



Universitat
de les Illes Balears

**La enseñanza de temas curriculares sobre Naturaleza de la
Ciencia mediante textos narrativos contextualizados en la
historia de la ciencia**

AUTOR: Luis Vegas García

Memoria del Trabajo de Fin de Máster

**Máster Universitario en Formación del Profesorado
(Especialidad/Itinerario Física y Química- Grupo 01)**

de la

UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS

Curso Académico 2015/2016

Fecha: 20 de Julio de 2016

Firma del autor

Tutor del Trabajo

Ángel Vázquez Alonso

RESUMEN

La alfabetización científica y los diferentes movimientos que la engloban, 'Ciencia para todos', Ciencia, tecnología y Sociedad' han supuesto una renovación en la didáctica de las ciencias durante los últimos años.

En este trabajo se pretende dar una visión teórica de los conceptos de alfabetización y cultura científica como pilares sobre los que construir la educación en ciencias para las actuales y futuras generaciones de estudiantes de secundaria. También se pretende presentar la situación actual de la alfabetización científica en España y situar los contenidos de la Naturaleza de la Ciencia en el marco de la nueva ley educativa.

Para llevar a la práctica los elementos tratados en la primera parte del trabajo se expondrá una propuesta que pretende conjugar los conceptos de alfabetización científica y Naturaleza de la Ciencia a partir de la lectura de unos textos narrativos breves y la posterior resolución de una serie de actividades que permitan al alumno descubrir los contenidos más importantes de la concepción humana y social de la ciencia.

PALABRAS CLAVE

Alfabetización científica – textos narrativos – Naturaleza de la Ciencia

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| OBJETIVOS DEL TRABAJO | 4 |
| ESTADO DE LA CUESTIÓN | 5 |
| Cultura científica | 5 |
| Alfabetización científica | 9 |
| Naturaleza de la ciencia y tecnología | 11 |
| La lectura en ciencias | 13 |
| Comprensión lectora..... | 14 |
| LOMCE | 15 |
| PROPUESTA | 21 |
| Introducción | 21 |
| Desarrollo de la propuesta..... | 25 |
| Relato corto | 27 |
| Actividades..... | 29 |
| Relato corto..... | 32 |
| Actividades..... | 34 |
| Adecuación de la propuesta | 36 |
| Evaluación de la propuesta..... | 39 |
| CONCLUSIONES | 40 |
| REFERENCIAS | 42 |
| BIBLIOGRAFÍA | 45 |

OBJETIVOS DEL TRABAJO

- Analizar la situación actual de la alfabetización científica en las aulas de secundaria para poder preparar posibles soluciones.
- Discutir sobre los contenidos de Naturaleza de la Ciencia como herramienta para mejorar la alfabetización científica dentro de la educación en ciencias.
- Realizar una propuesta que integre los conocimientos de Naturaleza de la Ciencia para estimular su enseñanza, mejorar la alfabetización científica de los alumnos de secundaria y facilitar el aprendizaje de una ciencia más real y relevante.

ESTADO DE LA CUESTIÓN

A continuación se presenta una revisión bibliográfica de distintas fuentes con el objetivo de elaborar un marco teórico a partir del cual se pueda entender la organización de los contenidos de la propuesta que se quiere desarrollar en el trabajo.

Cultura científica

En la sociedad actual existe una dicotomía en relación a la ciencia, dado que por una parte se considera que la ciencia y la tecnología son muy importantes en nuestra vida diaria, ya que nos permiten el progreso necesario para tener un nivel de vida adecuado, pero a la vez hay un sentimiento de lejanía hacia ella, considerando que exige conocimientos de gran complejidad (Gutiérrez Julián, Gómez Crespo, & Martín-Díaz, 2002). Este hecho provoca que se considere que la ciencia no forma parte de la cultura, debido probablemente a que la mayoría de la población no siente una necesidad de utilizar conocimientos científicos en su vida social. Nos encontramos en un momento histórico en el que está mal visto no conocer un escritor, director de cine o pintor, pero se comprende el desconocimiento hacia personajes o hechos científicos claves en el desarrollo de la ciencia (Martín Díaz, 1998).

A continuación se mostrarán algunos resultados obtenidos en estudios sobre cultura científica, a partir de los cuales se tratan aspectos introducidos en el párrafo anterior. El primero que se mostrará es un estudio realizado en el 2011 por la fundación BBVA sobre 10 países de la Unión Europea y Estados Unidos, en los que se les hacen 1500 entrevistas a la población mayor de 18 años (Fundación BBVA, 2012). La encuesta tenía como objetivo obtener información sobre el interés y nivel de cercanía de la ciencia y el nivel del conocimiento científico, resultados que se muestran a continuación (Figura 1).

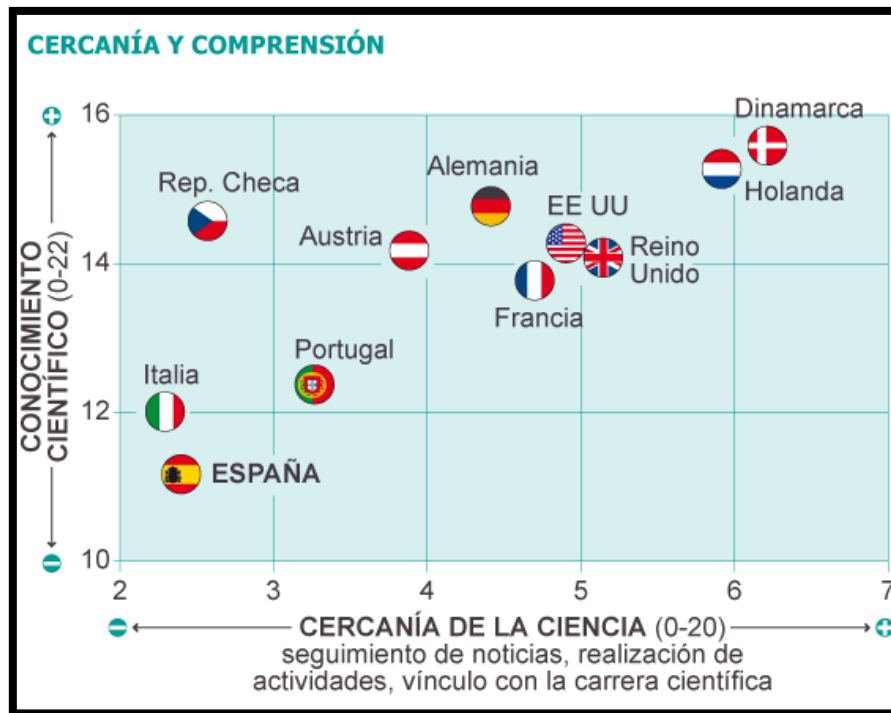


Figura 1. Posicionamiento de países según el nivel de conocimiento y el nivel de cercanía de la ciencia. Base: total de casos. Fuente: El País (http://sociedad.elpais.com/sociedad/2012/05/08/actualidad/1336502274_505761.html)

Como se puede observar los españoles somos, junto a italianos y checos, los europeos con menor nivel de cercanía a la ciencia. Además, nos situamos en el último lugar de los 11 países encuestados respecto al nivel de conocimiento científico, teniendo la media más baja en respuestas correctas. El único aspecto incluido en el estudio que nos sitúa por encima de la media europea es el interés que tenemos por la ciencia, que paradójicamente no se ve reflejado en el seguimiento de noticias o la visita a exposiciones o actividades relacionadas con este ámbito (Fundación BBVA, 2012).

Otro de los estudios que se han realizado es la VII Encuesta de Percepción Social de la Ciencia, elaborada en el 2014 por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología sobre residentes españoles mayores de 15 años, realizándose un total de 6355 entrevistas distribuidas entre las 17 Comunidades Autónomas (MECD & FECYT, 2014). Se ha determinado que el interés por la ciencia y la tecnología se mantiene estable entre el 2012 y 2014 y

es mayor en hombres que en mujeres, así como también en jóvenes (Figura 2). Además, también se ha observado que 1 de cada 4 españoles no tiene interés por la ciencia, debido principalmente a que no la entiende, sin embargo, se considera a los científicos como la segunda profesión más valorada. Los españoles somos conscientes del déficit en nuestra formación científica y consideramos que la atención que prestan la mayoría de medios de comunicación a la difusión de información científica es insuficiente (MECD & FECYT, 2014).

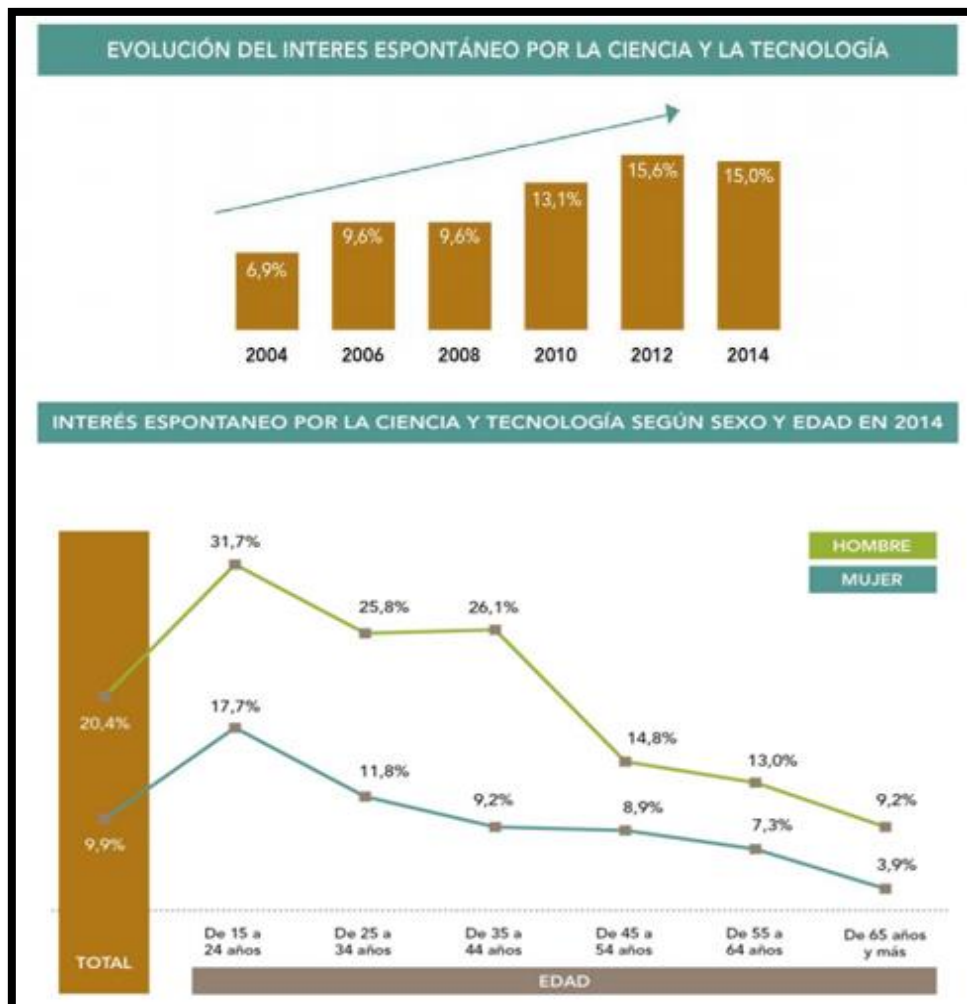


Figura 2. Evolución de los últimos años y distribución según sexo y edad del interés espontáneo por la ciencia y tecnología de los españoles. Fuente: VII Encuesta de Percepción Social de la Ciencia elaborada por la FECYT (http://www.idi.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Prensa/NOTAS_PRENSA/2015/Dossier_PSC_2015.pdf)

La Real Academia Española de la Lengua define cultura como el “conjunto de modos de vida y costumbres, conocimientos y grado de desarrollo artístico, científico, industrial, en una época o grupo social, etc.” (RAE & ASALE, 2014). Aunque observamos que se incluyen los conocimientos científicos dentro del significado propio de la palabra cultura, es difícil que en la actualidad se considere a un científico como una persona culta, ya que esta visión está orientada hacia personas relacionadas con las artes y las humanidades. Es decir, la ciencia y las personas que se dedican a ella son valoradas, pero la visión individualista que tiene la sociedad sobre la ciencia la aleja de su auténtico carácter social y cultural (Gutiérrez Julián et al., 2002).

Por lo tanto, a continuación debemos intentar averiguar las razones que conducen a esta lejanía hacia la ciencia. Uno de los problemas es la concepción que se tiene de la ciencia, identificada por su lenguaje y no por sus aplicaciones o aspectos sociales. Este hecho puede deberse a que la ciencia que se ha enseñado hasta ahora no aporta casi nada al patrimonio cultural de las personas y así lo percibe la sociedad. Además, la imagen de ciencia que llega a la sociedad se relaciona con la especificidad, lo que la sitúa en un saber bastante alejado al que es necesario para comunicarse en la sociedad. Por otra parte, hoy en día se realizan muchos intentos de difusión científica en los distintos medios, pero muchos se reducen a experimentos espectaculares sin ninguna intención en aportar conocimientos y otros, en los que sí existe esta intención, tan solo son accesibles para los que ya están iniciados en el mundo de la ciencia (Gutiérrez Julián et al., 2002). Entonces sería necesario un esfuerzo de los científicos para acercar la ciencia a la sociedad y un esfuerzo en los medios para hacer una mayor difusión de la ciencia de manera correcta, junto con la ayuda de los docentes que deben considerar si la finalidad de la enseñanza secundaria en ciencias es formar futuros científicos o educar científicamente a la población para llegar a ser consciente de los problemas actuales y poder actuar sobre ellos (Gutiérrez Julián et al., 2002).

Por ello debemos tener en cuenta, tal como mencionó B. Marco-Stiefel que “formar ciudadanos científicamente cultos no significa hoy dotarlos sólo de un

lenguaje, el científico –en sí ya bastante complejo- sino enseñarles a desmitificar y decodificar las creencias adheridas a la ciencia y a los científicos, prescindir de su aparente neutralidad, entrar en las cuestiones epistemológicas y en las terribles desigualdades ocasionadas por el mal uso de la ciencia y sus condicionantes socio-políticos” (Marco-Stiefel, 1999).

En resumen, parece necesario que la comunidad docente deba hacer un esfuerzo para que la enseñanza de las ciencias suponga una alfabetización científica real y no una suma de contenidos complejos que carezcan de significado para los alumnos.

Alfabetización científica

La educación no puede continuar anclada en las expectativas creadas durante la Revolución Industrial. En los últimos años los centros educativos han dejado de ser el único canal hábil de conocimiento para los nuevos estudiantes y ni el profesor tiene el rol que ocupó en el pasado, ni los libros de texto son los únicos soportes para el aprendizaje al alcance del alumnado. Nos situamos frente a un cambio de paradigma en la educación. Ya no se percibe el conocimiento como la capacidad para almacenar información sino como la competencia para resolver problemas en situaciones reales y la capacidad para adaptarse a los cambios que se presentan. Esto hace que la educación secundaria se visualice como cada vez más necesaria pero a la vez tremendamente insuficiente por su resistencia a la innovación (Brunner, 2000).

En los últimos veinticinco años el conjunto de las reformas educativas que han sido implantadas en la mayoría de los países desarrollados abogan por el concepto de alfabetización científica, *scientific literacy* en su origen anglosajón, como un pilar fundamental sobre el que vertebrar la enseñanza de las ciencias. Este hecho se manifiesta de una forma evidente por el apoyo que ha recibido en los múltiples informes publicados por parte de prestigiosas instituciones internacionales como la UNESCO o la *American Association for the*

Advancement of Science (AAAS) (Bybee, 1997).

La *National Science Teachers Association* definió en 1982 una persona alfabetizada científicamente como aquella capaz de comprender que la sociedad controla la ciencia y la tecnología a través de la provisión de recursos, que usa conceptos científicos, destrezas procedimentales y valores en la toma de decisiones diarias, que reconoce las limitaciones así como las utilidades de la ciencia y la tecnología en la mejora del bienestar humano... y que diferencia entre evidencia científica y opinión personal y reconoce las fuentes fiables de información (National Science Teachers Association, 1982).

Sin embargo, uno de los primeros problemas que surgen al referirnos a este término es la complejidad y amplitud del mismo que ha acarreado una falta de consenso entre los autores que se han dedicado a estudiar el tema.

Así encontramos que Hodson incluye dentro de la alfabetización científica tres elementos (Hodson, 1992):

- Aprender ciencia: adquirir y desarrollar conocimientos teóricos y conceptuales.
- Aprender acerca de la ciencia: desarrollar una comprensión de la naturaleza y métodos de la ciencia.
- Hacer ciencia: implicarse y desarrollar una experiencia en la investigación científica y en la resolución de problemas.

Por otro lado Kemp distingue tres dimensiones en dicho concepto (Kemp, 2002):

- Conceptual: comprensión y conocimientos necesarios.
- Procedimental: procedimientos, procesos, habilidades y capacidades.
- Afectiva: emociones, actitudes, valores y disposición ante la alfabetización científica.

En la actualidad se admite que la alfabetización científica, también tecnológica, está formada por dos apartados. El primero engloba los conceptos, hechos, principios, leyes, modelos y teorías que forman la ciencia y la tecnología. El segundo trata acerca de los innovadores conocimientos sobre la ciencia y tecnología que permiten comprenderla y entender su funcionamiento, a este último apartado se le llama Naturaleza de la Ciencia y Tecnología. En los últimos años muchos países han incluido estos conocimientos en sus currículos de ciencias suponiendo un nuevo reto para el profesorado (Vázquez Alonso & Manassero Mas, 2007).

Naturaleza de la Ciencia y Tecnología

El término naturaleza de ciencia y tecnología es un concepto bastante amplio que engloba cuestiones filosóficas, sociológicas e históricas. Algunos autores los describen como un conjunto de metaconocimientos sobre la ciencia y tecnología que aparecen de las reflexiones interdisciplinarias sobre qué son y cómo funcionan la ciencia y tecnología (Acevedo-Díaz, Vázquez-Alonso, Manassero-Mas, & Acevedo-Romero, 2007).

Existen sin embargo dos vertientes distintas. Para algunos autores de didáctica de las ciencias el término de Naturaleza de la Ciencia hace referencia especialmente a la epistemología de la ciencia, incidiendo en los valores propios del conocimiento científico. Por otro lado algunos autores consideran que la Naturaleza de la Ciencia incluye cuestiones epistemológicas, sociológicas y psicológicas tales como la relación entre la sociedad y el ámbito científicotecnológico, las aportaciones de uno al otro, las características de la comunidad científica y sus vínculos con la tecnología entre muchos otros (Acevedo Díaz, 2008).

A pesar de la discrepancia observada entre diferentes autores, se han identificado una serie de aspectos consensuados sobre Naturaleza de la Ciencia y Tecnología que han evolucionado a lo largo de los años (McComas,

Clough, & Almazroa, 1998; McComas, 2005). Algunas de estas concepciones son las siguientes:

- La evidencia empírica es la base de la ciencia.
- El conocimiento científico no surge exclusivamente de los experimentos
- No hay un método científico único para realizar toda ciencia.
- El conocimiento científico es provisional y duradero.
- El conocimiento científico incluye tanto leyes como teorías, pero también hipótesis.
- La creatividad y la subjetividad forman parte de la ciencia.
- Existe una influencia cultural, histórica y social sobre la ciencia.
- Ciencia y tecnología no son lo mismo, pero interaccionan entre sí.

Así como los autores han llegado a consensos sobre aspectos básicos de la Naturaleza de la Ciencia y Tecnología, también lo han hecho acerca de mitos y concepciones erróneas. McComas denomina “mitos” a esas creencias o ideas previas que no pueden justificarse de forma razonable pero que se han extendido en la sociedad (McComas, 1996, 1998). Algunas de estos mitos son:

- Las hipótesis se convierten en teorías, las cuales evolucionan a leyes.
- Las leyes científicas son absolutas.
- Existe un método científico universal.
- La ciencia es procesual y no creativa.
- Los científicos son especialmente objetivos.
- La aceptación de nuevos conocimientos científicos es inmediata.

- Los modelos de ciencia representan la realidad.
- Ciencia y tecnología son lo mismo.
- La ciencia es un empeño individual.

La lectura en ciencias

La alfabetización científica pasa por la lectura. Los estudiantes deben poder modificar los conocimientos adquiridos y apropiarse de nuevos. Para ello es necesaria la capacidad de leer de manera autónoma diferentes textos que se encuentran en internet, prensa, revistas científicas, etc. Es decir, textos que no están exclusivamente dirigidos a la enseñanza, sino a la divulgación o información de la ciencia. Para poder llegar a establecer relaciones entre los conocimientos aprendidos en el aula y fuera de ésta, es necesario despertar el interés del alumnado por la lectura de temática científica (Sanmartí, 2011).

Frecuentemente los textos científicos, en parte debido a la complejidad de su propio lenguaje, dan una imagen alejada de las situaciones personales y del entorno del alumno, por lo que provocan la desconexión entre el conocimiento científico y sus inquietudes (Lemke, 1997). Además, la gran mayoría de los estudiantes no tienen suficientes conocimientos para la comprensión de esos textos, por lo tanto no son capaces de comprender de manera autónoma.

A menudo, las preguntas que se plantean tras la lectura de un texto en clase de ciencias, únicamente promueven una lectura literal del mismo, es decir, el alumno tan sólo debe recordar y transcribir el contenido del texto. No hay que olvidar que la introducción de textos en las clases de ciencias persigue el objetivo de movilizar una serie de niveles de comprensión lectora que permitan adquirir un mayor conocimiento de las ciencias. Por ello se debe trabajar la comprensión lectora a todos los niveles (Sardà Jorge, Márquez Bargalló, & Sanmartí Puig, 2006).

Comprensión lectora

La comprensión correcta de un texto es un proceso mucho más complejo que identificar las palabras y el significado de cada una de ellas por separado. Supone extraer la mayor información posible del mismo y a la vez utilizar nuestra formación personal y los conocimientos previos, además de activar el sentido crítico, todos ellos importantes para educación en valores democráticos de la educación.

El creciente aumento del consumo de contenido audiovisual por parte de los jóvenes ha desembocado en una disminución de sus capacidades de comprensión lectora. Esta relación negativa que se establecía entre el tiempo excesivo de horas frente a la pantalla que los alumnos pasaban y la merma de su capacidad lectora se ha ido estudiando desde los años setenta. En el año 2007 los investigadores alemanes Marco Ennemoser y Wolfgang Schneider publicaban un estudio de cuatro años de duración en el que comparaban la comprensión lectora de los alumnos al inicio y final del periodo de estudio, en el que se demostraba de forma fehaciente que el abuso de paso de tiempo frente al televisor producía un empeoramiento en sus habilidades lectoras (Ennemoser & Schneider, 2007). Este aspecto no ha hecho más que aumentar a la vez que lo hacían los soportes audiovisuales a los que los jóvenes y gran público pueden acceder. Además de esto, la situación se ve empeorada ya que el consumo excesivo produce también una falta en la capacidad de atención y concentración del alumno.

Por tanto la comprensión lectora es un elemento de suma importancia para el desarrollo del estudiante. Numerosos autores han determinado diferentes niveles de comprensión lectora, como la taxonomía de Barret, en la que se basan Alliende y Condemartín en su clasificación de cinco niveles, que ha sido utilizada como referencia en las evaluaciones de comprensión lectora realizadas en educación primaria y secundaria (Alliende & Condemartín, 1986).

- **Comprensión literal:** el lector utiliza las capacidades de reconocer y recordar.

- Reorganización de la información: ordenación de las ideas e informaciones mediante un proceso de clasificación y síntesis.
- Comprensión inferencial: el lector debe utilizar su experiencia personal para realizar hipótesis y conjeturas.
- Lectura crítica: proceso de reflexión sobre el contenido del texto.
- Apreciación lectora: hace referencia al impacto psicológico y estético del texto en el lector.

Por lo que para la correcta formación de los ciudadanos del siglo XXI debe incidir en potenciar la habilidad cognitiva que es la comprensión lectora, trabajando todos sus niveles, dado que tan solo la combinación de éstos permitirá tener las habilidades necesarias para poder comprender un texto y trabajarlo en todos los ámbitos.

LOMCE

El 9 de diciembre de 2013 surgió una nueva ley educativa como modificación de la LOE, mediante la Ley Orgánica 8/2013 para la mejora de la calidad educativa (LOMCE). Nuestro país se caracteriza por haber presentado una gran diversidad de leyes en el ámbito de la educación (Figura 3), desde el año 1970 que se aprobó la Ley General de Educación y Financiamiento de la Educación (LGE) hasta la actualidad han pasado por nuestro sistema educativo siete leyes diferentes, todas de poca duración o incluso alguna no llegó a aplicarse nunca (LOCE).

La LOMCE introduce algunas modificaciones importantes sobre la ley anterior, entre las cuales se podría destacar la implantación de pruebas de evaluación a nivel nacional en puntos críticos de cada etapa educativa, lo que podría conllevar a la competencia entre centros y a dedicar la enseñanza secundaria a la preparación de estas pruebas en vez de la adecuada formación de los

alumnos. Además también se flexibilizan las trayectorias, lo que puede originar una segregación de los alumnos.

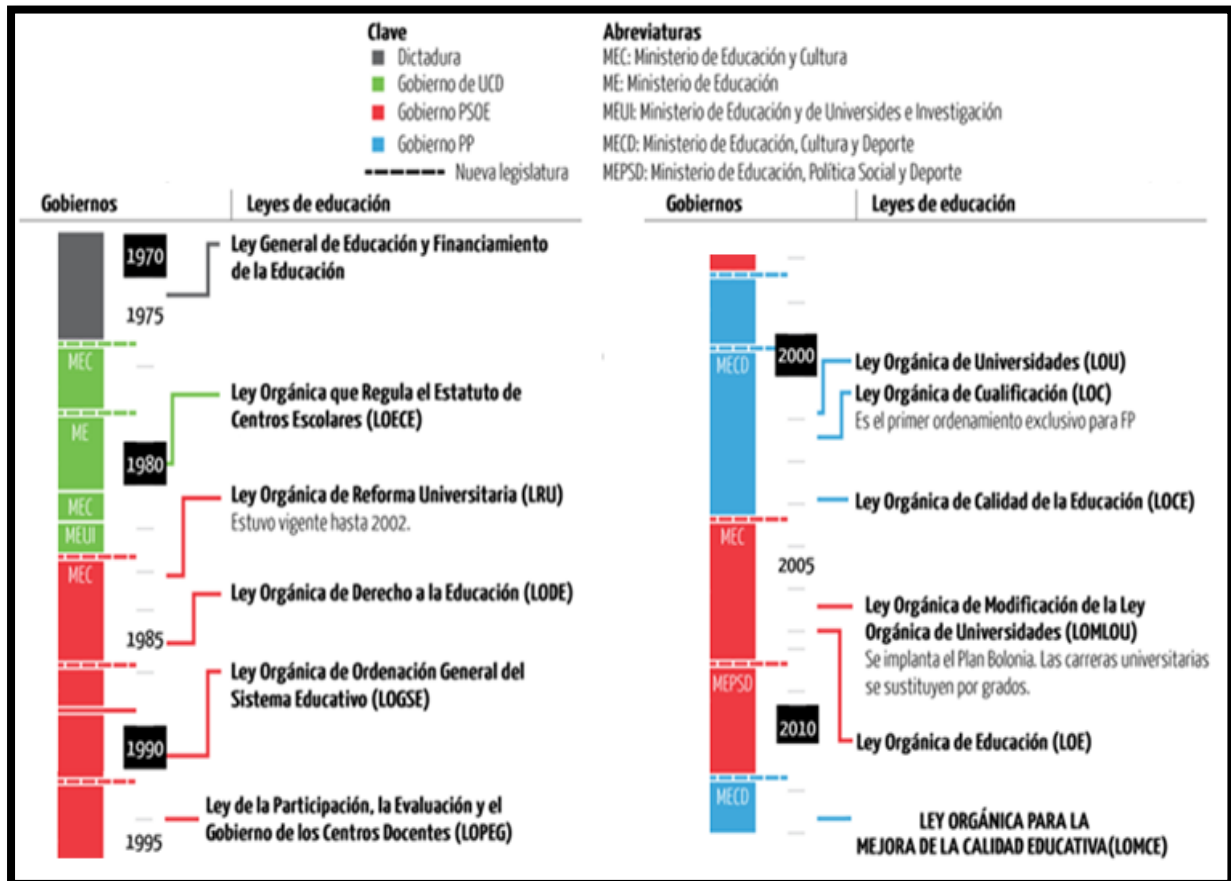


Figura 3. Esquema de las leyes educativas españolas a lo largo de los años. Fuente: Sin Guías (<http://singuias.com/index.php/sociedad/53-las-leyes-de-educacion-espanolas>)

La ley se implantó en este curso 2015-2016 en 1º y 3º de ESO y en 1º de Bachillerato, y en el 2016-2017 lo hará en 2º y 4º de ESO y 2º de Bachillerato (Figura 4). Se divide la etapa de educación secundaria obligatoria en dos ciclos, uno de tres cursos escolares y otro de uno, en el que los alumnos deberán elegir entre la opción de enseñanzas académicas, con el objetivo de seguir con el Bachillerato o la opción de enseñanzas aplicadas, con el objetivo de iniciarse en la Formación Profesional (Gobierno de España, 2013).



Figura 4. Esquema del calendario de implantación de la LOMCE. Fuente: MECED (<http://www.mecd.gob.es/educacion-mecd/mc/lomce/lomce/calendario.html>)

Respecto a las materias científicas, se apuesta por una enseñanza diferenciada, culminando el proceso de desintegración que empezó con la reforma de los currículos de las materias en el 2008. Así, la asignatura de Ciencias Naturales que se impartía en 1º y 2º de ESO se divide en dos más específicas, Biología y Geología en 1º de ESO y Física y Química en 2º de ESO. En 3º de ESO ocurre exactamente lo mismo, la asignatura de Ciencias Naturales pasa a dividirse en dos materias troncales diferenciadas (Figura 5).

| | Primero ESO | Segundo ESO | Tercero ESO |
|--|--|--|---|
| Asignaturas troncales (El horario lectivo mínimo de estas materias ocupará, como mínimo, el 50% del total del horario) | <ul style="list-style-type: none"> • Biología y Geología • Geografía e Historia • Lengua Castellana y Literatura • Matemáticas • Primera Lengua Extranjera | <ul style="list-style-type: none"> • Física y Química • Geografía e Historia • Lengua Castellana y Literatura • Matemáticas • Primera Lengua Extranjera | <ul style="list-style-type: none"> • Biología y Geología • Física y Química • Geografía e Historia • Lengua Castellana y Literatura • Primera Lengua Extranjera <p>Materia de opción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Matemáticas Orientadas a las Enseñanzas Académicas • Matemáticas Orientadas a las Enseñanzas Aplicadas |
| Asignaturas específicas (En cada uno de los cursos) | <ul style="list-style-type: none"> • Educación Física* • Religión o Valores Éticos* <p>Un mínimo de 1 y un máximo de 4 de las siguientes (que podrán ser diferentes en cada uno de los cursos):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cultura Clásica • Iniciación a la Actividad Emprendedora y Empresarial • Música • Tecnología • Educación Plástica, Visual y Audiovisual • Segunda Lengua Extranjera • Religión ** • Valores Éticos** | | |
| Asignaturas de libre configuración | <ul style="list-style-type: none"> • Lengua Cooficial y Literatura (recibirá un tratamiento análogo al de la materia de Lengua Castellana y Literatura). • Asignaturas específicas no cursadas o materias por determinar. | | |
| *Se cursarán en todos los cursos. | | | |
| ** Si los padres, madres o tutores legales, o en su caso los estudiantes, no la han escogido anteriormente | | | |

Figura 5. Esquema de las asignaturas del primer ciclo de secundaria en la LOMCE. Fuente: MECD (http://www.mecd.gob.es/dms/mecd/educacion-mecd/mc/lomce/lomce/paso-a-paso/LOMCEd_pasoapaso_secundaria-v4/LOMCEd_pasoapaso_secundaria%20v4.pdf)

En 4º de ESO se restringen las asignaturas de ciencias (Física y Química o Biología y Geología) al itinerario de Enseñanzas Académicas, no pudiendo elegir las ni como opciones en las asignaturas específicas de libre elección. En este curso también se incluye la asignatura de Cultura científica en ambos itinerarios como asignatura específica de libre elección (Figura 6).

| | Enseñanzas académicas (hacia Bachillerato) | Enseñanzas aplicadas (hacia Formación Profesional) |
|--|--|---|
| Asignaturas Troncales (El horario lectivo de estas materias ocupará, como mínimo, el 50 % del total del horario) | Troncales generales | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Geografía e Historia • Lengua Castellana y Literatura • Primera Lengua Extranjera | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Matemáticas Orientadas a las Enseñanzas Académicas | <ul style="list-style-type: none"> • Matemáticas Orientadas a las Enseñanzas Aplicadas |
| | Troncales de cada opción | |
| | A elegir 2 entre las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Biología y Geología • Economía • Física y Química • Latín | A elegir 2 entre las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional • Iniciación a la Actividad Emprendedora y Empresarial • Tecnología |
| Asignaturas específicas (En cada uno de los cursos) | <ul style="list-style-type: none"> • Educación Física* • Religión o Valores Éticos* Un mínimo de 1 y un máximo de 4 de las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Artes Escénicas y Danza • Cultura Científica • Cultura Clásica • Filosofía • Música • Tecnologías de la Información y la Comunicación • Segunda Lengua Extranjera • Educación Plástica, Visual y Audiovisual • Una materia del bloque de asignaturas troncales no cursada • Religión ** • Valores Éticos** | |
| Asignaturas de libre configuración | <ul style="list-style-type: none"> • Lengua Cooficial y Literatura (recibirá un tratamiento análogo al de la materia de Lengua Castellana y Literatura). • Asignaturas específicas no cursadas o materias por determinar. • Materias de ampliación de los contenidos de alguna de las materias de los bloques de asignaturas troncales o específicas. | |
| *Se cursarán en todos los cursos. | | |
| ** Si los padres, madres o tutores legales, o en su caso los estudiantes, no la han escogido anteriormente | | |

Figura 6. Esquema de las asignaturas del segundo ciclo de secundaria en la LOMCE. Fuente: MECD (http://www.mecd.gob.es/dms/mecd/educacion-mecd/mc/lomce/lomce/paso-a-paso/LOMCEd_pasoapaso_secundaria-v4/LOMCEd_pasoapaso_secundaria%20v4.pdf)

En las enseñanzas post obligatorias, se elimina la asignatura de Ciencias para el Mundo Contemporáneo (CMC), que era obligatoria para todos los itinerarios en la ley anterior. En la LOMCE se ha diseñado una asignatura equivalente y se ha cambiado su nombre por el de Cultura Científica, que ahora pasa a ser optativa (Figura 7).

| 1º Bachillerato | TRONCALES (4+2) | | 2º Bachillerato | TRONCALES (4+2) | |
|--------------------|---|---|--------------------|---|--|
| | TRONCALES GENERALES (4) | TRONCALES DE OPCIÓN (2) | | TRONCALES GENERALES (4) | BLOQUE 1 DE OPCIÓN (2) |
| CIENCIAS | <ul style="list-style-type: none"> Lengua Castellana y Literatura I Primera Lengua Extranjera I Filosofía Matemáticas I | <ul style="list-style-type: none"> Física y Química Biología y Geología Dibujo Técnico I | CIENCIAS | <ul style="list-style-type: none"> Lengua Castellana y Literatura II Primera Lengua Extranjera II Historia de España Matemáticas II | <ul style="list-style-type: none"> Física Química Biología Geología Dibujo Técnico II |
| | ESPECÍFICAS (mínimo 3 - máximo 4) Siempre: <ul style="list-style-type: none"> Educación Física Mínimo 2 máximo 3: <ul style="list-style-type: none"> Segunda Lengua Extranjera I Cultura Científica Tecnología Industrial I Tecnologías de la Información y la Comunicación I Dibujo Técnico I (si no escogida en troncales de opción) Dibujo Artístico I Volumen Anatomía Aplicada Análisis Musical I Lenguaje y Práctica Musical Una materia del bloque de troncales no cursada Religión | DE LIBRE CONFIGURACIÓN AUTONÓMICA (nº indeterminado de asignaturas) Siempre: <ul style="list-style-type: none"> Lengua Cooficial y Literatura I (si la hubiere) Otras: <ul style="list-style-type: none"> A determinar Una materia del bloque de específicas no cursada Ampliación de materia del bloque de troncales o específicas | | ESPECÍFICAS (mínimo 2-máximo 3) <ul style="list-style-type: none"> Segunda Lengua Extranjera II Historia de la Filosofía (si no escogida en troncales de opción) Tecnología Industrial II Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente Tecnologías de la Información y la Comunicación II Dibujo Técnico II (si no escogida en Troncales de opción) Dibujo Artístico II Análisis Musical II Técnicas de Expresión Gráfico-plásticas Historia de la Música y de la Danza Fundamentos de Administración y Gestión Psicología Imagen y Sonido Una materia del bloque de troncales no cursada Religión | DE LIBRE CONFIGURACIÓN AUTONÓMICA (nº indeterminado de asignaturas) Siempre: <ul style="list-style-type: none"> Lengua Cooficial y Literatura II (si la hubiere) Otras: <ul style="list-style-type: none"> A determinar Educación Física Una materia del bloque de troncales no cursada Ampliación de materia del bloque de troncales o específicas |

Figura 7. Esquema de las asignaturas de Bachillerato en la LOMCE. Fuente: MECD (<http://www.mecd.gob.es/servicios-al-ciudadano-mecd/dms/mecd/servicios-al-ciudadano-mecd/participacion-publica/lomce/20131210-boe/novedades-reforma-educaci-n-10-12-13/novedades%20reforma%20educaci%C3%B3n%2010-12-13.pdf>)

En ocasiones por la falta de tiempo o desconocimiento por parte de profesor de la temática, los contenidos de Naturaleza de la Ciencia que aparecen en el currículo quedan relegados a un segundo plano en beneficio de otros contenidos conceptuales o procedimentales a los que los profesores suelen dar más importancia. En este sentido, el profesor de ciencias debería plantearse si el objetivo final de la educación obligatoria en ciencias, una alfabetización científica real, se alcanza con una visión más tradicional de la enseñanza de éstas o si por el contrario los aspectos mencionados de Naturaleza de la Ciencia ayudan a alcanzar dicho objetivo. No es un objetivo fácil, debido a la gran cantidad de contenidos curriculares que deben trabajarse durante el curso y que tampoco se llegan a tocar en su totalidad, pero el docente debe ideárselas para poder trabajar la alfabetización científica y el ámbito social de la ciencia mientras trata los contenidos curriculares en los que aparece el concepto de Naturaleza de la Ciencia.

PROPUESTA

Introducción

Estamos en un época en que, como hemos introducido con anterioridad, la falta de alfabetización científica es evidente en nuestra sociedad. Los estudios realizados son claros, la mayoría de la población, incluso la que tiene estudios universitarios, aun estando relacionados con las ciencias naturales, presenta una carencia en cultura científica, otorgándole a ésta una importancia menor que la cultura en otros ámbitos como puede ser el literario, pictórico o cinematográfico (Fundación BBVA, 2012; Gutiérrez Julián et al., 2002; MECD & FECYT, 2014).

La mayoría de docentes se centran, en las asignaturas de ciencias, en explicar tanto contenidos conceptuales como procedimentales, echando en falta contenidos actitudinales y sobre la dimensión social de la ciencia, aspecto que se trata en la Naturaleza de la Ciencia. Si en algún tema curricular hubiese la posibilidad de tratar su ámbito sociocultural, éste probablemente sería el primero en ser descartado.

Se ha comprobado que uno de los medios que mejor acerca la ciencia a la sociedad es el audiovisual (televisión o cine e internet) (MECD & FECYT, 2014). También es destacable el papel de las redes sociales en este sentido (MECD & FECYT, 2014) (Figura 8). Un problema habitual para la utilización de este tipo de medios es que las fuentes de información no siempre gozan de la rigurosidad deseada y es difícil su extrapolación y su uso en las aulas.

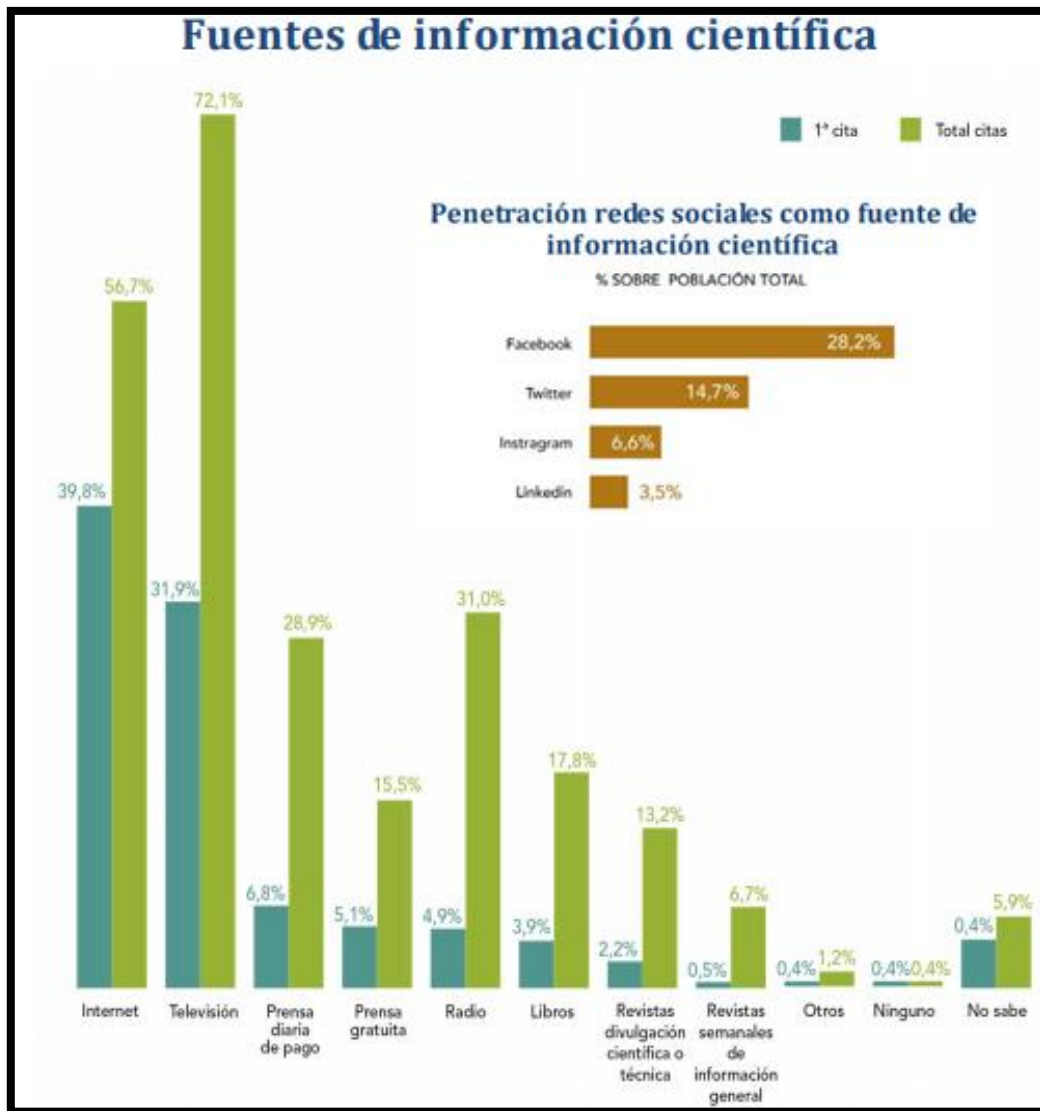


Figura 8. Esquema de las fuentes de información científica de los españoles. Fuente: VII Encuesta de Percepción Social de la Ciencia elaborada por la FECYT (http://www.idi.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Prensa/NOTAS_PRENSA/2015/Dossier_PS_C_2015.pdf)

Otro medio para obtener conocimientos científicos es la lectura. Sin embargo, los resultados que ofrecen las pruebas de evaluación de competencias para el alumnado de secundaria sobre comprensión lectora, como pueden ser las pruebas PISA, muestran que el alumnado de secundaria de España presenta carencias en este aspecto, situándose nuestro país en el año 2012 por debajo de la media de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y de la Unión Europea (UE) (MECD & INEE, 2013).

Por ello considero que, pese a conllevar la mayor influencia sobre la sociedad, no es conveniente usar los medios audiovisuales citados anteriormente en las sesiones de clase, dado que mediante el fomento de la lectura se pueden conseguir dos objetivos, mejorar la comprensión lectora de los alumnos a la vez que se puede tratar el ámbito histórico y sociocultural de la unidad didáctica de ciencias que se estudia. Además esta práctica haría que los alumnos se familiarizaran con el lenguaje propio de la ciencia y conocieran aspectos de ésta que no se mencionan en las aulas.

Evidencias científicas inciden en el hecho de que los textos narrativos son más fácilmente comprensibles que los expositivos. Habitualmente cuando se utilizan textos para el desarrollo de actividades en las clases de ciencias de secundaria, suelen ser elegidos los del tipo expositivo, en los que se desarrollan una serie de ideas o conceptos de una forma descriptiva. Sin embargo los textos narrativos pueden permitir elaborar una secuencia temporal o causal encaminada a una meta, y de esta manera se puede dirigir al alumno en un sentido que le ayude a extraer sus propias ideas y conclusiones (Graesser, Hautt-Smith, Cohen, & Pyles, 1980).

Los textos narrativos ayudan a enseñar contenidos científicos importantes, actitudes y valores científicos, y en el caso de nuestra propuesta, se hará especial hincapié en los contenidos que engloba la Naturaleza de la Ciencia. La utilización de este tipo de textos ayuda a que el alumno se familiarice con la terminología específica y que la comprenda, acercándose desde un punto de vista más lúdico o divulgativo. Por eso es necesario recalcar que para una correcta educación científica se tendrá que intercalar este tipo de propuestas con otros tipos de textos que aporten al alumno la rigurosidad necesaria para una comprensión completa de la ciencia.

La aplicación de la LOMCE, como se ha explicado en apartados anteriores, conlleva la eliminación de la asignatura obligatoria de Ciencias para el Mundo Contemporáneo que se impartía en 1º de Bachillerato. De este modo, pese a existir una asignatura sobre ciencia, tecnología y sociedad en el mismo curso, llamada en el nuevo currículo Cultura Científica, ésta no es obligatoria para

todos los alumnos, siendo de libre elección (Figura 7). Por ello, los docentes de ciencias deberán suplir los contenidos de ciencia, tecnología y sociedad del currículo de esta nueva ley, centrando sus esfuerzos en mejorar la alfabetización científica de los alumnos durante los cursos de secundaria y las asignaturas de carácter obligatorio de Bachillerato.

Teniendo en cuenta lo anteriormente dicho, la propuesta que se presenta en este trabajo consiste en elaborar una serie de relatos breves, de temática científica, para ser utilizados como herramienta en las aulas para mejorar los conocimientos de ciencia, tecnología y sociedad, especialmente los que hacen referencia a la Naturaleza de la Ciencia.

Desarrollo de la propuesta

A continuación se van a presentar, a modo de muestra, una serie de textos narrativos breves de temática científica que tienen como objetivos fundamentales los siguientes:

- Mejorar la comprensión lectora como herramienta fundamental para el desarrollo de un espíritu crítico, tan necesario en ciencia, a través de los textos.
- Trabajar la terminología utilizada en los relatos para familiarizarse con el lenguaje propio de las ciencias desde una perspectiva diferente a la de los libros de texto.
- Introducir conceptos de la Naturaleza de la Ciencia mediante el análisis de los textos narrativos para mejorar la comprensión de la dimensión real de la ciencia.

En el primer texto se habla de los contenidos de Naturaleza de la Ciencia que se corresponden principalmente a las características y valores que se asocian al científico, como pueden ser la honestidad, objetividad, etc. Y sobre la construcción social del conocimiento, correspondientes a la utilización de los descubrimientos para acumular prestigio social y económico. También se pretende incidir en la importancia de la ética en la experimentación, especialmente cuando intervienen animales.

En el segundo texto las dimensiones de la Naturaleza de la Ciencia que se pretenden trabajar son aquellas que hacen referencia a la falsabilidad de las teorías o leyes científicas. Se vuelve a incidir en aspectos característicos de los científicos, el grado de asociación que adquieren al formar parte de un grupo o una corriente de investigación.

En ambos textos se intenta trabajar la dimensión histórica y cultural de la ciencia resaltando dos hechos que tuvieron una importancia crucial para el desarrollo de la ciencia y tecnología. Las actividades que están propuestas a

continuación de los textos están pensadas para trabajarse de diferente manera, de forma individual, en grupos reducidos o en grandes grupos y requieren movilizar los conocimientos de los alumnos y desarrollar todas sus competencias.

A continuación de los relatos se incluyen una serie de ejercicios para trabajar en clase diferentes competencias básicas de los alumnos. En las actividades se indica el nivel o curso para la que está indicada, dada la adecuación de los contenidos al currículo de las asignaturas. Es importante destacar que muchas de las actividades pueden ser utilizadas en los diferentes cursos de la educación secundaria en función de la profundidad que se quiera dar a cada una de ellas. Además también cabe resaltar que las actividades, al igual que los textos trabajan temas transversales con muchas de las asignaturas de secundaria.

Las actividades están indicadas para trabajar la comprensión lectora, que tal como hemos visto en el estado de la cuestión, es un aspecto a trabajar en las aulas dado la gran carencia de los alumnos a comprender textos y enunciados, sobretodo relacionados con ciencias.

Además se explota la competencia creativa del alumno, haciendo que a la vez que aprenden conceptos de ciencia general e historia de la ciencia desarrollen su capacidad creativa.

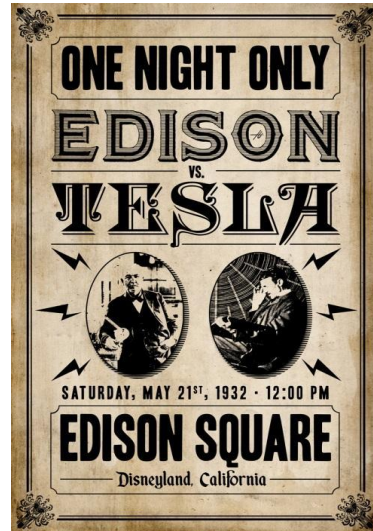
Todas las actividades potencian la autonomía del alumno, dado que aprenderá a buscar y a seleccionar información, así como a saber expresar y razonar su posición sobre un tema utilizando una base científica.

Algunas de las actividades están elaboradas con la intención de trabajar en grupo, de manera que aprendan a trabajar en equipo y que sepan respetar las opiniones de sus compañeros, así como rebatirlas con un razonamiento lógico y basándose en los conceptos científicos estudiados.

Relato corto

LA GUERRA DE LAS CORRIENTES

Jorge estaba muy emocionado. Acababa de ver la noticia que tanto tiempo llevaba esperando y corría a su casa con el cartel en la mano. En ese cartel estaba el anuncio, la Exposición Universal de 1893 se celebraría en Chicago. Y no sólo eso, en ella se verían las caras los dos científicos más influyentes del momento, Thomas Alva Edison llegaba a la ciudad para enfrentarse a Nikola Tesla en 'La Guerra de las Corrientes'.¹



Todos conocían la terrible disputa que había entre Tesla y Edison. Ambos luchaban por conseguir la hegemonía de la industria eléctrica, desde unos años atrás se enfrentaban continuamente en todas sus apariciones en público y escribían en los periódicos sobre los resultados erróneos de sus investigaciones. Pero esta vez sería diferente, los dos en el mismo lugar, cara a cara y peleando con sus experimentos.

En todos los libros de Jorge, Edison aparecía como el gran inventor de todos los tiempos. Había alcanzado una gran fortuna gracias a los beneficios de las múltiples patentes de las que disponía y era el dueño de la compañía eléctrica más poderosa de los Estados Unidos. Gracias a los inventos de Edison, Jorge podía leer por las noches las novelas del Lejano Oeste que le traía su tío y tanto le apasionaban.

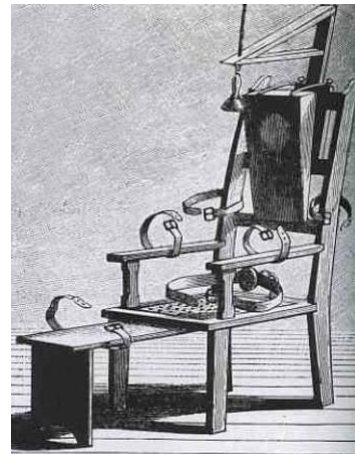
Sin embargo, Nikola Tesla no era tan conocido para el gran público y sorprendió la noticia de que sería su compañía eléctrica la que se encargaría del alumbrado de la Feria. Pero Jorge lo conocía bien, desde niño compraba

¹ Ilustración. Recuperada de: <http://www.terrapapers.com/?p=59396>

las gacetas científicas y estaba al día de la biografía de los científicos que destacaban. Sentía curiosidad por ese hombre que llegó de Europa y que en pocos años pasó de cambiar cable a convertirse en uno de los ingenieros jefe de General Electric, empresa que abandonó para poder desarrollar sus propias experiencias.

Jorge se levantó emocionado, esa noche era la apertura de la Exposición Universal y tenía su entrada preparada desde hace unos días. A diferencia de otros años, el inicio de la feria sería a última hora de la tarde, toda la prensa comentaba el cambio de hora y muchos decían que se debía a una sorpresa que tenía preparada Tesla. Y así fue. A la hora acordada comenzó una cuenta atrás que finalizó con el alumbrado de toda la exposición, algo sorprendente y nunca visto. Todo el mundo se quedó alucinado viendo de lo que era capaz la nueva máquina de Tesla. En un sótano del edificio su motor de corriente alterna funcionaba a máxima potencia para poder ofrecer ese espectáculo. Según los periódicos hasta Edison se quedó alucinado con lo que vio.

Habían pasado años desde aquella visión y ahora Jorge trabajaba en los laboratorios de Edison. Colaboraba con su compañero de promoción Harold Brown en un departamento secreto de la compañía. En él se encargaban de construir máquinas y artilugios que funcionaban con corriente alterna para demostrar lo peligrosa que podía llegar a ser. En otros momentos habían hecho circular corriente alterna por pequeños



animales para causarles la muerte pero esta vez debían preparar algo más grande, puesto que Edison se había dispuesto a matar un elefante por la guerra que aún disputaba con Tesla. Después de varios intentos, en 1903 consiguieron electrocutar a un elefante de circo.²

Pero la cosa no acabó ahí y Thomas les pidió que diseñaran otra silla eléctrica

² Ilustración. Diseño original de Edison. Recuperado de: <http://longstreet.typepad.com>

de corriente alterna ya que su uso había empezado a crecer desde principios de siglo. Jorge se negó, tantos años investigando para que sus experimentos acabaran de esa forma le superó. Abandonó la compañía para dedicarse a investigar por su cuenta en un pequeño laboratorio que había montado cerca de su ciudad natal.

Actividades

| ACTIVIDAD | Aspecto de la NdC ¹ a trabajar | Modo de trabajo | Nivel |
|--|---|--------------------------------------|--|
| ¿Quiénes protagonizan la historia? Busca información sobre los personajes y expresa tu opinión sobre la veracidad de la historia. | Historia de la ciencia | Trabajo individual | Secundaria Obligatoria |
| Infórmate sobre la época en la que pudo ocurrir y qué acontecimientos históricos importantes la acompañaban. | Contexto sociocultural | Trabajo por parejas o grupo reducido | Secundaria postobligatoria |
| Entre todos abrid un debate sobre si la rivalidad en ciencia es cosa del pasado o está aún presente en nuestra época. ¿Creéis que la rivalidad ayuda a mejorar la producción científica? | Ciencia actividad subjetiva | Trabajo grupo clase | Secundaria obligatoria y postobligatoria |

| | | | |
|---|--|---|---|
| <p>Averigua cómo se evalúa la importancia de un científico.</p> | <p>Aprobación de la comunidad científica</p> | <p>Trabajo por parejas</p> | <p>Secundaria obligatoria y postobligatoria</p> |
| <p>En el relato hablan sobre la corriente alterna (CA) y la corriente continua (CC). Busca información y explica las diferencias sobre cómo se produce y los tipos de generadores que se utilizan en la actualidad.</p> | <p>Aportación ciencia a la sociedad</p> | <p>Trabajo individual</p> | <p>Secundaria Postobligatoria</p> |
| <p>Busca información sobre alguna otra rivalidad entre científicos y explica en que se basaba su disyuntiva.</p> | <p>Ciencia actividad subjetiva</p> | <p>Grupos 1,2,4</p> | <p>Secundaria postobligatoria</p> |
| <p>Escribe un relato corto sobre un tema científico de tu interés dirigido a todo el público.</p> | <p>-</p> | <p>Trabajo Individual</p> | <p>Secundaria Obligatoria y postobligatoria</p> |
| <p>Como dice el texto, se hicieron experimentos con animales. ¿Aún se producen en la actualidad experimentos con animales? ¿Crees que es ético?</p> | <p>Factores sociales de la ciencia</p> | <p>Trabajo por parejas o grupos reducidos</p> | <p>Secundaria Obligatoria y postobligatoria</p> |

| | |
|---|--|
| <p>Ninguno dudamos de la importancia que tiene la electricidad en nuestra vida cotidiana y es gracias a la CA que podemos disfrutarla a tantos kilómetros del lugar de producción. ¿Por qué motivo empleamos CA y no CC para el transporte y distribución de la electricidad?</p> | <p>Aportaciones de la tecnología</p> <p>Trabajo individual</p> <p>Secundaria postobligatoria</p> |
|---|--|

¹NdC: Naturaleza de la Ciencia

Relato corto**LA GRAN MENTIRA DEL FLOGISTO**

- ¡No puede ser, es imposible que algo así suceda! - gritó Lavoisier
- Mi querido amigo, ninguna de las experiencias hasta hoy publicadas son capaces de desmentir mis palabras - le contestó Priestley.
- Mis conclusiones coinciden con las del difunto Stahl, así que estás equivocado joven. Revisa tus anotaciones pues deben estar equivocadas- continuó Priestley con condescendencia.

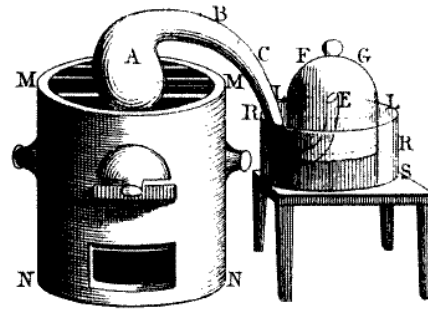
Lavoisier abandonó la sala a grandes zancadas, no podía creer lo que acababa de suceder en esa habitación y no lo olvidaría jamás.

Volvió a su laboratorio y se puso a trabajar de nuevo, la negativa de Priestley no iba a conseguir que cesara en su empeño. No estaba de acuerdo con la teoría que Stahl había dejado como legado unos años atrás y las evidencias que había presentado ante Priestley eran más que claras, no entendía como los demás no se daban cuenta.

La teoría de flogisto no presentaba datos cuantitativos sobre la combustión pero si explicaba el cambio de apariencia de las sustancias quemadas, hecho que hasta ahora parecía ser el de mayor importancia. Sin embargo, sus trabajos hacían hincapié en el error de la teoría precisamente por el hecho de no valorar lo cuantitativo.

Ante la negativa que recibió aquel día por parte de Priestley continuó trabajando en el fenómeno de la combustión, horas y horas de duro trabajo en el laboratorio que no servirían de nada si no conseguía demostrar de forma irrefutable que Stahl y Priestley estaban equivocados. Esto tan sólo sucedería en el caso de que las repeticiones de sus experimentos obtuvieran resultados similares a los que ya había conseguido.

Esta labor le llevó meses de trabajo, pero finalmente, todo esfuerzo tuvo su recompensa ya que todos los experimentos coincidían con su teoría. Stahl y Priestley están equivocados, estoy seguro! – exclamó Lavoisier aquella noche al llegar a casa.³



Durante años había experimentado en el laboratorio de su casa con la combustión de la cal de mercurio y tras muchos intentos había dado con la clave. Lavoisier diseñó un horno conectado a una campana de vidrio que contenía aire formando un sistema cerrado. Dentro del horno ponía el mercurio que previamente había pesado y, antes de calentarlo durante varios días, medía el volumen de aire que había en la campana. Al cabo de doce días, dejaba enfriar el sistema y volvía a pesar el compuesto formado a partir del mercurio, a la vez que medía el aire que quedaba. Se dio cuenta de que la masa del producto de mercurio había aumentado, mientras que el volumen de aire había disminuido, siendo éste mortal para los animales. Una vez realizadas todas las medidas volvía a calentar el producto formado, esta vez se formaba un gas apto para animales, que recogió y midió su volumen, además el producto final de mercurio, esta vez reducía su masa.

Con estos resultados en 1789 escribió su obra más famosa, Tratado elemental de química, en el que desmentía la teoría del flogisto y, sin darse cuenta, describía el descubrimiento del oxígeno gas.

Gracias a su meticulosidad en las medidas realizadas en sus experimentos, Lavoisier enunció también la famosa ley de la conservación de la materia.

A pesar de sus éxitos, no todos sus compañeros contemporáneos aceptaron su teoría, y es que la teoría del flogisto estaba muy arraigada entre los investigadores de la época, al fin y al cabo, si hicieran temblar nuestros

³ **Ilustración.** Diseño de Lavoisier con el que determinó su teoría sobre la combustión. Recuperado de Wikipedia.

principios, a nosotros también nos costaría.

Lavoisier fue ejecutado en 1794 y diez años después Priestley murió, defendiendo aún las teorías del flogisto.

Actividades

| ACTIVIDAD | Aspecto de la NDC a trabajar | Modo de trabajo | Nivel |
|---|---|--------------------|--|
| Lavoisier está considerado el padre de la química moderna. Busca información acerca de su biografía para explicar este reconocimiento | Historia de la ciencia | Trabajo individual | Secundaria obligatoria y postobligatoria |
| ¿A qué se refiere el término cuantitativo que aparece en el texto? ¿Cuál sería su antónimo? | Medida de observables | Trabajo individual | Secundaria obligatoria |
| ¿Cuáles son las ideas centrales de este texto? | - | Trabajo individual | Secundaria Obligatoria y postobligatoria |
| ¿Crees que una teoría científica siempre tiene que estar comprobada cuantitativamente? | Diferencia entre observación e inferencia | Trabajo individual | Secundaria Obligatoria |

| | | | |
|---|--|------------------------------|--|
| ¿Hasta cuándo se considera cierta una teoría? | Principio de falsabilidad | Trabajo individual | Secundaria Obligatoria |
| ¿Qué proceso de validación debe superar una actividad científica para que sea reconocida? | Reconocimiento de la comunidad | Trabajo por parejas | Secundaria obligatoria |
| ¿En qué consiste la combustión? ¿Qué relación tiene con la teoría de flogisto? | Historia de la ciencia | Trabajo por grupos reducidos | Secundaria obligatoria |
| En el siglo XVIII la teoría del flogisto estaba ampliamente reconocida, busca información sobre ella e identifica elementos que creas erróneos. | Diferencia entre observación, inferencia, teoría y ley | Trabajo individual | Secundaria obligatoria |
| ¿En qué época está ambientada esta historia? ¿Qué cambios socioculturales se produjeron en la misma? ¿Crees que afectó a la forma de hacer ciencia? | Influencia Contexto Social | Trabajo por parejas | Secundaria obligatoria y postobligatoria |

| | | | |
|--|--|--------------------|----------------------------|
| ¿Por qué crees que la primera experiencia produce que el gas no sea apto para animales y la segunda sí? ¿Qué crees que sucede? | Diferencia entre observación y experimentación | Trabajo individual | Secundaria postobligatoria |
|--|--|--------------------|----------------------------|

Adecuación de la propuesta

Una de las dificultades que puede presentar la propuesta es la necesidad de relacionar los contenidos propios de la Naturaleza de la Ciencia con los estándares de aprendizaje que aparecen en el currículo oficial. A continuación se presenta una tabla que muestra algunas de estas relaciones, demostrando que los contenidos de Naturaleza de la Ciencia ya forman parte de los currículos oficiales de nuestra comunidad autónoma, de los cuales se han extraído los estándares evaluables. Asimismo, también aparecen estándares evaluables que hacen referencia a la interpretación de textos de ámbito científico.

| Contenido o mito de NdC ¹ | Asignatura | Estándar Evaluable |
|---|---------------------------|--|
| Evidencia empírica es la base de la ciencia | Física y Química 4ºESO | Diseña y hace ensayos de laboratorio que permiten deducir el tipo de enlace presente en una sustancia desconocida |
| <i>La ciencia es un empeño individual</i> | Física y Química 4ºESO | Describe hechos históricos relevantes en los que ha sido definitiva la colaboración de científicos/as de diferentes área de conocimiento |

| | | |
|---|--|--|
| El conocimiento científico incluye tanto leyes como teorías, pero también hipótesis | Física y Química 4ºESO | Distingue entre hipótesis, ley y teoría y explica los procesos que corroboran una hipótesis y la dota de un valor científico |
| El conocimiento científico es provisional y duradero | Física y Química 4ºESO | Comparar los diferentes modelos atómicos propuestos a lo largo de la historia para interpretar la naturaleza íntima de la materia, interpretando las evidencias hicieron necesaria su evolución |
| La ciencia y la tecnología no son los mismos, pero interactúan entre sí. | Física y Química 2º y 3º ESO | Relaciona la investigación científica con las aplicaciones tecnológicas en la vida cotidiana |
| Factores sociales de la ciencia y aportaciones de la ciencia a la sociedad | Física y Química 2º y 3º ESO | Explica en qué consiste un isótopo y comenta las aplicaciones de los isótopos radioactivos, la problemática de los residuos generados y las soluciones para gestionarlos |
| El conocimiento científico no surge exclusivamente de los experimentos | Física y Química 1º Bachillerato | Aplica las habilidades necesarias para la investigación científica: plantea preguntas, identifica problemas, recoge datos, diseña estrategias utilizando modelos y leyes, revisa el proceso y obtiene conclusiones |
| <i>Los modelos de ciencia representan la realidad</i> | Física y Química 1º Bachillerato | Explica razonadamente la utilidad de la hipótesis del gas ideal |
| Existe una influencia cultural, histórica y social sobre la ciencia | Cultura científica ESO/Bachillerato | Analiza el papel de la investigación científica como motor de nuestra sociedad y la importancia que ha tenido a lo largo de la historia |

| | | |
|--|------------------------------------|--|
| El conocimiento científico es provisional y duradero | Cultura científica ESO | Indica los acontecimientos científicos fundamentales para el conocimiento actual que se tiene del universo |
| Factores sociales de la ciencia | Cultura científica ESO | Analiza la relación de los conflictos entre pueblos y la explotación de los recursos naturales para obtener productos de alto valor añadido o de uso tecnológico |
| El conocimiento científico no surge exclusivamente de los experimentos | Cultura científica Bachillerato | Justifica la teoría de la deriva continental a partir de las pruebas geográficas |
| <i>La aceptación de nuevas teorías es algo inmediato</i> | Cultura científica Bachillerato | Valora de forma crítica las informaciones asociadas al universo, a la tierra y al origen de las especies y distingue la información científica real de la opinión y la ideología |

¹ Los contenidos y mitos de NdC han sido extraídos de la introducción del trabajo. Los mitos se presentan en letra cursiva.

Evaluación de la propuesta

El proceso de evaluación de la propuesta se produce en dos sentidos. El primero de ellos es la evaluación del aprendizaje de los alumnos de forma individual y colectiva. El segundo es la evaluación de la propia propuesta, con el fin de valorar si la secuencia de aprendizaje es adecuada y poder introducir las modificaciones necesarias para mejorar el proceso.

El proceso evaluador del alumnado se llevará a cabo en tres etapas:

- Evaluación inicial en la que, mediante una prueba objetiva, se puedan observar los conocimientos e ideas previas del alumnado.
- Evaluación formativa continuada a través de las actividades propuestas durante la unidad y las observaciones en clase.
- Evaluación final con la que poder determinar el progreso del alumnado.

El proceso evaluador de la propuesta requiere de tiempo prolongado para poder apreciar los resultados. Por lo tanto, se propondría realizar una prueba de comprensión lectora al principio y al final del curso académico para poder determinar las posibles mejoras. Obviamente, hay que tener en cuenta que la comprensión lectora no sólo se trabaja en las asignaturas de ciencias, por lo que la evaluación se llevaría a cabo haciendo énfasis en textos de ámbito científico. Además, observando el aprendizaje de los alumnos a lo largo del curso en relación a contenidos de Naturaleza de la Ciencia se podrá evaluar el otro ámbito de esta propuesta.

CONCLUSIONES

A pesar de los esfuerzos que se han ido realizando durante los últimos años en las diferentes reformas educativas para incluir los conceptos de alfabetización y cultura científica en los currículos de ciencia, podemos observar, en vista a los resultados mostrados en este trabajo a partir de las encuestas elaboradas por la FECYT y los resultados de las pruebas PISA, que aún queda un largo camino por recorrer.

España y especialmente las Islas Baleares presentan un grado de competencia científica por debajo de la media de organismos internacionales como la OCDE o la UE. La inclusión de elementos multimedia en la vida cotidiana de los alumnos parece no estar ayudando a mejorar, sino más bien lo contrario, la comprensión lectora, fundamental a la hora de adquirir conocimientos científicos en lugares alejados de las aulas.

El continuo cambio de leyes educativas tampoco favorece el proceso educativo, puesto que no se pueden evaluar los resultados de una forma significativa, dado que muchos de los alumnos empiezan y acaban su educación obligatoria habiendo estudiado bajo el amparo de diferentes leyes educativas.

Hoy en día la inclusión de contenidos sobre Naturaleza de la Ciencia en los currículos parece fundamental puesto que nos enfrentamos a una sociedad cada vez más tecnificada, pero que paradójicamente presenta una deficiencia en su alfabetización científica.

En mi opinión la actual ley educativa, la cual separa las asignaturas de Ciencias Naturales desde el primer curso de secundaria, no favorece la idea de transversalidad de conocimiento científico por el que abogan la mayoría de movimientos de alfabetización científica.

Por este motivo considero que la inclusión en el sistema educativo de propuestas que trabajen esa transversalidad, como la que se presenta en este trabajo, deben ser el camino a seguir en la enseñanza de las ciencias.

En este caso la propuesta conjuga conocimientos de Naturaleza de la Ciencia con una competencia básica fundamental como es la comprensión lectora a través de relatos breves con el objetivo de conseguir una mejor y más eficiente alfabetización científica, dotando a la enseñanza de las ciencias de una dimensión más global y transversal necesaria para enfrentarse a los retos de una sociedad que avanza hacia un futuro altamente tecnificado.

REFERENCIAS

- Acevedo Díaz, J. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias*, 5(2), 134–169.
- Acevedo-Díaz, A. J., Vázquez-Alonso, Á., Manassero-Mas, M. A., & Acevedo-Romero, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: aspectos epistemológicos. *Eureka*, 4(2), 202–225.
- Alliende, F., & Condemarín, M. (1986). *La lectura: teoría, evolución y desarrollo*. (Andrés Bello, Ed.). Santiago de Chile.
- Brunner, J.-J. (2000). Educación : Escenarios de Futuro . Nuevas Tecnologías y Sociedad de la Información. *PREAL. Documento de Trabajo*, (16), 51. Retrieved from <http://www.brunner.cl/?p=348>
- Bybee, R. W. (1997). *Toward an Understanding of Scientific Literacy*. (W. Graeber & C. Bolte, Eds.) *Scientific literacy*. Kiel.
- Ennemoser, M., & Schneider, W. (2007). Relations of television viewing and reading: Findings from a 4-year longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*.
- Fundación BBVA. (2012). *Estudio internacional de Cultura Científica de la Fundación BBVA. Comprensión de la ciencia*. Retrieved from <http://www.fbbva.es/TLFU/dat/comprehension.pdf>
- Gobierno de España. (2013). LOMCE, 97858–97921.
- Graesser, A., Hauft-Smith, K., Cohen, A. D., & Pyles, L. D. (1980). Advances outlines, familiarity, text genre and retention of prose. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 48, 209–220.
- Gutiérrez Julián, M. S., Gómez Crespo, M. A., & Martín-Díaz, M. J. (2002). ¿Es cultura la ciencia? In *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva*

Ciencia-Tecnología-Sociedad: formación científica para la ciudadanía (pp. 17–31).

Hodson, D. (1992). In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education*.

Kemp, A. C. (2002). Implications of diverse meanings for “scientific literacy”. Paper presented at the Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science. Charlotte, NC. In P. A. Rubba, J. A. Rye, W. J. Di Biase, & B. Crawford (Eds.), *Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science* (pp. 1202–1229). Florida: For full text: <http://aets.chem.pitt.edu>. Retrieved from <http://eric.ed.gov/?id=ED465602>

Lemke, J. L. (1997). *Aprender a hablar ciencia : lenguaje, aprendizaje y valores*. Paidós.

Marco-Stiefel, B. (1999). Prólogo. In *Alfabetización científica y educación para la ciudadanía* (pp. 9–10).

Martín Díaz, M. J. (1998). A favor de la ciencia y, por tanto, de las humanidades. *Cuadernos de Pedagogía*, (272), 71–73.

McComas, W. (1996). Ten Myths of Science: Reexamining What We Think We Know About the Nature of Science. *School Science and Mathematics*, 96(1), 10–16. <http://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1996.tb10205.x>

McComas, W. (1998). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. *The Nature of Science in Science Education*. Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007/0-306-47215-5_3

McComas, W. (2005). Teaching the nature of science: What illustrations and examples exist in popular books on the subject. *History, Philosophy & Science Teaching (IHPST)*. Retrieved from

https://www.researchgate.net/profile/William_Mccomas/publication/228624500_Teaching_the_nature_of_science_What_illustrations_and_examples_exist_in_popular_books_on_the_subject/links/00463537c9487868a0000000.pdf

McComas, W., Clough, M., & Almazroa, H. (1998). The role and character of the nature of science in science education. *The Nature of Science in Science*. Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007/0-306-47215-5_1

MECD, & FECYT. (2014). *VII Encuesta de Percepción social de la ciencia. Dossier informativo*. Retrieved from http://www.idi.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Prensa/NOTAS_PRENSA/2015/Dossier_PSC_2015.pdf

MECD, & INEE. (2013). Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos PISA 2012.

National Science Teachers Association. Science-technology-society: Science education for the 1980s (NSTA Position Statement). (1982). Washington, DC: National Science Teachers Association.

RAE, & ASALE. (2014). *Diccionario de la Lengua Española*. (P. P. Corporation, Ed.) (23a edición).

Sanmartí, N. (2011). Leer para aprender ciencias. *Materiales Didácticos Para Todos. Leer. Es*. Retrieved from <http://cienciaysaberes.url.ph/archivos/tLEERparaaprenderciencias.pdf>

Sardà Jorge, A., Márquez Bargalló, C., & Sanmartí Puig, N. (2006). Cómo promover distintos niveles de lectura de los textos de ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias N^o, 5(2)*.

Vázquez Alonso, A., & Manassero Mas, M. A. (2007). *La relevancia de la educación científica*. Universitat de les Illes Balears.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bybee, R. W. *Toward an Understanding of Scientific Literacy. Scientific literacy* (1997).
2. Acevedo Díaz, J. El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Rev. Eureka sobre Enseñanza y Divulg. las Ciencias* **5**, 134–169 (2008).
3. Acevedo-Díaz, A. J., Vázquez-Alonso, Á., Manassero-Mas, M. A. & Acevedo-Romero, P. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: aspectos epistemológicos. *Eureka* **4**, 202–225 (2007).
4. Allende, F. & Condemarán, M. *La lectura: teoría, evolución y desarrollo*. (1986).
5. Asensio Posadas, M. T. & Latorre Sancho, P. *La ciencia con letra entra*. (2011).
6. Brunner, J.-J. Educación : Escenarios de Futuro. Nuevas Tecnologías y Sociedad de la Información. *PREAL. Doc. Trab.* 51 (2000). at <<http://www.brunner.cl/?p=348>>
7. Ennemoser, M. & Schneider, W. Relations of television viewing and reading: Findings from a 4-year longitudinal study. *Journal of Educational Psychology* **99**, 349–368 (2007).
8. Fundación BBVA. *Estudio internacional de Cultura Científica de la Fundación BBVA. Comprensión de la ciencia*. (2012). at <<http://www.fbbva.es/TLFU/dat/comprehension.pdf>>
9. Furió, C., Vilches, a, Guisasola, J. & Romo, V. Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza las Ciencias* **19**, 365–376 (2001).

10. García Borrás, F. J. Acercamiento a La Ciencia a Través De Metáforas , Comparaciones E Imaginación. *Educ. en el 2000* 22–26 (2009).
11. Gil Pérez, D. & Vilches Peña, A. Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades. *Rev. Iberoam. Educ.* **42**, 31–53 (2006).
12. Gobierno de España. LOMCE. 97858–97921 (2013).
13. Graesser, A., Hautt-Smith, K., Cohen, A. D. & Pyles, L. D. Advances outlines, familiarity, text genre and retention of prose. *J. Verbal Learn. Verbal Vehaviour* **48**, 209–220 (1980).
14. Gutiérrez Julián, M. S., Gómez Crespo, M. A. & Martín-Díaz, M. J. in *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad: formación científica para la ciudadanía* 17–31 (2002).
15. Hodson, D. In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education* **14**, 541–562 (1992).
16. Instituto de Evaluación Educativa & MECD. *PISA 2012. Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos.* (2013).
17. Kemp, A. C. in *Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science* (eds. Rubba, P. A., Rye, J. A., Di Biase, W. J. & Crawford, B.) 1202–1229 (For full text: <http://aets.chem.pitt.edu>., 2002).
18. López Sancho, J. M. & Gómez Díaz, M. J. Los nueve puntos de la naturaleza de la Ciencia. Museo Virtual de la Ciencia. at <<http://museovirtual.csic.es/salas/conocimiento/senado/decalogo.htm>>
19. Marco Stiefel, B. La naturaleza de la ciencia en los enfoques ciencia-tecnología-sociedad. *Alambique didáctica las ciencias Exp.* **3**, 19–29 (1995).

20. Marco Stiefel, B., Ibáñez Orcajo, M. T. & Alberó González, A. *Diseño de actividades para la alfabetización científica: aplicaciones a la educación secundaria*. Govern Balear, Conselleria de Cultura, Educació i Esports (Madrid: Narcea, 2000, 2000).
21. Martín Díaz, M. J. A favor de la ciencia y, por tanto, de las humanidades. *Cuad. Pedagog.* 71–73 (1998).
22. MECD. LOMCE. Paso a paso: Bachillerato.
23. MECD. LOMCE. Paso a Paso: Educación Secundaria Obligatoria.
24. MECD. *Propuestas para la mejora de la calidad educativa*. (2013). at <<http://www.mecd.gob.es/servicios-al-ciudadano-mecd/dms/mecd/servicios-al-ciudadano-mecd/participacion-publica/lomce/20131210-boe/LOMCE-10-12-13.pdf>>
25. MECD & FECYT. *VII Encuesta de Percepción social de la ciencia. Dossier informativo*. (2014). at <http://www.idi.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Prensa/NOTAS_PRENSA/2015/Dossier_PSC_2015.pdf>
26. MECD & INEE. Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos PISA 2012. (2013).
27. Membiela Iglesia, P. Alfabetización científica y ciencia para todos en la educación obligatoria. *Alambique didáctica las ciencias Exp.* **13**, 37–44 (1997).
28. Membiela, P. & Iglesia, P. M. *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad: formación científica para la ciudadanía*. **89**, (Narcea Ediciones, 2002).
29. National Science Teachers Association. *Science-technology-society: Science education for the 1980s (NSTA Position Statement)*. (1982).

30. Pérez Zorrilla, M. J. Evaluación de la comprensión lectora: dificultades y limitaciones. *Rev. Educ.* 121–138 (2005).
31. Rubba, P. A. . E., Rye, J. A. . E., DiBiase, W. J. . E. & Crawford, B. A. . E. Proceedings of the Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science (Charlotte, North Carolina, January 10-13, 2002). (2001).
32. Sánchez Carlessi, H. La comprensión lectora, base del desarrollo del pensamiento crítico: Segunda parte. *Horiz. la Ciencia, ISSN 2304-4330, ISSN-e 2413-936X, Vol. 3, N.º. 5, 2013, págs. 31-38* **3**, 31–38 (2013).
33. Sanmartí, N. Leer para aprender ciencias. *Mater. didácticos para todos. Leer. es* (2011).
34. Sardà Jorge, A., Márquez Bargalló, C. & Sanmartí Puig, N. Cómo promover distintos niveles de lectura de los textos de ciencias. *Rev. Electrónica Enseñanza las Ciencias N.º 5*, (2006).
35. Sarmiento Rodríguez, A. C. Leyendo cuentos en la clase de química orgánica. in *Congreso Iberoamericano de la Lengua en la Educación y en la Cultura / IV Congreso Leer.es* (2012).
36. Valls, M. Escriure contes de ciència. 'Escribir cuentos de ciencia'. *Perspect. Esc.* **266**, 75–83 (2002).
37. Vázquez Alonso, A. & Manassero Mas, M. A. *La relevancia de la educación científica*. (Universitat de les Illes Balears, 2007).
38. Vazquez, A. & Manassero, A. La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. *Rev. Eureka sobre Enseñanza y Divulg. las Ciencias* **9**, 2–31 (2012).