad/1366722651_555625.html]
vi.	<i>El hallazgo del meteorito de Tunguska «es ridículo»</i> (ABC, 2013). [http://www.abc.es/ciencia/20130508/abci-hallazgo-meteorito-tunguska-ridiculo-201305081117.html]
vii.	<i>El primer mártir de la ciencia</i> (El Mundo, 2013). [http://www.elmundo.es/elmundo/2013/05/09/ciencia/1368118282.html]
viii.	<i>El hereje que adivinó otros mundos</i> (ABC, 2013). [http://www.abc.es/ciencia/20130510/abci-hereje-advino-otros-mundos-201305101205.html]
ix.	<i>El telescopio de Galileo y el declive del Imperio español</i> (El Mundo, 2013). [http://www.elmundo.es/elmundo/2013/06/13/ciencia/1371119977.html]
x.	<i>Hay otro planeta azul gracias al silicato de su atmósfera</i> (El País, 2013). [http://sociedad.elpais.com/sociedad/2013/07/11/actualidad/1373558899_086944.html]
xi.	<i>El príncipe de las mareas</i> (El Mundo, 2013). [http://www.elmundo.es/elmundo/2013/07/12/ciencia/1373620564.html]
xii.	<i>La nada creativa</i> (El Mundo, 2013). [http://www.elmundo.es/blogs/elmundo/bibliotecaenllamas/2013/07/11/la-nada-creativa.html]
xiii.	<i>Descubren que el Sistema Solar tiene cola, como los cometas</i> (ABC, 2013). [http://www.abc.es/ciencia/20130711/abci-descubren-sistema-solar-tiene-201307111056.html]

El análisis se focalizó en determinar qué presencia tienen los aspectos de NDC definidos (Tabla I) en la colección de noticias seleccionada, atendiendo a la frecuencia con que son tratados, los contextos en los que se presentan, así como la cantidad y variedad de ellos en una misma noticia. No se trató de encontrar necesariamente alusiones explícitas a dichos aspectos, sino de estimar si el contenido de las noticias presentaba algún interés para plantear en el aula un análisis crítico-reflexivo sobre la NDC mientras se aprende Astronomía.

Asimismo, se analizó en qué contextos podían ubicarse las noticias. Teniendo en cuenta las peculiaridades del ámbito de la Astronomía, la clasificación contextual establecida en el análisis, sin que resultaran excluyentes entre sí en una misma noticia, fue la siguiente: (a) *Avances y límites actuales de la ciencia* (b) *Historia de la ciencia y sus problemáticas*.

Como estrategia de fiabilidad se aplicó el método de análisis intraobservador (Padilla, 2002), esto es, puesto que en la mayoría de noticias podían detectarse más de un aspecto de la NDC, el análisis se repitió

en dos momentos diferentes para su afinamiento; sobre todo en los casos que suscitaron más dudas. Y para atender a la objetividad del estudio se recurrió al uso de descriptores de baja inferencia (Latorre, 2003), mediante la inclusión de numerosos fragmentos extraídos textualmente de varias de las noticias analizadas. Al respecto, cabe decir que todas las noticias analizadas son de acceso libre online (se indican los enlaces directos a las mismas en la tabla II), lo cual ofrece la posibilidad al lector de consultarlas en su integridad y hacer comprobaciones propias de su contenido.

V. RESULTADOS

En primer lugar, se analizó la frecuencia de los distintos aspectos de la NDC en la colección de noticias (Figura I). Los resultados muestran que los dos aspectos más frecuentes en las noticias son la *observación e inferencia* (8 de 13 noticias) y la *evidencia empírica* (6 de 13 noticias), respectivamente. Mientras que los menos aludidos son los relativos a *leyes y teorías científicas* y *métodos de la ciencia*, ambos en dos de las 13 noticias. El resto de aspectos tiene una presencia que podría clasificarse de media-baja, con presencia máxima en 3 o 4 noticias de la colección. Aun así, puede decirse que la selección de noticias es bastante completa, en el sentido de que incluye alusiones a todos los aspectos de la NDC definidos. En la tabla III se recogen, a modo de ejemplos, distintos fragmentos de las noticias con referencias –más o menos explícitas– a cada uno de los aspectos.

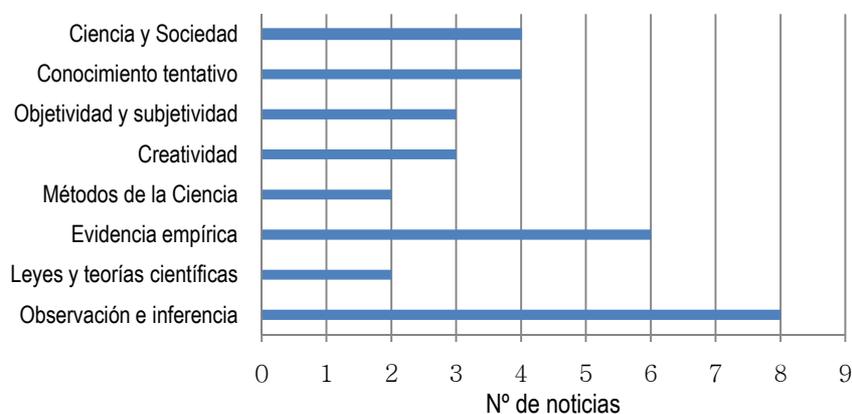


FIGURA I. Frecuencia con que son aludidos los distintos aspectos de la NDC en la colección de noticias sobre Astronomía (N=13).

A la vista de los fragmentos expuestos en la tabla III, cabe destacar que la lectura de las distintas noticias seleccionadas favorece, con relativa naturalidad, una reflexión en torno a los distintos aspectos de la NDC; porque son, en general, fácilmente reconocibles. Si bien, dentro del aspecto referido a *leyes y teorías científicas*, las diferencias y relaciones entre las leyes y teorías científicas no se detectan de manera evidente o explícita en la colección de noticias. En tal caso habría que elegir alguna noticia cuyo contenido pueda propiciar, aunque sea de manera indirecta, una reflexión o discusión en torno a ello. Por ejemplo, puede ser de utilidad el segundo fragmento de la tabla III, extraído de una noticia sobre la expansión del universo, que pone de relieve cómo la evolución de una teoría científica suele ir acompañada de modificaciones en las ecuaciones (o leyes científicas) relacionadas con esta.

TABLA III. Fragmentos de noticias que aluden a cada uno de los aspectos de la NDC, o invitan a una reflexión en torno a los mismos.

Aspectos de la NDC	Fragmentos ilustrativos
<i>Observación e inferencia</i>	«(...) a pesar de que las teorías actuales predicen que el Big Bang habría tenido que dar lugar a la misma cantidad de materia que de antimateria, parece que todo cuanto nos rodea está hecho de materia "normal". ¿Dónde está, pues, la antimateria que falta? Es posible, dicen algunos, que en el origen se generara un exceso de materia y que todo lo que vemos sea lo que queda después de que toda la materia y antimateria original se aniquilaran entre sí. Otros, sin embargo, piensan que muchas de las galaxias que podemos ver a través de nuestros telescopios podrían estar hechas de antimateria. ¿Quién tiene razón? Es pronto, muy pronto, para saberlo.» (<i>Los misterios que el Bosón de Higgs aún no puede explicar</i> , ABC, 2012)

<i>Leyes y teorías científicas</i>	«(...) las galaxias están separándose unas de otras y que cuanto más lejos están del observador, mayor es la velocidad aparente a la que se alejan de él. (...) Einstein no lo esperaba. Creía, como todos los científicos entonces, que el universo era estático, y como sus ecuaciones de la relatividad le daban un cosmos que colapsaría sobre sí mismo, había introducido la constante cosmológica para frenarlo. Cuando Hubble constató que el universo estaba en expansión, ya no hacía falta en las ecuaciones de Einstein ese aparente artificio, que es una “energía del espacio”. Y resulta que ahora es la mejor teoría que los físicos tienen para explicar su gran descubrimiento.» (<i>Lo que Einstein llamó su mayor error, sería mi mayor hallazgo</i> , El País, 2013)
<i>Evidencia empírica</i>	«Artemyeva rechaza la teoría: “Incluso si asumimos que las piedras que encontró (Zlobin) son realmente meteoritos (que no se ha demostrado todavía), sería necesario demostrar que son fragmentos de Tunguska”... “Hay muchos meteoritos en la Tierra. Durante más de 100 años desde la caída del cuerpo espacial de Tunguska, el peso del polvo meteórico y de pequeños meteoritos que han caído en esa región ya supera la masa del Tunguska”... se muestra sorprendida de que su colega no haya realizado todavía análisis geoquímicos de los fragmentos. “Es ridículo. No se puede decir por el aspecto de una piedra que se trata de un meteorito”, subraya.» (<i>El hallazgo del meteorito de Tunguska «es ridículo»</i> , ABC, 2013)
<i>Métodos de la Ciencia</i>	«Para medir el color y dado que HD 189733b es un planeta ligero y muy próximo a su estrella, el equipo usó el Hubble para aislar la luz del planeta de la procedente del cuerpo celeste anfitrión. Y lo observaron mientras orbitaba antes, durante y después de que pasara por detrás de la estrella. Cuando pasó por detrás, la luz reflejada por el planeta fue bloqueada temporalmente de la vista y la cantidad de luz observada desde el sistema disminuyó.» (<i>Hay otro planeta azul gracias al silicato de su atmósfera</i> , El Mundo, 2013)
<i>Papel de la creatividad</i>	«Contemporáneo de Cervantes y de Shakespeare, armado con un telescopio flaco, animado por su carácter de hierro y soñando siempre gracias a una imaginación propia de un artista, el astrónomo barbudo de mirada locoide acercó al hombre a las estrellas alargando el dedo índice.» (<i>El hereje Galileo toma Florencia</i> , El País, 2009)
<i>Objetividad y subjetividad</i>	«(...) muchos científicos... recibieron la noticia con incredulidad. “Es que la ciencia es conservadora: estamos siempre poniendo a prueba nuestras ideas, pero cuando una pone todo patas arriba, somos escépticos”...» (<i>Lo que Einstein llamó su mayor error, sería mi mayor hallazgo</i> , El País, 2013)
<i>Conocimiento tentativo</i>	«Plutón ha dejado de ser considerado un planeta... A esta conclusión han llegado los casi 2.500 científicos participantes en la reunión de la Unión Astronómica Internacional... llevan dos años de intensos debates para acordar una definición, después de que Brown descubriese en 2003 a UBS313..., lo cual planteó el problema de si debía ser reconocido o no como planeta, dado que es más grande que Plutón...» (<i>Plutón deja de ser considerado planeta tras el acuerdo de la comunidad astronómica internacional</i> , El Mundo, 2006)
<i>Ciencia y sociedad</i>	«Las aportaciones de Anaxágoras a la filosofía antigua en general y al estudio de los astros se encuentran entre las más destacadas de la Grecia presocrática. (...) fue el primero en explicar por escrito cómo se producen los eclipses, tanto los solares como los lunares. En cuanto a los primeros, acertó plenamente (...) en su descripción de los eclipses lunares se equivocó (...) más allá de estas consideraciones científicas, lo que más chocaba con la mentalidad de la época era la idea de que el Sol y la Luna no fuesen más que rocas gigantes, más parecidas al pedrusco caído del cielo que había estudiado... que a cualquier forma de divinidad. Esta herejía involuntaria contra la religiosidad dominante en la antigua Grecia acabaría por llevar al filósofo... al presidio...» (<i>El primer mártir de la Ciencia</i> , El Mundo, 2013)

Por otra parte, la información dada sobre la NDC en las noticias del repertorio es, en general, bastante consonante con la visión actual de la NDC. En todo caso, cabe decir, al respecto, que de haberse encontrado en las noticias alguna visión inadecuada o deformada de la ciencia, ello no debe considerarse un aspecto negativo, sino una buena oportunidad para reflexionar y comprender mejor los temas de la NDC implicados (Allchin, 2012).

Asimismo, se atendió a la cantidad de aspectos de la NDC incluidos en una misma noticia. Probablemente el recurso tendrá mejor acogida si se puede tratar en clase el mayor número posible de aspectos distintos de la NDC con pocas noticias. En la colección hay una noticia (*Lo que Einstein llamó su mayor error, sería mi mayor hallazgo*, El País, 2013) en la que pueden reconocerse alusiones a 6 aspectos distintos de la NDC; y otro (*Los misterios que el Bosón de Higgs aún no puede explicar*, ABC, 2012), con insinuaciones a 4 aspectos diferentes. El resto de noticias de la colección incluye entre dos y tres aspectos. En la tabla IV se muestran, a modo de ejemplos, distintos fragmentos de una misma noticia con alusiones al carácter tentativo del conocimiento científico, al papel de la creatividad en el desarrollo de la ciencia y a la influencia mutua entre ciencia y sociedad en el avance de ambas.

TABLA IV. Fragmentos de la noticia *El príncipe de las mareas* (El Mundo, 2013) con alusiones a diversos aspectos de la NDC.

Aspectos de la NDC	Fragmentos de la noticia que los aluden
Conocimiento tentativo	«Horrocks no tuvo tiempo de llevar más allá su indudable talento científico porque murió... cuando solo tenía 22 años. (...) En 1702, Isaac Newton partió del modelo geométrico de Horrocks y lo compatibilizó con sus propias leyes gravitatorias para crear su teoría lunar (...). Pese a las horas de vigilia que dedicó al problema, no pudo encontrar una ecuación que incluyera también al Sol. Como la fuerza gravitatoria de éste desacelera el movimiento orbital de la luna, los cálculos no eran del todo exactos, pero sí representaron un gran avance que mantendría su vigencia durante todo el siglo XVIII.»
Papel de la creatividad	«Flamsteed era un científico autodidacta, que se había ganado la confianza del rey y el respeto de sus colegas gracias a su esfuerzo personal y su habilidad para construir instrumentos de medición (en concreto, un termómetro y un barómetro).»
Ciencia y sociedad	«Siendo aún muy joven, logró un avance decisivo en la comprensión de la órbita lunar y, de paso, en la resolución del problema de la longitud, es decir, la dificultad de medir con precisión en aquel tiempo la posición exacta de los barcos en alta mar.»

En relación con los contextos o perspectivas en los que se expone el contenido de las noticias, encontramos que tanto los *Avances y límites actuales de la ciencia* como la *Historia de la ciencia y sus problemáticas* se pusieron ambos de manifiesto en 9 de 13 noticias. Este resultado revela la utilidad didáctica de las noticias seleccionadas, ya que, por un lado, enfatizan el carácter dinámico, discutible e inacabado del conocimiento científico; y, por otro, ayuda a entender qué obstáculos han tenido que vencer los científicos (y cómo lo han hecho) hasta lograr los conocimientos actuales sobre Astronomía. Hay que tener presente que la Astronomía es uno de los campos primigenios y de mayor interés científico en la historia de la Humanidad (Hull, 2011), con lo cual el análisis de su desarrollo supone un recurso esencial para comprender la NDC. Además de algunos de los fragmentos ya expuestos, el siguiente extracto ilustra el interés que pueden tener ciertas noticias para tratar el tema en clase:

«El 17 de febrero de 1600, moría en la hoguera un hombre y su idea. Giordano Bruno, astrónomo, entre otras menciones de relevancia. Castigado y perseguido hasta la saciedad por la Inquisición por hereje y blasfemo, su pecado fue el de pensar que el Sol era una estrella más. Aún peor, pensaba que existían múltiples mundos, es decir, que las estrellas que se ven en el cielo poseían planetas a su alrededor, habitados por seres inteligentes. (...) Su muerte y el temor de otras personas a pensar lo mismo nos llevó a un retraso considerable en la revolución científica que perduró durante cientos de años.» (*El hereje que adivinó otros mundos*, ABC, 2013)

En suma, puede decirse que la colección de noticias incluye una información diversa y explícita para reflexionar en torno a la idea de ciencia como un campo de conocimientos tentativos donde no existen ideas privilegiadas, que están en continua revisión y evolución, y cuyo desarrollo se ve afectado por las circunstancias socioculturales de cada época. En la tabla V se recoge la distribución de las noticias analizadas según los aspectos de la NDC que aluden, y los contextos o perspectivas en los que estos se presentan.

TABLA V. Distribución de las noticias analizadas según el contexto de desarrollo del contenido, y los aspectos de la NDC que incluyen o insinúan.

		Aspectos de la NDC							
		Observación e inferencia	Leyes y teorías científicas	Evidencia empírica	Métodos de la ciencia	Creatividad	Objetividad y subjetividad	Carácter tentativo	Ciencia y sociedad
Contextos	Avances y límites actuales de la ciencia	iii, iv, v, vi, xii, xiii	iv, xiii	iii, iv, v, vi, xii, xiii	iii, x	x	i, iv, vi	i, iii, iv,	iv, xii
	Historia de la ciencia y sus problemáticas	iv, vii, ix	iv	iv, viii		ii, xi	iv	iv, xi	ii, iv, vii, viii

VI. POSIBLE SECUENCIA DE ENSEÑANZA

Tras poner de manifiesto el potencial didáctico de noticias científicas como las analizadas para enseñar NDC, a continuación ofrecemos algunas pautas sobre una posible secuencia de enseñanza para su integración en clases de Astronomía. Para ello, utilizaremos una noticia concreta de la colección: *Lo que Einstein llamó su mayor error, sería mi mejor hallazgo* (El País, 2013). Por razones de espacio, en la tabla VI solo se exponen distintos fragmentos de la noticia donde se vislumbran distintos aspectos de la NDC. Dado el nivel del contenido que se aborda en la noticia, la secuencia estaría dirigida, en principio, a estudiantes de bachillerato (16-18 años).

TABLA VI. Fragmentos de la noticia “*Lo que Einstein llamó su mayor error, sería mi mayor hallazgo*” (El País, 2013) con alusiones a diversos aspectos de la NDC.

Aspectos de la NDC	Fragmentos de la noticia que los aluden
<i>Observación e inferencia / Evidencia empírica</i>	«Todo empezó... con unas observaciones de galaxias cuyos resultados eran tan locos que, cuando los vio, se preguntó: “¿Qué hemos hecho mal?”. Temió incluso que aquello fuera el final de su carrera de científico... Repasó todo de nuevo... con su equipo... y seguía saliendo lo mismo: la expansión del universo, en lugar de estar frenándose, estaba acelerándose. Pero decían lo mismo los resultados idénticos del equipo competidor estadounidense... “Entonces me di cuenta de que iba a ser algo grande”...»
<i>Objetividad y subjetividad / Conocimiento tentativo</i>	«(...) muchos científicos... recibieron la noticia con incredulidad. “Es que la ciencia es conservadora: estamos siempre poniendo a prueba nuestras ideas, pero cuando una pone todo patas arriba, somos escépticos”...»
<i>Leyes y teorías científicas / Observación e inferencia</i>	«(...) las galaxias están separándose unas de otras y que cuanto más lejos están del observador, mayor es la velocidad aparente a la que se alejan de él. (...) Einstein no lo esperaba. Creía, como todos los científicos entonces, que el universo era estático y, como sus ecuaciones de la relatividad le daban un cosmos que colapsaría sobre sí mismo, había introducido la constante cosmológica para frenarlo. Cuando Hubble constató que el universo estaba en expansión, ya no hacía falta en las ecuaciones de Einstein ese aparente artificio... Y resulta que ahora es la mejor teoría que los físicos tienen para explicar su gran descubrimiento.»
<i>Ciencia y sociedad</i>	«(...) es necesario invertir esfuerzo en la investigación fundamental. “La ciencia, la astronomía, es pensar, y al hacerlo abrimos la mente a nuevas ideas, a cómo abordar problemas..., y esto es rentable para la sociedad... “La web nació en el... CERN, un centro de investigación básica; y el wifi lo inventó... John O’Sullivan, que estudiaba cómo se evapora un agujero negro y tenía que solucionar el problema de cómo rebotan las ondas radio en la galaxia... la solución... se tradujo en el wifi”...»

A. Fase I - Diagnóstico previo y motivación

Se puede proponer la lectura de la noticia de manera integrada con el resto de contenidos de Astronomía que se estén abordando en clase. Si bien, antes convendría diagnosticar las ideas de los estudiantes sobre los aspectos de la NDC que van a ser discutidos a partir de la noticia. Para ello, se pueden plantear varias cuestiones de respuesta abierta, que inviten a pensar reflexivamente sobre ellos (Clough, 2011). Por ejemplo:

- ¿Por qué suele decirse que el conocimiento científico es objetivo? Y los científicos, ¿son objetivos en su trabajo? ¿Por qué?
- ¿De qué manera crees que influye el conocimiento científico que se tiene en cada momento, en las nuevas investigaciones que se realizan?
- ¿Cuál es el proceso que suele seguir la comunidad científica para aceptar un nuevo conocimiento científico?
- ¿Cómo puede explicarse que dos ilustres científicos interpreten un mismo experimento o fenómeno de distinta manera?
- ¿De qué modo crees que influye en el desarrollo de la ciencia que existan disputas, controversias, diferentes interpretaciones... entre los científicos cuando estudian un fenómeno?
- ¿Qué cualidades crees que debe tener un científico para desarrollar adecuadamente su trabajo?
- ¿Qué razones encuentras para que se financien con fondos públicos investigaciones en campos científicos como el de la Astronomía?

Además de conocer qué ideas tienen los alumnos sobre tales aspectos de la NDC, estas cuestiones iniciales son propicias para generar el clima de motivación necesario para la lectura crítico-reflexiva de la

noticia. En la tabla VII se recogen algunas de las concepciones inadecuadas más frecuentes entre los estudiantes sobre los aspectos de NDC aludidos.

TABLA VII. Algunas de las concepciones inadecuadas más frecuentes respecto a la NDC (adaptado de Vázquez y Manassero, 2012).

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> – Las teorías y leyes científicas son verdades incuestionables. – Las hipótesis se convierten en teorías, las cuales a su vez llegan a ser leyes. – Existe un método científico único y universal. – La ciencia se construye mediante procesos sistemáticos donde no interviene la creatividad. – Los científicos son especialmente objetivos en sus observaciones e interpretaciones de resultados. – La aceptación de nuevos conocimientos científicos es inmediata. – Los modelos, teorías, clasificaciones... de la ciencia describen tal cual es la realidad. – Los científicos trabajan de manera aislada y solitaria en sus laboratorios. – La actividad científica es neutra y no está influenciada por intereses individuales o grupales, ni por el contexto histórico-social. |
|---|

B. Fase II - Lectura reflexiva de la noticia

Los alumnos comenzarían con una lectura individual para luego, organizados en pequeños equipos de trabajo (3 o 4 componentes), tratar de responder a cuestiones como las siguientes:

- *Si se dice que la ciencia es “objetiva”, ¿por qué los científicos del artículo se mostraban al principio tan contrariados con los resultados obtenidos sobre la evolución del universo?*
- *¿Por qué crees que los científicos se muestran, en general, desconfiados ante nuevos experimentos y sus resultados? ¿Es esto beneficioso o perjudicial para el avance de la ciencia? ¿Por qué?*
- *¿Qué importancia pueden tener los errores y malinterpretaciones en los experimentos para el avance de la ciencia?*
- *Einstein modificó sus ecuaciones dos veces según las evidencias científicas que iban teniéndose sobre la evolución del universo, aun cuando ello le generara cierta contrariedad. ¿Por qué crees que Einstein hizo esto? ¿Es una teoría científica más importante que una ley o ecuación física? ¿A qué se refiere cada una de ellas y cómo crees que están relacionadas? Argumenta tu respuesta apoyándote, si lo crees necesario, en algún otro ejemplo de la ciencia.*
- *¿Por qué crees que los gobiernos deben apoyar y financiar la investigación científica sobre fenómenos astronómicos? ¿Debería darse mayor o menor prioridad a este campo de investigación con respecto a otros ámbitos de la ciencia? ¿Qué beneficios puede aportar a la Sociedad?*

La elaboración de una respuesta conjunta se justifica por el hecho de que la interacción de varios estudiantes suele propiciar respuestas más completas, al tratar de consensuar una representación común que coordine las distintas visiones (Salmerón, 2013).

C. Fase III - Síntesis y valoración del aprendizaje

Finalmente, tras abordar las cuestiones anteriores y discutir las en clase, se puede pedir a los estudiantes que vuelvan a responder las preguntas planteadas en la fase I, con el propósito de valorar si hay alguna evolución en sus concepciones sobre los aspectos de NDC tratados. Será interesante que se haga una puesta en común con las nuevas respuestas para que los estudiantes corrijan, maticen y, en definitiva, afiancen las principales ideas sobre lo discutido. Como complemento a esto, se puede plantear también la lectura de otra noticia que incida en aquellos aspectos de la NDC, que hayan resultado más complejos de comprender para los estudiantes.

VII. CONCLUSIONES

A partir de la necesidad de promover recursos didácticos para introducir nociones sobre la NDC en la enseñanza de la ciencia, surge la propuesta de utilizar noticias científicas de la prensa diaria. Se trata de un recurso accesible y de fácil integración en los programas de enseñanza, que puede propiciar el análisis

crítico-reflexivo en torno a qué es la ciencia, cómo avanza y qué factores influyen en ello. Sin embargo, a diferencia de otros recursos didácticos como, por ejemplo, los libros de texto, las noticias de la prensa no se redactan pensando en su uso escolar. Por tanto, el proceso de selección de estas requiere de un análisis previo sobre sus posibilidades didácticas, con vistas a tratar ciertos aspectos de la NDC en el aula. En este sentido, el motivo de plantear la primera cuestión del estudio ha sido ilustrar dicho proceso de análisis con una colección de noticias científicas sobre Astronomía, escogida incidentalmente. Todo ello, con el claro objetivo de ofrecer orientaciones al profesorado de ciencia para que seleccione sus propios repertorios de noticias.

Del análisis realizado se desprende que:

- La colección de noticias ofrece una información variada con alusiones a todos los aspectos de la NDC definidos, tanto en contextos de actualidad científica como a través de evocaciones de hitos científicos históricos; lo cual permite abundar en la idea de ciencia como proceso de construcción paulatino, que no está exento de dificultades y que tiene sus limitaciones.
- Los distintos aspectos de la NDC son identificables con relativa facilidad en la mayoría de las noticias, lo cual posibilita la reflexión en torno a los mismos tras su lectura. Y cuando estos no son tan explícitos, se pueden plantear cuestiones pertinentes para promover una reflexión sobre los mismos, en el contexto de la temática (socio)científica de la lectura considerada.
- Las noticias insinúan más de un aspecto de la NDC (en una se reconocen hasta 6 aspectos), lo que las hace propicias para enseñar sobre estos, en el marco de un mismo contenido (en este caso, la Astronomía), y con el menor número de noticias posible.

Asimismo, con vistas a ofrecer alguna orientación de cómo implementar en el aula las noticias, se ha expuesto, a modo de ejemplo, una posible secuencia de enseñanza con una noticia concreta. La secuencia de enseñanza abunda en la idea de plantear un proceso de aprendizaje basado en la argumentación reflexiva (Clough, 2011) sobre qué es la ciencia y todo lo que implica su desarrollo. Será objeto de futuros trabajos el análisis de la efectividad educativa de tal propuesta en el aprendizaje de nociones de NDC.

REFERENCIAS

Acevedo, J. A., Vázquez, A., Manassero, M. A. y Acevedo, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1), pp. 42-66.

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), pp. 355-386.

Akerson, V.L., Buck, G.A., Donnelly, L.A., Nargund, V. y 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), pp. 537-549.

Allchin, D. (2012). Teaching the nature of science through scientific errors. *Science Education*, 96(5), pp. 904-926.

Bell, R.L. (2009). Teaching the nature of science: Three critical questions. En *Best Practices in Science Education*. Carmel, CA: National Geographic School Publishing.

Bell, R.L., Matkins, J.J. y Gansnedler, B.M. (2011). Impacts of contextual and explicit instruction on preservice elementary teachers' understandings of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(4), pp. 414-436.

Bennassar, A., Vázquez, A., Manassero, M.A. y García-Carmona, A. (Coord.) (2010). *Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología*. Madrid: OEI.

Cakmakci, G. y Yalaki, Y. (2011). Popular media as a tool for teaching science and its nature. En *Promoting Student Teachers' Ideas about Nature of Science through Popular Media*. Hacettepe University: Science-Teacher Education Advanced Methods (S-TEAM) project.

Clough, M. (2011). Teaching and assessing the nature of science. *The Science Teacher*, 78(6), pp. 56-60.

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), pp. 403-412.

García-Carmona, A., Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2012). Comprensión de los estudiantes sobre naturaleza de la ciencia: análisis del estado actual de la cuestión y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(1), pp. 23-34.

García-Carmona, A. (2014). Naturaleza de la ciencia en noticias científicas de la prensa: análisis del contenido y potencialidades didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), pp. 493-509.

Guerra, M. T. (2006). Los científicos y su trabajo en el pensamiento de los maestros de primaria. *Perfiles Educativos*, 11(31), pp. 1287-1306.

EURYDICE (2011). *Science Education in Europe: National Policies, Practices and Research*. Recuperado de: http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic_reports/133EN.pdf (Última consulta: 04/05/2015)

Harlen, W. (2010). *Principles and big ideas of science education*, Hertfordshire, UK: Association for Science Education.

Hipkins, R. (2012). *Building a science curriculum with an effective nature of science component*. Wellington (New Zeland): Ministry of Education.

Hodson, D. (2008). *Towards scientific literacy*. Rotterdam: Sense Publishers.

Hull, L.W.H. (2011). *Historia y filosofía de la ciencia*. Barcelona: Crítica.

Latorre, A. (2003). *La investigación-acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. Barcelona: Graó.

Lederman, N.G. (2007). Nature of science: past, present, and future. En S.K. Abell & N.G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831-879). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Marín, N., Benarroch, A. y Niaz, M. (2013). Revisión de consensos sobre naturaleza de la ciencia. *Revista de Educación*, 361, pp. 117-140.

McClune, B. y Jarman, R. (2010). Critical Reading of Science-Based News Reports: Establishing a knowledge, skills and attitudes framework. *International Journal of Science Education*, 32(6), pp. 727-752.

NGSS [Next Generation Science Standards] (2013). *The Next Generation Science Standards*. Washington: National Academy of Sciences.

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO, OCDE (2009). *PISA 2009. Assessment framework-key competencies in reading, mathematics and science*, París: OCDE.

Oliveras, B. Márquez, C. y Sanmartí, N. (2013). The use of newspaper articles as a tool to develop critical thinking in science classes. *International Journal of Science Education*, 35(6), pp. 885-905.

Osborne, J.F., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. y Duschl, R. (2003). What "Ideas-about-Science" should be taught in school science? A delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), pp. 692-720.

Padilla, M.T. (2002). *Técnicas e Instrumentos para el Diagnóstico y la Evaluación Educativa*. Madrid: CCS.

Salmerón, L. (2013). Actividades que promueven la transferencia de los aprendizajes: una revisión de la literatura. *Revista de Educación*, No. Extra., pp. 34-53.

Shibley, I.A. (2003). Using newspapers to examine the nature of science. *Science & Education*, 12(7), pp. 691-702.

Vázquez, Á. y Manassero, M. A. (2012). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), pp. 2-31.