

Congreso Iberoamericano de Educación

METAS 2021

Un congreso para que pensemos entre todos la educación que queremos
Buenos Aires, República Argentina. 13, 14 y 15 de septiembre de 2010

EDUCACION PARA LA CIUDADANÍA

Enseñar la ciencia: de la concepción heredada a los estudios CTS

Belén Laspra Pérez¹

¹ Universidad de Oviedo. blaspra@telefonica.net

1. La Concepción Heredada y la Educación Tradicional²

El modo en el que la educación ha abordado el conocimiento científico a lo largo de la historia está íntimamente ligado al paradigma científico imperante. Esta íntima ligazón no afecta sólo al contenido de las materias educativas relacionadas con la ciencia, sino que va más allá, transformando el modo en que la ciencia es enseñada, modificando los patrones de autoridad y redefiniendo las fuentes de información. La visión tradicional de la ciencia del Positivismo Lógico concibe el conocimiento científico como esencialmente verdadero, racional, objetivo, neutral y acumulativo. Estos atributos bien podrían servir para caracterizar el modo en que la educación tradicional trata los contenidos científicos. La crítica de la imagen tradicional de la ciencia llevada a cabo por la perspectiva de los Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad, o perspectiva CTS, sostiene que la ciencia y la tecnología deben estar entendidas dentro del contexto social, ya que la sociedad actual no se puede entender sin referencia a la ciencia y a la tecnología. La crítica de la enseñanza tradicional viene dada por el fracaso en su intento de que los alumnos/ciudadanos adquieran los conocimientos suficientes y necesarios para tomar decisiones reflexivas y fundamentadas sobre temas científico-técnicos de incuestionable trascendencia social, y así poder participar democráticamente en la sociedad.

El empirismo lógico es el paradigma que imperó en el ámbito científico hasta la década de los 70 del siglo XX. Aunque incluso en nuestros días hay algunas personas que siguen sintiéndose cercanas al empirismo lógico, formalmente se considera que éste está muerto. Desde una perspectiva histórica el empirismo lógico viene denominándose la visión tradicional de la ciencia o “concepción heredada” (Putnam 1962). Esta imagen tradicional concibe la ciencia como una empresa autónoma y neutral, basada en la aplicación de un código de racionalidad hermético, en el sentido de que no está afectado por condicionantes externos sociales, políticos, psicológicos o históricos. El método científico, basado en la ecuación lógica + experiencia, constituye la herramienta intelectual responsable de determinar qué es ciencia y qué no lo es. En caso de duda o incertidumbre se apelan a criterios de simplicidad, poder predictivo, fertilidad teórica o poder explicativo. El conocimiento científico es el avance lineal y acumulativo del conjunto de teorías científicas, concebidas como sistemas axiomáticos compuestos de enunciados teóricos y observacionales.

La enseñanza tradicional es el paradigma que imperó en el ámbito educativo hasta finales del siglo XX. Sus principios han quedado plasmados en los planes de estudios de la época. La educación es la “*suma de conocimientos indispensables a toda persona bien educada*”. El método didáctico se basa en la memoria. “*La memoria es la primera facultad que éste [el joven] puede ejercitar con aprovechamiento; conviene, pues, comenzar por los estudios que más lo necesitan, como son las lenguas, la geografía y la historia, reducida al mero relato de los hechos. [...] Preciso ha sido, pues, dejar las matemáticas para los últimos años, y aun entonces no son obligatorias más que en la parte indispensable para los usos comunes de la vida.*” El conocimiento

² Esta comunicación está financiada por la Ayuda Predoctoral Severo Ochoa del Plan de Ciencia y Tecnología 2006-2009 de la Fundación para el Fomento en Asturias de la Investigación Científica y Aplicada y la Tecnología (FICYT), y por el Proyecto “Concepto y dimensiones de la cultura científica” FFI 2008-06054/FISO.

es el avance lineal y acumulativo del conjunto de materias, presididas en la mayoría de los casos por la religión, concebidas como saberes aislados o independientes. *“El primero, si se atiende a lo que exige una educación perfecta, es el de la moral, de los deberes del hombre y de la religión católica; pues sin la religión, sin que se labren desde la niñez sus sanas doctrinas en el corazón del hombre, perdidos serán cuantos esfuerzos se hagan para cultivar su entendimiento. Deberá añadirse el conocimiento del globo que habitamos, de sus principales seres y de los fenómenos más notables de la naturaleza; la historia del género humano y especialmente la de nuestra patria; los elementos del raciocinio y del cálculo y las reglas del bien decir, así en prosa como en verso. Tales son las materias cuyo estudio se prescribe, encerrándolas, sin embargo, en los límites debidos; porque si de esta suerte no exceden la capacidad de los jóvenes y caben en el tiempo que es dable dedicar a su enseñanza, llevadas más allá se convertirían en carga insufrible y alimento indigesto.”*³

Estos fragmentos corresponden al Plan General de Estudios aprobado el 17 de septiembre de 1845, llamado Plan Pidal porque fue llevado a cabo por Pedro José Pidal Ministro de la Gobernación de la Península. Aunque la educación como un derecho estatal se inició con el Plan Pidal, estrictamente el primero fue el Plan General de Instrucción Pública o Plan del Duque de Rivas aprobado el 4 de agosto de 1836, pero este plan nunca se llegó a aplicar. Otros planes educativos tuvieron lugar en España anteriores a los mencionados, sin embargo la primera ley educativa oficial es la Ley de Instrucción Pública de 1857 (Ley Moyano), promulgada en tiempos de la Reina Isabel II. Aunque se aprobaron numerosos decretos y se promulgaron leyes que reformaban parcialmente los distintos niveles de la educación, una nueva ley educativa general no vio la luz hasta 1970, cuando aparece la Ley General de Educación (Ley de 1970) rubricada por el General Francisco Franco. La llegada de la democracia requirió nuevamente una reforma educativa: la Ley de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE) de 1990. Finalmente la actual vigente es la Ley Orgánica de Educación (LOE) de 2006, que suponen un intento de mejorar la anterior.

2. La Enseñanza de la Ciencia en la Educación

Cuanto más retrocedemos en el tiempo, más difusas se vuelven las fronteras entre los niveles educativos, la duración del año escolar o las horas asignadas a las asignaturas. En La Ley Moyano *“Los estudios de la primera enseñanza no están sujetos a determinado número de cursos, disminuyéndose en la canícula el número de horas de clase”*⁴ o en el Plan Duque de Rivas *“La instrucción secundaria superior comprenderá las mismas materias que la elemental, pero con mayor extensión, y además la economía política, derecho natural, administración y cuantas preparan de un modo especial para las facultades mayores.”*⁵ Los principios didácticos, pedagógicos y metodológicos, las competencias básicas, la tutoría, la atención a la diversidad tal y como las entendemos hoy en día son conquistas muy recientes. Esto dificulta en gran medida la comparación de los sistemas educativos que se han ido sucediendo en la historia de España. En cualquier caso la distribución de la educación

³ Curiosamente en el mismo texto encontramos la crítica al sistema anterior en estos términos: *“En lo antiguo fijaba casi exclusivamente la atención al estudio del latín, [...] Después, lo abandonaban para aprender matemáticas, moral y lógica, fundamentos de religión, física, química, historia natural, retórica y poética.”* La crítica está orientada a la organización de las asignaturas en los años, y no a la rigidez de las materias.

⁴ Art. 16 de la Ley de Instrucción Pública del 9 de septiembre de 1857.

⁵ Art. 32 del Plan General de Instrucción Pública del 4 de agosto de 1836.

en Preescolar, Primaria, Secundaria y Bachillerato se mantiene razonablemente inalterada desde la Ley Moyano hasta la LOE, aunque con algunas variaciones en las edades que cada etapa comprende.

La revisión del tratamiento de las materias relacionadas con la ciencia en los planes de estudios llevados a cabo en España muestra que existen dos comprensiones de ciencia. El primero, la ciencia corresponde a los enunciados matemáticos, de las fórmulas, y se concreta en asignaturas tales como: álgebra, o matemáticas. Las matemáticas tienen su área particular y propia en todas las leyes y niveles educativos, permaneciendo estancas, en ellas no hay sitio para nombres de personas, fechas o hitos históricos. Desde aprender a contar hasta las funciones y la estadística descriptiva, estos contenidos permanecen, a efectos prácticos, invariables. El segundo corresponde a la ciencia del conocimiento del medio y de uno mismo, y se concreta en asignaturas tales como: ciencias de la naturaleza, historia natural o ciencias para el mundo contemporáneo. Esta segunda concepción se mantiene más cercana a una concepción actual de la ciencia, contextualizada, problematizada, crítica, etc. En ella también tienen cabida la física, la química y la biología, pero sólo en los primeros años del currículum académico, como se verá más adelante.

Estrictamente, debería plantearse la cuestión de la posibilidad de la enseñanza de las ciencias consideradas tradicionalmente “puras” como las matemáticas, la física, la química o la biología, desde una perspectiva CTS. Sin embargo, se ha limitado el estudio a la concepción de ciencia en las asignaturas que pertenecen a la segunda concepción por una cuestión de espacio. Otro límite es el de la escolarización obligatoria. Ésta representa lo que el Estado considera que toda persona debe saber sobre ciertas áreas, el conocimiento básico, así que, aunque hay educación fuera de la escolarización obligatoria y se tendrá en consideración, este estudio se centra fundamentalmente en ella.

Con la Educación Primaria comienza la escolarización obligatoria. En la Ley Moyano la Primera Enseñanza era obligatoria para todos los niños de entre seis y nueve años. Este rango de edad se ha ido ampliando progresivamente. En la Ley de 1970 se amplió hasta los diez⁶, y en las leyes posteriores hasta los doce. (Ver tabla 1)

⁶ En la Ley de 1970 no existe la distinción entre Educación Primaria y Educación Secundaria. A los estudios comprendidos desde los seis hasta los catorce años de edad se les denomina Educación General Básica (EGB). Ésta estaba estructurada en tres ciclos: con seis y siete años de edad los niños cursaban el ciclo inicial, con ocho, nueve y diez el ciclo medio y con once, doce y trece el ciclo superior. Para facilitar la comparación de los sistemas educativos se considerará los dos primeros ciclos como Educación Primaria, y el tercero como Educación Secundaria.

Tabla 1. Evolución de la implantación de la escolarización obligatoria en las leyes educativas			
LEY MOYANO	LEY DE 1970	Edad	LOGSE y LOE
Primera Enseñanza	EGB	6 – 7	Educación Primaria
		7 – 8	
		8 – 9	
		9 – 10	
		10 – 11	
		11 – 12	Educación Secundaria
		12 – 13	
		13 – 14	
		14 – 15	
		15 – 16	

Para contemplar las asignaturas de ciencias en su contexto es necesario conocer el número de horas que se designaron a la asignatura de “Conocimiento de medio” en relación al resto de asignaturas. (Ver tabla 2)

Tabla 2. Número de horas que se designaron a la asignatura de “Conocimiento de medio”						
Edad	Ley de 1970		LOGSE		LOE	
(1)	Mínimo	Total	Mínima	Total	Mínima	Total
0 – 1	¿	4h/25h	(2)			
1 – 2						
2 – 3						
3 – 4						
4 – 5						
5 – 6						
6 – 7	4h/13:30h	5h/25h	175h/1085h	5h/25h	175h/1085h	4h/25h
7 – 8	4h/13:30h	5h/25h	170h/1100h	5h/25h	175h/1120h	4h/25h
8 – 9	2h/16h	3h/25h		4h/25h		4h/24h
9 – 10	2h/16h	3h/25h	170h/1100h	4h/25h	140h/1100h	4h/25h
10 – 11	2h/16h	3h/25h		4h/25h		4h/25h
11 – 12	2:30h/17:30h	4h/25h		4h/25h		4h/25h
12 – 13	2:30h/17:30h	4h/25h	140h/1280h	4h/30h	230h/2015h	3h/30h
13 – 14	2:30h/17:30h	4h/25h		4h/30h		4h/30h
14 – 15			90h/1205h	(3)	230h/2015h	(3)
15 – 16				(4)		(4)
(5)						

(1) “Mínimo” se refiere al número de horas mínimo semanales, o por curso en el caso de la LOGSE y de la LOE, que el Estado establece para la enseñanza de la asignatura. “Total” indica el número de horas semanales que finalmente se establecieron. Antes de la Constitución Española de 1978 la regulación de la educación era competencia exclusiva del Estado, esto quiere decir que la regulación de los contenidos y del horario mínimo y el desarrollo del currículum y del horario competen al Estado. Pero, con la entrada en vigor de la Constitución, en los artículos 148.1, 149.1.2 y 149.1.3, queda regulada la descentralización de poderes y

competencias en materia de educación entre la administración central y las comunidades autónomas. Por eso, aunque el Estado no ha perdido sus competencias, en última instancia los centros pueden realizar experimentaciones, planes de trabajo, formas de organización y/o ampliación del horario escolar. De este modo la única manera de conocer la organización efectiva de las materias y de los horarios sería revisando los planes de estudio de cada centro educativo en cada Autonomía.

(2) En la Ley de 1970 se dedican cuatro horas a la asignatura de Preescolar “Experiencias: Social y Natural” de un total de 25 horas semanales. Sin embargo en las leyes posteriores se opta por no determinar el número de horas exacto porque *“el desarrollo del niño es un proceso continuo en el que no es fácil delimitar momentos de clara diferenciación y ruptura y, que, por otro lado, estos cambios no se producen de modo uniforme en todos los niños”*⁷, así que *“El horario de la Educación infantil se entenderá como la distribución en secuencias temporales de las actividades que se realizan en los distintos días de la semana, teniendo en cuenta que todos los momentos de la jornada tienen carácter educativo.”*⁸ Tampoco es que no exista ningún horario, sino que su establecimiento depende de cada centro educativo.

(3) En el penúltimo cursos de la Educación Secundaria de la LOGSE y de la LOE la asignatura “Ciencias de la Naturaleza” se desdobra en “Física y Química” y “Biología y Geología”, dedicándose dos horas semanales a cada una.

(4) En el último curso no se imparte la “Ciencias de la Naturaleza” y aunque sí se imparten “Física y Química” y “Biología y Geología”, éstas no se conciben como un desdoblamiento, sino que se constituyen como asignaturas independientes.

(5) El Bachillerato presenta diferentes modalidades, y por tanto es muy difícil contabilizar el número de horas que se dedican a las asignaturas de ciencias. No sería suficiente contar con este dato, habría que ponerlo en relación con el número de alumnos que escogen cada rama del bachiller y con la Formación Profesional.

La jornada educativa en las tres leyes es de 25 horas semanales, ampliándose en la LOGSE y en la LOE hasta 30 horas en la último ciclo de la Educación Secundaria. La comparación de horarios revela que el número de horas dedicado a “Ciencias de la Naturaleza” no ha variado sustancialmente, manteniéndose en una media de cuatro horas. Sin embargo la variación de una hora arriba o una hora abajo contemplada desde el punto de vista del curso escolar completo es mucho tiempo, especialmente si tenemos en cuenta que en la Ley de 1970 la escolarización obligatoria dura dos años menos que en las leyes posteriores.

2.1 La Ciencia en Preescolar

Preescolar es la etapa que dura más o menos entre los cero y seis años. Aparece mencionada en todas las leyes y planes citados anteriormente, sin embargo no se le concede especial atención hasta la Ley de 1970. La ciencia también está presente en estas edades tan tempranas. Así en el currículum de Preescolar de la Ley de 1970

⁷ Anexo del Real Decreto 1330/1991, de 6 de septiembre, BOE Nº 215, el 7 de septiembre de 1991.

⁸ Art. 13 del Real Decreto 3960/2007, de 19 de diciembre, BOE Nº 5, el 5 de enero de 2008,

encontramos la asignatura “Experiencia social y natural”⁹ mediante la cual los niños toman conocimiento de sí mismos y del medio en el que aprenden a desenvolverse. Esta materia comprende específicamente el descubrimiento y la observación de los cambios en la naturaleza: conocer la fauna y la flora del entorno, aprender sus características y el modo de preservarlas, descubrir el agua, el sol y el aire como fuentes de energía; observar fenómenos meteorológicos... son los contenidos de esta materia. En las leyes posteriores los contenidos de Preescolar han variado sustancialmente. Los avances en psicología infantil revelan que las capacidades de los niños son mayores de lo que pensábamos, y van mucho más allá del aprendizaje por imitación o el ensayo y error. En la LOGSE y en la LOE los contenidos de la Educación Infantil se distribuyen en tres áreas: “Conocimiento de sí mismo y autonomía personal”, “Conocimiento del entorno” y “Comunicación y representación”. El área de “Conocimiento del entorno” abarca los contenidos de la asignatura de “Experiencia social y natural” de la Ley de 1970 pero entiende que los niños son capaces de realizar predicciones con la información que tienen, de pensar causalmente y de construir contrafactuales. Además se completan los contenidos con valores, de tal manera que los niños no sólo aprenden cosas sobre la naturaleza y cómo preservarla, sino que toman consciencia de por qué hay que preservarla.

Introducir valores en la enseñanza es una cuestión muy peliaguda. ¿Qué valores han de enseñarse? ¿Han de enseñarse valores? Probablemente sea responsabilidad del sistema educativo inculcar valores sociales y mantenerse al margen de valores éticos individuales, sin embargo la frontera entre lo social y lo individual es difusa y genera conflictos entre padres y profesores. Estas cuestiones, aun estando ligadas a la enseñanza de la ciencia y a la enseñanza en general, nos alejan del hilo argumental y probablemente su tratamiento no podría abordarse en profundidad en este espacio.

2.2 La Ciencia en la Educación Primaria

En la Educación Primaria todos los planes de estudio desde 1970 hay una materia dedicada al conocimiento del medio. Ir más atrás de la Ley de 1970 es complicado porque no aparecen especificados los currículos de las asignaturas. En la Ley Moyano la Primera Enseñanza comprendía “Breves nociones de Agricultura, industria y comercio, según las localidades”, una ampliación de ésta y “Nociones Generales de Física y de Historia Natural acomodadas a las necesidades más comunes de la vida”. Todas las asignaturas de contenido científico, incluidas las matemáticas, estaban veladas a las niñas, que en su lugar cursaban asignaturas tales como “Labores propias del sexo”, “Elementos de Dibujo aplicado a las mismas labores” y “Ligeras nociones de Higiene doméstica”. La Segunda Enseñanza estaba dividida en Estudios Generales de Primer periodo y Estudios Generales de Segundo Periodo. El segundo periodo estaba dividido en once asignaturas, de las cuales una era “Elementos de Historia Natural”.

En la Ley de 1970 los alumnos de entre seis y siete años comenzaban la asignatura de “Experiencia Social y Natural”. Esta asignatura se divide en: “Conocimiento de sí mismo” que trata fundamentalmente del ser humano como ente biológico y psicológico. “Conocimiento del Medio” donde se abarca la naturaleza entendida en sentido general. Y “Desenvolvimiento en el medio” que comprende de la dimensión

⁹ Las asignaturas que conforman el currículum de Preescolar son: Lengua castellana, Matemáticas, Experiencia social y natural, Educación artística, Educación física y Comportamiento afectivo social.

social del ser humano. Esta asignatura *“pretende proporcionar al alumno el conocimiento de la realidad mediante la observación, la medida y sencillas experiencias a partir de los recursos del entorno, así como la adquisición de hábitos respecto al medio en que se desenvuelve. En la observación de seres, objetos y fenómenos se atiende fundamentalmente a las características más inmediatas y diferenciadoras, sin pretender descripciones exhaustivas, conceptos que superen la capacidad del escolar, ni clasificaciones sistemáticas.”*¹⁰

2.3 La Ciencia en la Educación Secundaria

Al entrar en la Educación Secundaria tiene lugar la disgregación de “Conocimiento del medio” en cuatro disciplinas: Física, Química, Biología y Geología. En la LOGSE *“dichas disciplinas científicas se organizan como área independiente, para alumnos que por su edad van siendo capaces de comprender conceptos, razonamientos e inferencias de carácter abstracto, operando sobre símbolos y representaciones formalizadas. [...] Este planteamiento de área, permite que al final de la etapa los alumnos empiecen a comprender las diferencias, entre las disciplinas en cuanto al objeto de estudio y en cuanto a procedimientos de indagación y de contraste. Sí en los primeros cursos es conveniente un enfoque predominante de área, en los últimos puede optarse por otro más vinculado a las disciplinas que la integren.”*¹¹ Es decir, los conocimientos científicos aparecen disgregados en áreas, y en la práctica se transmiten como conocimientos ya elaborados, sin mostrar cuáles fueron los problemas que generó su construcción o cómo ha sido su evolución. Y eso que la ciencia, ha de entenderse *“como actividad constructiva y en proceso, en permanente revisión, y que consiste en esa actividad tanto como en los productos de conocimientos adquiridos en un momento dado.”*¹²

Sin embargo, un enfoque unificado es posible, y así sucedía en la Ley de 1970 en la que no se disgregan las asignaturas, de tal modo que la composición del universo comparte lugar en el temario con la célula y las leyes de reflexión y refracción de la luz. Esto no la exime ya que, aunque mantiene contenidos de biología, geología, física y química relacionados entre sí, deja fuera su contextualización, su tratamiento crítico o cualquier cuestionamiento. Lo que sí se puede decir a favor la Ley de 1970 es que consigue en ocho años lo mismo que la LOGSE y la LOE en diez. Es decir, hay un aumento de dos años, pero no de los contenidos. La implantación de la LOGSE estuvo rodeada de bastante polémica. A la ley se la llegó a denominar “ley de pinta, corta y colorea”, y es que la LOGSE primaba el desarrollo de las capacidades por encima de la adquisición de contenidos. Incluso aunque fuese así, la falta de financiación combinada con el elevado número de alumnos por clase y la consecuente escasez de materiales, impidió que se desarrollase su programa. La opinión generalizada es que “antes se estudiaba más”. Sin embargo recientes estudios demuestran que eso no es del todo cierto. Según el “Informe sobre Evaluación del Rendimiento Escolar”. (Ver tabla 3).

¹⁰ Orden del 6 de mayo de 1981, BOE N° 18 del 21 de enero de 1981.

¹¹ Anexo, Real Decreto 1006/1991. BOE N° 152. 14 de junio 26 de junio

¹² Ibíd.

Tabla 3. Medias de rendimiento en las áreas evaluadas por líneas curriculares a los 14 años				
Áreas	2º ESO	8º EGB	Media	Diferencias significativas
Comprensión Lectora	221	220	221	1
Gramática y Literatura	222	227	226	-5 (EGB > ESO)
Matemáticas	231	225	227	6 (ESO > EGB)
Ciencias de la Naturaleza (Territorio MEC)	230	230	230	0
Geografía e Historia (Territorio MEC)	229	228	228	1

Los resultados indican un mejor rendimiento de los alumnos de EGB en Gramática y Literatura, y un mejor rendimiento de los alumnos de la ESO en Matemáticas. Sin embargo el rendimiento es el mismo en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza.

Aun con la introducción de valores, el modelo subyacente sigue siendo el de la concepción heredada, ya que subyace una visión rígida de la ciencia. El método científico es presentado como un conjunto de etapas que se suceden mecánicamente, en las que resaltan la observación y de la experimentación objetiva y neutral, dejando de lado la formulación de hipótesis, la duda e incluso la creatividad o la invención. En el fondo, la visión triunfalista de la ciencia y de que *“el desarrollo científico ha dado lugar a apasionantes conocimientos que han ampliado la visión de nosotros mismos y del universo, así como de su pasado y evolución, e incluso de su posible futuro”*¹³ sigue presente.

Con la Educación Secundaria se introduce el conocimiento tecnológico mediante la asignatura de “Tecnología”, pero se considera como ciencia aplicada: *“la tecnología, entendida como el conjunto de actividades y conocimientos científicos y técnicos empleados por el ser humano para la construcción o elaboración de objetos, sistemas o entornos, con el objetivo de resolver problemas y satisfacer necesidades, individuales o colectivas, ha ido adquiriendo una importancia progresiva en la vida de las personas y en el funcionamiento de la sociedad.”*¹⁴ No se tiene en cuenta que la tecnología modifica los propios contenidos científicos, que utiliza datos problemáticos diferentes a los de la ciencia, la especificidad del conocimiento tecnológico ni la dependencia de la tecnología de las habilidades técnicas. Se dan los contenidos científicos por un lado, y los tecnológicos por otro, reduciéndose estos últimos a talleres de tecnología en los que los alumnos montan y desmontan objetos y aparatos. Es una visión artefactual de la tecnología.

Ciertamente, los contenidos en la Educación Primaria y Secundaria para la asignatura “Conocimiento del medio” no han variado mucho, y en general son, *grosso modo*, los siguientes: el conocimiento, el cuidado y el respeto del cuerpo humano; la fauna y la flora, y el respeto hacia ellas; el conocimiento de la organización, las características y las interacciones del entorno natural, social y cultural; el conocimiento de la estructura gubernamental de España y Europa; los valores democráticos y los derechos humanos; algunas nociones sobre la estructura del sistema económico; las fuentes de

¹³ Orden ECI/2220/2007 del 12 de julio. BOE Nº 174. 21 de julio.

¹⁴ *Ibíd.*

energía; los recursos naturales; conocimientos sobre la luz, el sonido, el calor, la humedad y la electricidad; conocimiento de algunos objetos tecnológicos y máquinas; la representación e interpretación de conceptos y procesos del medio natural, social y cultural mediante códigos numéricos, gráficos, cartográficos; el reconocimiento de los cambios y transformaciones relacionadas con el paso del tiempo en el medio natural, social y cultural; el planeta tierra, y el sistema solar.

Los cambios más destacables desde la Ley de 1970 hasta la LOE son:

1. La reestructuración en la distribución de los contenidos.
2. La actualización de los contenidos.
3. La aparición de los contenidos transversales.
4. El incremento del fomento de actitudes ecológicas y sociales.
5. La inclusión de contenidos relacionados con las Tecnologías de la Información y de la Comunicación.
6. La consideración del papel de las mujeres en la historia y otras cuestiones relativas al género.
7. La consideración de problemas propios del presente.

Cuanto más se acerca al presente la asignatura de “Conocimiento del medio”, más fuerte es el intento de fomentar en los alumnos la aplicación del método científico. Así en la Ley de 1970 se pide al alumno que elabore “*informes, cuestionarios, guías de observación, fichas y resúmenes*”¹⁵ con los que se pretendía potenciar “*el enriquecimiento del vocabulario, el uso apropiado de los significados y la exposición clara de los contenidos.*”¹⁶ La aplicación del método científico también está recogida en la LOGSE, en ésta, la creación de informes, conlleva, además de lo mencionado en la Ley de 1970, la formulación de conclusiones y posibles soluciones. Finalmente la LOE amplía la LOGSE en el sentido de que no sólo se pretende que los alumnos recopilen información de distintas fuentes, sino que la obtengan ellos mismos mediante la investigación básica y el uso de aparatos tecnológicos. Además las conclusiones han de realizarse desde una concienciación medioambiental y social. Por ejemplo, el conocimiento del cuerpo permanece prácticamente invariable. Conocer la anatomía del cuerpo humano, los órganos de los sentidos, los aparatos digestivo, respiratorio, excretor y reproductor, el sistema circulatorio, los órganos que intervienen en cada proceso y sus relaciones entre ellos y la salud, la adquisición de hábitos de higiene, son contenidos de esta asignatura. Los primeros auxilios y la prevención de enfermedades domésticas son contenidos que aparecen en la LOGSE y en la LOE.

Con la LOGSE aparecen las aptitudes y los procedimientos en la LOGSE, con la LOE las competencias básicas. Entre ellas destaca la competencia en el conocimiento y la interacción en el mundo físico. Esta competencia supone el desarrollo y aplicación del pensamiento científico-técnico para interpretar la información que se recibe y para predecir y tomar decisiones con iniciativa y autonomía personal en un mundo en el que los avances que se van produciendo en los ámbitos científico y tecnológico tienen una influencia decisiva en la vida personal, la sociedad y el mundo natural. Así mismo implica la diferenciación y valoración del conocimiento científico al lado de otras formas de conocimiento y la utilización de valores y criterios éticos asociados a la ciencia y al desarrollo tecnológico. La aplicación de principios metodológicos, es algo

¹⁵ Ibíd.

¹⁶ Ibíd.

totalmente nuevo, y es que en la Ley de 1970 no tienen la consideración que tienen en las leyes posteriores, no digamos en leyes anteriores. Lo más parecido a una metodología son las “Técnicas de trabajo” que se desarrollan al final de cada bloque temático de cada asignatura, y se desarrolla como tema independiente, en vez de cómo algo transversal.

2.4 La Ciencia en el Bachillerato

En la Ley de 1970 el Bachillerato Unificado Polivalente ofrecía una trayectoria curricular que permitía continuar cualquier otro tipo de estudios (Universitarios o FPPII). Tenía un diseño muy atractivo pero pronto perdió su carácter y en la práctica fue organizado en tres rutas: ciencias, letras y mixtas. Durante algunos años los estudiantes de ciencias fueron mayoritarios, pero, poco a poco, el mixto fue creciendo en importancia de forma que llegó a conformarse como opción mayoritaria. Este Bachillerato pretendía alcanzar una enseñanza de carácter interdisciplinar, en donde los conocimientos no apareciesen segmentados, pero el modelo tradicional se impuso y la vieja diferenciación entre ciencias y letras dominó.

Una pequeña reunificación de los contenidos científicos la encontramos en la asignatura de “Ciencias para el mundo contemporáneo”, sin embargo ésta es en el fondo un intento fracasado por cambiar el enfoque de la enseñanza de la ciencia. Es un intento porque efectivamente hay un cambio de enfoque, solo que éste se limita a abandonar la historia de la ciencia en favor de la ciencia contemporánea, se pasa de estudiar la ciencia hecha a la ciencia que está en proceso de hacerse, pero no problematiza la ciencia, no hay espacio para los riesgos ni para la interdisciplinariedad. Se estudia qué es un transgénico, cómo funciona, las ventajas y las desventajas de su uso, pero se deja de lado la problemática social que genera como por ejemplo el control monopólico que tienen las multinacionales sobre la tecnología o la patente de semillas.

El área que debía impartir esta asignatura fue un asunto que enfrentó a los docentes de las áreas de ciencia y filosofía. Los profesores del área de filosofía consideraban que debía recaer sobre ellos la enseñanza de la asignatura, los profesores del área de ciencias defendían lo contrario. Los primeros argüían que si caía en el área de ciencias se dejarían de lado la exposición y la discusión de argumentos a favor de un planteamiento academicista. Los segundos entendían que la formación científica de los docentes del área de filosofía era insuficiente para enseñar la asignatura. Finalmente, pese a que la solución ideal hubiera sido que se impartiera entre las dos áreas, recayó sobre el área de ciencias.

3. Percepción de la formación científica y tecnológica recibida en la educación formal

Resulta interesante en el estudio de la educación científica, conocer la percepción de que tienen los ciudadanos españoles de la formación científica y tecnológica recibida en la educación formal. En las encuestas de percepción pública de la ciencia de 2004, 2006 y 2008 realizadas por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) encontramos una pregunta relacionada con la formación científico-tecnológica recibida en la escuela:

¿Diría usted que el nivel de la educación científica y técnica que ha recibido es
--

muy alto, alto, normal, bajo o muy bajo?			
	2004	2006	2008
Muy alto/Alto	10,6%	11,1%	8,0%
Normal	22,1%	35,1%	45,4%
Bajo/Muy bajo	65,5%	52,3%	45,8%
NS/NC	1,7%	1,5%	0,8%

La mayoría de los encuestados consideran que el nivel de educación científico-tecnológica es bajo o muy bajo. Si se contempla desde la perspectiva del tiempo, cada vez son menos las personas que están dispuestas a afirmar que el nivel de estudios científicos recibido es muy alto/alto y bajo/muy bajo. Cuanto más reciente es la encuesta, más encuestados afirman que el nivel recibido es normal. Esto puede ser debido a un cambio real en los contenidos de ciencia y tecnología ofrecidos en la enseñanza o bien a una disminución de las expectativas por parte de la población.

En la encuesta de 2008 se incluyó una pregunta para saber en qué etapa la población considera que la formación científico-tecnológica recibida era deficitaria y por tanto debería ser mejorada:

¿En qué etapa considera que debería haber recibido usted una mejor formación científico-tecnológica?	
	2008
Primaria y Secundaria	58,1%
Bachillerato	21,7%
Formación Profesional	6,7%
Universidad	4,2%
En ninguna etapa	9,0%
Otros	6,6%
NS/NC	9,9%

La mayoría de los españoles consideran que la formación científico-tecnológica debería mejorarse en la escuela primaria y secundaria. El cruce de las preguntas revela que la gran mayoría de aquellos que han valorado de bajo o muy bajo su nivel de formación científica consideran que es en la escuela primaria y secundaria donde deberían haber recibido una mejor formación científico-tecnológica. Quizá este dato signifique que cuando la ciencia que se enseña no es ciencia "pura" no se concibe como ciencia.

4. La enseñanza de la ciencia desde el enfoque CTS

Los estudios de Ciencia Tecnología y Sociedad o estudios CTS representan la crítica al modelo tradicional. Son eminentemente interdisciplinarios por concurrir en ellos la historia y la filosofía de la ciencia y de la tecnología, la sociología del conocimiento científico y la teoría de la educación, entre otras, porque enfoque CTS no sólo no se agota en estas disciplinas, sino que está cada vez más presente en otras tan dispares como la bioética o la museología. La caracterización social de los factores responsables del cambio científico es el aspecto más innovador de este nuevo enfoque. La ciencia y la tecnología son procesos o productos inherentemente sociales

en los que los elementos no epistémicos desempeñan un papel decisivo en la generación de las ideas científicas y en los artefactos tecnológicos, y en su posterior consolidación (García Palacios, et. al. 2001).

En el campo de la educación, esta imagen de la ciencia y la tecnología en la sociedad, ha fomentado la aparición de programas y materias CTS como la propuesta desarrollada por el Grupo ARGO formado por profesores y profesoras de filosofía que trabajan en centros de educación secundaria de Asturias. Entienden que los saberes adquiridos en la formación escolar no garantizan por sí solos la creación de las competencias necesarias para la vida de las personas, ya sean profesionales o ciudadanos. Por eso su propuesta está orientada a incorporar nuevas estrategias de formación ciudadana que rompan con las dicotomías tradicionales entre saberes y valores, teoría y práctica, campos tecnocientíficos y campos humanísticos. Para ello toman como referencia la perspectiva de los estudios de Ciencia Tecnología y Sociedad o perspectiva CTS, según la cual, la ciencia y la tecnología debe estar contextualizada en lo social ya que la sociedad actual no se puede entender sin referencia a la ciencia y la tecnología. Para ARGO *“una verdadera formación para la ciudadanía no puede plantearse al margen del desarrollo tecnocientífico, ni tiene sentido una educación tecnocientífica que no incluya el aprendizaje de la participación en decisiones con importantes consecuencias sociales y ambientales”*.

Los programas y materiales pueden clasificarse en tres grupos (Waks, 1990; Kortland, 1992; Sanmartín y Luján López, 1992): Asignaturas de ciencias a las que se les ha añadido contenido temático CTS, especialmente relacionado con aspectos que llevan a los estudiantes a ser más conscientes de las implicaciones de la ciencia y la tecnología.¹⁷ Asignaturas cuyos contenidos se han reestructurado a partir de CTS.¹⁸ Y enseñanza CTS pura, donde el contenido científico juega un papel subordinado y sólo se incluye para enriquecer la explicación de los contenidos CTS¹⁹

Otra área ligada íntimamente a la evolución de la ciencia y a la educación es la que constituyen los museos y centros de ciencia y tecnología. Hasta 1960 el principal objetivo de los museos de ciencias naturales era la acumulación de colecciones, y es que el principal énfasis educativo era proporcionar el acceso a artículos y especímenes raros, nunca antes vistos, o simplemente bellos. Los museos reflejaban una concepción tradicional de la ciencia. El visitante entraba en un museo en el que no había interacción, los artículos o especímenes se encontraban en urnas de cristal, ajenos al paso del tiempo y descontextualizados, la única información disponible la constituía un rótulo a los pies de la vitrina. El debate producido en la educación en los años 60 y 70 hizo que se volviera a plantear el tema de la educación científica en los museos. La idea de que la ciencia no es un cuerpo teórico de conocimiento sino que también incluye una metodología de trabajo propia comenzaba a cobrar fuerza. Los nuevos enfoques de la ciencia permitieron la creación de un tipo de museos concebidos como centros de prácticas o salas de descubrimiento. La idea es descubrir el significado de los objetos, no mediante la exposición a un discurso, sino mediante la propia interacción del sujeto con los objetos.

¹⁷ Ejemplos son: el Proyecto SATIS y el Harvard Project Physics en Estados Unidos y la propuesta del grupo ARGO.

¹⁸ Ejemplos son; el programa neerlandés PLON (Proyecto de Desarrollo Curricular en Física) y el Nuffield Primary Science.

¹⁹ Ejemplo es el programa universitario SISCON (Ciencia en Contexto Social).

Los museos y centros de ciencia constituyen un ambiente apropiado para el aprendizaje de la ciencia. En ellos conviven el rigor científico, la transmisión de conocimiento, el placer del descubrimiento, la comprensión de fenómenos, la sorpresa y la fascinación. Y es que los museos y centros de ciencia son en cierto modo el exponente del modelo actual de aprendizaje, basado en los conceptos de “aprender a aprender” y “aprendizaje para toda la vida”. Por un lado las exhibiciones interactivas permiten hacer explícitas las preconcepciones del visitante y cambiarlas conceptualmente, ampliarlas, reorganizarlas o confirmarlas. Por otro atienden a distintos niveles de formación ya que el visitante puede dedicarle sólo unos segundos a la exhibición, dedicarle un tiempo breve en el que se produce cierta interacción con lo expuesto, o un tiempo moderado cuando el visitante interactúa con lo expuesto y además lee la información disponible y la discute con otra persona. En un museo se entra en relación con muchas cosas en poco tiempo. Algunas de las experiencias que se viven en él aflorarán inmediatamente, otras tardarán semanas, meses e incluso años más tarde.

5. Bibliografía

CAAMAÑO, A (ed.). “Museos de ciencia” en *Alambique*. Octubre-Diciembre 2000. Nº 26.

GARCIA GARRIDO, J.J; BUJ GIMENO, A.; GONZÁLEZ ANLEO, J.; IBÁÑEZ-MARTÍN, J.A.; ORDEN HOZ, A.; PÉREZ IRIARTE, J.L.; RODRIGUEZ DIÉGUEZ, J.L. *Elementos para un diagnóstico del Sistema Educativo Español*. Edición digital. <http://www.ince.mec.es/elem/elem.htm>

GARCÍA PALACIOS, E.M.; GONZÁLEZ GALBARTE, J.C.; LÓPEZ CEREZO, J.A.; LUJÁN LÓPEZ, J.L.; MARTÍN GORDILLO, M.; OSORIO. C.; VALDÉS, C. *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual*. Organización de estados Iberoamericanos. Madrid. 2001.

GONZÁLEZ GARCÍA, M.I.; LÓPEZ CEREZO, J.A.; LUJÁN LÓPEZ, J.L.; MELO MARTÍN, J.L.; MITCHAM, C. *Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Tecnos. Madrid. 1996.

GRUPO ARGO. *Colección: Papeles Iberoamericanos - Materiales para la Educación CTS*. (col.) Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la cultura (OEI). Madrid 2005.

HERRERA ESCUDERO, M.L. *El museo en la educación*. Unigraf. Madrid 1980.

6. Legislación consultada

Real Decreto del 4 de agosto de 1836 por el que se aprueba el Plan General de Instrucción Pública (Duque de Rivas).

Real Decreto del 17 de septiembre de 1845 por el que se aprueba el Plan General de Estudios (Pedro José Pidal).

Ley del 9 de septiembre de 1857 de Instrucción Pública (Ley Moyano).

Ley 14/1970, de 4 de agosto, General de Educación y Financiamiento de la Reforma Educativa. Publicado en el BOE N°. 186, el 6 de agosto de 1970.

Orden de 17 de enero de 1981, por la que se regulan las enseñanzas de Educación Preescolar y del Ciclo Inicial de la Educación General Básica. Publicada en el BOE N° 18, el 21 de enero.

Real Decreto 69/1981, de 9 de enero, por el que se fijan las enseñanzas mínimas para el ciclo inicial de Educación General Básica. Publicado en el BOE N° 15, el 17 de enero.

Orden de 6 de mayo de 1982 por la que se regulan las enseñanzas del Ciclo Medio de la Educación General Básica. Publicado en el BOE N° 115, el 14 de mayo.

Real Decreto 710/1982, de 12 de febrero, por el que se fijan las enseñanzas mínimas para el ciclo medio de la Educación General Básica. Publicado en el BOE N° 90, el 15 de abril.

Orden de 25 de noviembre de 1982 por la que se regulan las enseñanzas del Ciclo Superior de la Educación General Básica. Publicado en el BOE N° 291, el 4 de diciembre.

Real Decreto 3087/1982, de 12 de noviembre, por el que se fijan las enseñanzas mínimas para el ciclo superior de Educación General Obligatoria. Publicado en el BOE N° 280, el 22 de noviembre.

Decreto 160/1975, de 23 de enero, por el que se aprueba el plan de estudios del Bachillerato. Publicado en el BOE N° 38, el 13 de febrero.

Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo. Publicado en el BOE N° 234, el 4 de octubre.

Real Decreto 1330/1991, de 6 de septiembre, por el que se establecen los aspectos básicos del currículo de la Educación Infantil. Publicado en el BOE N° 215, el 7 de septiembre.

Real Decreto 1333/1991, de 6 de septiembre, por el que se establece el currículo de la Educación Infantil. Publicado en el BOE N° 216, el 9 de septiembre.

Real Decreto 1006/1991, de 14 de junio, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. Publicado en el BOE N° 152, el 26 de junio.

Real Decreto 1334/1991 por el que se establece el currículo de la Educación Primaria. Publicado en el BOE N° 220, el 13 de septiembre.

Real Decreto 1007/1991, de 14 de junio, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. Publicado en el BOE N°152, el 26 de junio.

Real Decreto 1345/1991, de 6 de septiembre por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria. Publicado en el BOE N° 220, el 13 de septiembre.

Real Decreto 1178/1992, de 2 de octubre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas del Bachillerato. Publicado en el BOE N° 253, el 21 de octubre.

Real Decreto 1700/1991, de 19 de noviembre, por el que se establece la estructura del Bachillerato. Publicado en el BOE N° 288, el 2 de diciembre.

Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Publicado en el BOE N° 106, el 4 de mayo.

Real Decreto 1630/2006, de 29 de diciembre por el que se establecen las enseñanzas mínimas del segundo ciclo de la Educación Infantil. Publicado en el BOE N° 4, el de enero.

Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación primaria. Publicado en el BOE N°293, el 8 de diciembre.

Orden ECI/2211 2007, de 12 de julio, por la que se establece el currículo y se regula la ordenación de la Educación primaria. Publicado en el BOE N° 173, el 20 de julio.

Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. Publicado en el BOE N° 5, el 5 de enero.

Orden ECI/2220/2007, de 12 de julio, por la que se establece el currículo y se regula la ordenación de la Educación Secundaria Obligatoria. Publicado en el BOE N° 174, el 21 de julio.

Real Decreto 1567/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas. Publicado en el BOE N° 266 el 6 de noviembre.

Orden ESD/1729 2008, de 11 de junio, por la que se regula la ordenación y se establece el currículo del bachillerato. Publicado en el BOE N°147, el 18 de junio.