

## ÍNDICE

<b>PRESENTACIÓN</b> .....	9
<b>1. LAS CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO COMO DISCIPLINA DE ENSEÑANZA</b> .....	11
1.1. Objetivos.....	12
1.2. Las <i>Ciencias para el mundo contemporáneo</i> como disciplina de enseñanza.....	13
1.3. Texto en el que se fijan las enseñanzas mínimas de <i>Ciencias para el mundo contemporáneo</i> (Real Decreto 1467/2007 por el que se establece la estructura del Bachillerato y se fijan las enseñanzas mínimas) .....	17
1.4. La finalidad de la educación científica: ¿ciencias para científicos o ciencias para todas las personas? .....	27
1.5. La situación en España: un debate sin referencias históricas propias.....	29
<b>2. HISTORIA DEL CURRÍCULUM, CULTURAS ESCOLARES Y ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO</b> .....	33
2.1. Objetivos.....	34
2.2. Historia del currículum, culturas escolares y enseñanza de las <i>Ciencias para el mundo contemporáneo</i> .....	35
2.3. De las orientaciones didácticas a la práctica en el aula: las dificultades para conseguir el cambio educativo .....	39
2.4. De los problemas ambientales a los problemas de las CCMC: la función dinamizadora de las auditorías.....	41
2.5. Las auditorías científicas en centros de enseñanza: un compromiso con la educación científica de todas las personas.....	44

<b>3. LA RECUPERACIÓN Y ANÁLISIS DEL MATERIAL CIENTÍFICO DE LOS INSTITUTOS DE ENSEÑANZA SECUNDARIA: UN CONTEXTO DIDÁCTICO FAVORECEDOR PARA LOS NUEVOS PLANTEAMIENTOS .....</b>	<b>49</b>
3.1. Objetivos.....	50
3.2. La recuperación y análisis del material científico de los Institutos de Enseñanza Secundaria: un contexto didáctico favorecedor para los nuevos planteamientos .....	51
3.3. Un campo de investigación emergente: el estudio del patrimonio histórico científico de los Institutos de Enseñanza Secundaria.....	65
3.4. Los instrumentos, aparatos y materiales para la enseñanza de las ciencias experimentales como indicadores de estilos pedagógicos.....	67
3.5. Actividades para toda la clase: alumnos y profesores realizan auditorias científicas y culturales de instrumentos y aparatos históricos .....	77
3.5.1. Ejemplo de actividad práctica: Objetos e instrumentos que han contribuido a la construcción del conocimiento científico: la máquina de Ramsden.....	79
<b>BIBLIOGRAFÍA CITADA.....</b>	<b>85</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>89</b>
<b>I: Publicaciones sobre Institutos españoles .....</b>	<b>91</b>
<b>II: Publicaciones sobre el material científico de los Institutos.....</b>	<b>99</b>

## **1.2. LAS CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO COMO DISCIPLINA DE ENSEÑANZA**

La asignatura *Ciencias para el mundo contemporáneo* (CCMC) se incluye entre las materias comunes a las tres modalidades del Bachillerato (Artes, Ciencias y Tecnología, Humanidades y Ciencias Sociales) establecidas en el Real Decreto 1467/2007 de 2 de noviembre (publicadas en el *BOE* de 6/11/2007) que fija las enseñanzas mínimas para todas las materias. La formación común del Bachillerato, que hasta ahora incluía únicamente materias de humanidades, pasa a completarse con esta nueva asignatura, que pretende contribuir a la mejora de la formación científica de los estudiantes y favorecer la incorporación de la cultura científica a la formación ciudadana.

Hoy en día la ciencia y la tecnología influyen de manera determinante en la sociedad. El conocimiento científico está cada vez más socializado y contextualizado. Los problemas no se plantean únicamente en el ámbito estructural y epistemológico de la disciplina de referencia. Los problemas se plantean y desarrollan esencialmente en el contexto de aplicación, lo que exige considerar campos distintos de conocimiento y nuevas estructuras interdisciplinarias.

La educación científica y tecnológica de todas las personas, hoy más que nunca, adquiere una importancia esencial. Las ciencias y las tecnologías están en el centro de los debates más importantes de carácter político, social, y ético. La *Declaración sobre la Ciencia y el uso del saber científico*, acordada en el marco de la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI, organizada por la UNESCO en el verano de 1999 en Budapest, explica cómo las ciencias deben estar al servicio del conjunto de la humanidad y contribuir a dotar a todas las personas de una comprensión más profunda de la naturaleza y la sociedad, una mejor calidad

de vida y un entorno sano y sostenible para las generaciones presentes y futuras.

Además de sus ventajas manifiestas, las aplicaciones de los avances científicos y tecnológicos, el desarrollo y la expansión de la actividad de los seres humanos han provocado también la degradación del medio ambiente y catástrofes tecnológicas, y han contribuido al desequilibrio social o la exclusión.

En nuestros días, aunque se perfilan avances científicos sin precedentes, hace falta un debate democrático vigoroso y bien fundado sobre la producción y la aplicación del saber científico. La comunidad científica y los políticos deberían tratar de fortalecer la confianza de los ciudadanos en la ciencia y el apoyo que le prestan mediante ese debate. Para hacer frente a los problemas éticos, sociales, culturales, ambientales, económicos, sanitarios y de equilibrio entre los géneros, es indispensable intensificar los esfuerzos interdisciplinarios.

La enseñanza científica, en sentido amplio, sin discriminación y que abarque todos los niveles y modalidades, es un requisito previo esencial de la democracia y el desarrollo sostenible. Hoy más que nunca es necesario fomentar y difundir la alfabetización científica en todas las culturas y todos los sectores de la sociedad, así como las capacidades de razonamiento, las competencias prácticas y una apreciación de los principios éticos, a fin de mejorar la participación de los ciudadanos en la adopción de decisiones relativas a la aplicación de los nuevos conocimientos.

Pero además, tal y como se explica en la presentación de la nueva materia (CCMC), es necesario reflexionar sobre la propia naturaleza de la ciencia que se enseña. Ha pasado más de medio siglo desde que comenzaron a surgir fuertes críticas al positivismo lógico y la concepción heredada. Sin embargo, la influencia social de estas concepciones continúa siendo muy grande. El estereotipo social dominante sobre la ciencia, el que poseen muchos profesores y alumnos e incluso muchos científicos, se basa en la imagen de un conocimiento positivo, pragmático, empírico y metodológicamente eficaz y seguro.

La visión algorítmica de la metodología científica, entendida como una sucesión de etapas establecidas y ordenadas de antemano, sigue siendo actualmente una concepción muy extendida entre alumnos y profesores.

Son numerosos los estudios que muestran la discrepancia entre la visión de la ciencia proporcionada por la epistemología contemporánea y la concepción docente, ampliamente extendida, empirista y ateorica, según la cual la evidencia experimental es la fuente fundamental del conocimiento científico. Se trata, además, de una visión donde los conceptos y principios científicos no se relacionan con los problemas que los originaron. Tampoco se consideran las crisis, reformulaciones o retrocesos en el proceso de construcción del conocimiento, ya que este tendría siempre un carácter acumulativo y positivo.

La educación científica de la ciudadanía debe permitir una nueva visión de la ciencia y el enriquecimiento intelectual y ético de la población. La ciencia y la tecnología y sus avances afectan a la vida cotidiana de todas las personas. Diariamente nos enfrentamos con temas públicos (como la superpoblación, la inmigración, el consumo de gasolina o el uso de transporte público, etc.) cuya discusión y toma de decisiones exige ciertos conocimientos científicos básicos. Hay que ser capaz de situar los nuevos conocimientos en un contexto tal que se pueda dar un debate generalizado acerca de ellos y tomar parte en él, tomar decisiones o hacer que se tomen.

A finales de junio de 2008, La Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) y el Instituto Superior de Formación del Profesorado del Ministerio de Educación y Ciencia desarrollaron conjuntamente unas jornadas en torno a la implantación de la nueva asignatura. En el transcurso de estas jornadas intervino Andrew Hunt, codirector del proyecto *Ciencias del siglo XXI* y uno de los principales impulsores en el Reino Unido de la asignatura *Science in Society* (Ciencia en Sociedad). Desde su experiencia en una disciplina análoga, explicó cómo debería estructurarse el currículo de la nueva materia y cuáles deberían ser sus principales componentes. Por una parte, los alumnos necesitan aprender algo de ciencias, pero además en un curso de estas características necesitan también aprender la interacción entre ciencias y sociedad.

Lo esencial es saber escoger un tema interesante, actual y controvertido, como por ejemplo el cambio climático o la biodiversidad, y abordarlo de tal modo que se convierta en algo interesante también para los estudiantes, aprovechando esta circunstancia para hacerles conocer los fundamentos científicos de los asuntos que se tratan. Uno de los principales problemas

de cualquier asignatura es conseguir hacerla atractiva e interesante a los alumnos, y la elección de las actividades que sean las mejores para desarrollar la curiosidad y la alfabetización científicas en los estudiantes, ya que tratando con cosas que son reales, los alumnos sienten que están discutiendo y decidiendo sobre asuntos que reconocen, los mismos sobre los que debaten los adultos.

En estas mismas jornadas se desarrollaron una serie de talleres y seminarios y se presentó el libro editado por la FECYT *Ciencias para el Mundo Contemporáneo. Aproximaciones didácticas*.<sup>1</sup> Tanto en las unidades didácticas propuestas en el libro, como en los trabajos expuestos en los talleres, se ofrecía una visión general sobre la orientación que debería tener la nueva materia. Orientación que podemos resumir en los siguientes puntos:

- La enseñanza de las *Ciencias para el mundo contemporáneo* no tiene ningún sentido como proceso meramente informativo, orientado desde una dimensión puramente disciplinar de transmisión de conocimientos.
- Las actividades de enseñanza deben plantearse en torno a problemas científicos que tengan una incidencia directa y real en la vida cotidiana de los alumnos.
- Es necesario cambiar los métodos para favorecer el aprendizaje en diferentes contextos y a través de múltiples medios. Es preciso, también, cambiar el programa para conseguir el estudio más profundo de menos temas.
- Se debe tratar de integrar la educación formal y la educación no formal, con el fin de facilitar experiencias, desarrollar competencias y conseguir compromisos de actuación de los estudiantes.
- Se trata de transformar las ciencias que se estudian en el Instituto, con una intención puramente académica y cuyo campo de acción y aplicación rara vez traspasa los límites escolares, en ciencias útiles para la vida.

---

<sup>1</sup> Accesible en: <http://www.fecyt.es/fecyt/docs/tmp/908170205.pdf>

### **1.3. TEXTO EN EL QUE SE FIJAN LAS ENSEÑANZAS MÍNIMAS DE CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO**

**(Real Decreto 1467/2007 por el que se establece la estructura del Bachillerato y se fijan las enseñanzas mínimas)**

#### **Ciencias para el mundo contemporáneo**

A partir de la segunda mitad del siglo XIX, y a lo largo del siglo XX, la humanidad ha adquirido más conocimientos científicos y tecnológicos que en toda su historia anterior. La mayor parte de estos conocimientos han dado lugar a numerosas aplicaciones que se han integrado en la vida de los ciudadanos, quienes las utilizan sin cuestionar, en muchos casos, su base científica, la incidencia en su vida personal o los cambios sociales que se derivan de ellas.

Los medios de comunicación presentan de forma casi inmediata los debates científicos y tecnológicos sobre temas actuales. Cuestiones como la ingeniería genética, los nuevos materiales, las fuentes de energía, el cambio climático, los recursos naturales, las tecnologías de la información, la comunicación y el ocio o la salud son objeto de numerosos artículos e, incluso, de secciones especiales en la prensa.

Los ciudadanos del siglo XXI, integrantes de la denominada «sociedad del conocimiento», tienen el derecho y el deber de poseer una formación científica que les permita actuar como ciudadanos autónomos, críticos y responsables. Para ello es necesario poner al alcance de todos los ciudadanos esa cultura científica imprescindible y buscar elementos comunes en el saber que todos deberíamos compartir. El reto para una sociedad democrática es que la ciudadanía tenga conocimientos suficientes para tomar decisiones reflexivas y fundamentadas sobre temas científico-técnicos de incuestionable trascendencia social y poder participar democráticamente en la sociedad para avanzar hacia un futuro sostenible para la humanidad.

Esta materia, común para todo el alumnado, debe contribuir a dar una respuesta adecuada a ese reto, por lo que es fundamental que la aproximación a la misma sea funcional y trate de responder a interrogantes sobre temas de índole científica y tecnológica con gran incidencia social. No se puede limitar a suministrar respuestas, por el contrario ha de aportar los

medios de búsqueda y selección de información, de distinción entre información relevante e irrelevante, de existencia o no de evidencia científica, etc. En definitiva, deberá ofrecer a los estudiantes la posibilidad de aprender a aprender, lo que les será de gran utilidad para su futuro en una sociedad sometida a grandes cambios fruto de las revoluciones científico-tecnológicas, marcada por intereses y valores particulares a corto plazo, que están provocando graves problemas ambientales y a cuyo tratamiento y resolución pueden contribuir la ciencia y la tecnología.

Además, contribuye a la comprensión de la complejidad de los problemas actuales y las formas metodológicas que utiliza la ciencia para abordarlos, el significado de las teorías y modelos como explicaciones humanas a los fenómenos de la naturaleza, la provisionalidad del conocimiento científico y sus límites. Asimismo, ha de incidir en la conciencia de que la ciencia y la tecnología son actividades humanas incluidas en contextos sociales, económicos y éticos que les transmiten su valor cultural. Por otra parte, el enfoque debe huir de una ciencia academicista y formalista, apostando por una ciencia no exenta de rigor. Pero que tenga en cuenta los contextos sociales y el modo en que los problemas afectan a las personas de forma global y local.

Estos principios presiden la selección de los objetivos, contenidos y criterios de evaluación de la materia. Todos estos elementos están dirigidos a tratar de lograr tres grandes finalidades: conocer algunos aspectos de los temas científicos actuales objeto de debate con sus implicaciones pluridisciplinarias y ser consciente de las controversias que suscitan; familiarizarse con algunos aspectos de la naturaleza de la ciencia y el uso de los procedimientos más comunes que se utilizan para abordar su conocimiento; y adquirir actitudes de curiosidad, antidogmatismo, tolerancia y tendencia a fundamentar las afirmaciones y las refutaciones.

Los contenidos giran alrededor de la información y la comunicación, la necesidad de caminar hacia un desarrollo sostenible del planeta, la salud como resultado de factores ambientales y responsabilidad personal, los avances de la genética y el origen del universo y de la vida. Todos ellos interesan a los ciudadanos, son objeto de polémica y debate social y pueden ser tratados desde perspectivas distintas, lo que facilita la comprensión de que la ciencia no afecta sólo a los científicos, sino que forma parte del acervo cultural de todos.

## Objetivos

La enseñanza de las *Ciencias para el mundo contemporáneo* en el Bachillerato tendrá como objetivo el desarrollo de las siguientes capacidades:

1. Conocer el significado cualitativo de algunos conceptos, leyes y teorías, para formarse opiniones fundamentadas sobre cuestiones científicas y tecnológicas, que tengan incidencia en las condiciones de vida personal y global y sean objeto de controversia social y debate público.
2. Plantearse preguntas sobre cuestiones y problemas científicos de actualidad y tratar de buscar sus propias respuestas, utilizando y seleccionando de forma crítica información proveniente de diversas fuentes.
3. Obtener, analizar y organizar informaciones de contenido científico, utilizar representaciones y modelos, hacer conjeturas, formular hipótesis y realizar reflexiones fundadas que permitan tomar decisiones fundamentadas y comunicarlas a los demás con coherencia, precisión y claridad.
4. Adquirir una imagen coherente de las tecnologías de la información, la comunicación y el ocio presentes en su entorno, propiciando un uso sensato y racional de las mismas para la construcción del conocimiento científico, la elaboración del criterio personal y la mejora del bienestar individual y colectivo.
5. Argumentar, debatir y evaluar propuestas y aplicaciones de los conocimientos científicos de interés social relativos a la salud, el medio ambiente, los materiales, las fuentes de energía, el ocio, etc, para poder valorar las informaciones científicas y tecnológicas de los medios de comunicación de masas y adquirir independencia de criterio.
6. Poner en práctica actitudes y valores sociales como la creatividad, la curiosidad, el antidogmatismo, la reflexión crítica y la sensibilidad ante la vida y el medio ambiente, que son útiles para el avance personal, las relaciones interpersonales y la inserción social.
7. Valorar la contribución de la ciencia y la tecnología a la mejora de la calidad de vida, reconociendo sus aportaciones y sus limitaciones como empresa humana cuyas ideas están en continua evolución y condicionadas al contexto cultural y social en el que se desarrollan.

8. Reconocer en algunos ejemplos concretos la influencia recíproca entre el desarrollo científico y tecnológico y los contextos sociales, políticos, económicos, religiosos, educativos y culturales en que se produce el conocimiento y sus aplicaciones.

## **Contenidos**

### **1. Contenidos comunes:**

- Distinción entre las cuestiones que pueden resolverse mediante respuestas basadas en observaciones y datos científicos de aquellas otras que no pueden solucionarse desde la ciencia.
- Búsqueda, comprensión y selección de información científica relevante de diferentes fuentes para dar respuesta a los interrogantes, diferenciando las opiniones de las afirmaciones basadas en datos.
- Análisis de problemas científico-tecnológicos de incidencia e interés social, predicción de su evolución y aplicación del conocimiento en la búsqueda de soluciones a situaciones concretas.
- Disposición a reflexionar científicamente sobre cuestiones de carácter científico y tecnológico para tomar decisiones responsables en contextos personales y sociales.
- Reconocimiento de la contribución del conocimiento científico-tecnológico a la comprensión del mundo, a la mejora de las condiciones de vida de las personas y de los seres vivos en general, a la superación de la obiedad, a la liberación de los prejuicios y a la formación del espíritu crítico.
- Reconocimiento de las limitaciones y errores de la ciencia y la tecnología, de algunas aplicaciones perversas y de su dependencia del contexto social y económico, a partir de hechos actuales y de casos relevantes en la historia de la ciencia y la tecnología.

### **2. Nuestro lugar en el Universo:**

- El origen del Universo. La génesis de los elementos: polvo de estrellas. Exploración del sistema solar.

- La formación de la Tierra y la diferenciación en capas. La tectónica global.
- El origen de la vida. De la síntesis prebiótica a los primeros organismos: principales hipótesis.
- Del fijismo al evolucionismo. La selección natural darwiniana y su explicación genética actual.
- De los homínidos fósiles al *Homo sapiens*. Los cambios genéticos condicionantes de la especificidad humana.

### **3. Vivir más, vivir mejor:**

- La salud como resultado de los factores genéticos, ambientales y personales. Los estilos de vida saludables.
- Las enfermedades infecciosas y no infecciosas. El uso racional de los medicamentos. Transplantes y solidaridad.
- Los condicionamientos de la investigación médica. Las patentes. La sanidad en los países de bajo desarrollo.
- La revolución genética. El genoma humano. Las tecnologías del ADN recombinante y la ingeniería genética. Aplicaciones.
- La reproducción asistida. La clonación y sus aplicaciones. Las células madre. La Bioética.

### **4. Hacia una gestión sostenible del planeta:**

- La sobreexplotación de los recursos: aire, agua, suelo, seres vivos y fuentes de energía. El agua como recurso limitado.
- Los impactos: la contaminación, la desertización, el aumento de residuos y la pérdida de biodiversidad. El cambio climático.
- Los riesgos naturales. Las catástrofes más frecuentes. Factores que incrementan los riesgos.
- La gestión sostenible de la Tierra. Principios generales de sostenibilidad económica, ecológica y social. Los compromisos internacionales y la responsabilidad ciudadana.

## **5. Nuevas necesidades, nuevos materiales:**

- La humanidad y el uso de los materiales. Localización, producción y consumo de materiales: control de los recursos.
- Algunos materiales naturales. Los metales, riesgos a causa de su corrosión. El papel y el problema de la deforestación.
- El desarrollo científico-tecnológico y la sociedad de consumo: agotamiento de materiales y aparición de nuevas necesidades, desde la medicina a la aeronáutica.
- La respuesta de la ciencia y la tecnología. Nuevos materiales: los polímeros. Nuevas tecnologías: la nanotecnología.
- Análisis medioambiental y energético del uso de los materiales: reutilización y reciclaje. Basuras.

## **6. La aldea global. De la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento:**

- Procesamiento, almacenamiento e intercambio de la información. El salto de lo analógico a lo digital.
- Tratamiento numérico de la información, de la señal y de la imagen.
- Internet, un mundo interconectado. Compresión y transmisión de la información. Control de la privacidad y protección de datos.
- La revolución tecnológica de la comunicación: ondas, cable, fibra óptica, satélites, ADSL, telefonía móvil, GPS, etc. Repercusiones en la vida cotidiana.

## **Criterios de evaluación**

1. Obtener, seleccionar y valorar informaciones sobre distintos temas científicos y tecnológicos de repercusión social y comunicar conclusiones e ideas en distintos soportes a públicos diversos, utilizando eficazmente las tecnologías de la información y comunicación, para formarse opiniones propias argumentadas.

Se pretende evaluar la capacidad del alumnado para realizar las distintas fases (información, elaboración, presentación) que comprende la formación de una opinión argumentada sobre las consecuencias sociales de temas científico-tecnológicos como investigación médica y enfermedades de mayor incidencia, el control de los recursos, los nuevos materiales y nuevas tecnologías frente al agotamiento de recursos, las catástrofes naturales, la clonación terapéutica y reproductiva, etc., utilizando con eficacia los nuevos recursos tecnológicos y el lenguaje específico apropiado.

2. Analizar algunas aportaciones científico-tecnológicas a diversos problemas que tiene planteados la humanidad, y la importancia del contexto político-social en su puesta en práctica, considerando sus ventajas e inconvenientes desde un punto de vista económico, medioambiental y social.

Se trata de evaluar si el alumnado es capaz de analizar aportaciones realizadas por la ciencia y la tecnología como los medicamentos, la investigación embrionaria, la radioactividad, las tecnologías energéticas alternativas, las nuevas tecnologías, etc, para buscar soluciones a problemas de salud, de crisis energética, de control de la información, etc., considerando sus ventajas e inconvenientes así como la importancia del contexto social para llevar a la práctica algunas aportaciones, como la accesibilidad de los medicamentos en el Tercer Mundo, los intereses económicos en las fuentes de energía convencionales, el control de la información por los poderes, etc.

3. Realizar estudios sencillos sobre cuestiones sociales con base científico-tecnológica de ámbito local, haciendo predicciones y valorando las posturas individuales o de pequeños colectivos en su posible evolución.

Se pretende evaluar si el alumnado puede llevar a cabo pequeñas investigaciones sobre temas como la incidencia de determinadas enfermedades, el uso de medicamentos y el gasto farmacéutico, el consumo energético o de otros recursos, el tipo de basuras y su reciclaje, los efectos locales del cambio climático, etc, reconociendo las variables implicadas y las acciones que pueden incidir en su modificación y evolución, y valorando la importancia de las acciones individuales y colectivas, como el ahorro, la participación social, etc.

4. Valorar la contribución de la ciencia y la tecnología a la comprensión y resolución de los problemas de las personas y de su calidad de vida, mediante una metodología basada en la obtención de datos, el razona-

miento, la perseverancia y el espíritu crítico, aceptando sus limitaciones y equivocaciones propias de toda actividad humana.

Se pretende conocer si el alumnado ha comprendido la contribución de la ciencia y la tecnología a la explicación y resolución de algunos problemas que preocupan a los ciudadanos relativos a la salud, el medio ambiente, nuestro origen, el acceso a la información, etc., y es capaz de distinguir los rasgos característicos de la investigación científica a la hora de afrontarlos, valorando las cualidades de perseverancia, espíritu crítico y respeto por las pruebas. Asimismo, deben saber identificar algunas limitaciones y aplicaciones inadecuadas debidas al carácter falible de la actividad humana.

5. Identificar los principales problemas ambientales y los factores que los intensifican; predecir sus consecuencias y argumentar sobre la necesidad de una gestión sostenible de la Tierra, siendo conscientes de la importancia de la sensibilización ciudadana para actuar sobre los problemas ambientales locales.

Se trata de evaluar si conocen los principales problemas ambientales, como el agotamiento de los recursos, el incremento de la contaminación, el cambio climático, la desertización, los residuos y la intensificación de las catástrofes; saben establecer relaciones causales con los modelos de desarrollo dominantes, y son capaces de predecir consecuencias y de argumentar sobre la necesidad de aplicar los modelos de desarrollo sostenible y mostrar mayor sensibilidad ciudadana para actuar sobre los problemas ambientales cercanos.

6. Conocer y valorar las aportaciones de la ciencia y la tecnología a la mitigación de los problemas ambientales mediante la búsqueda de nuevos materiales y nuevas tecnologías, en el contexto de un desarrollo sostenible.

Se pretende evaluar si el alumnado conoce los nuevos materiales y las nuevas tecnologías (búsqueda de alternativas a las fuentes de energía convencionales, disminución de la contaminación y de los residuos, lucha contra la desertización y mitigación de catástrofes), valorando las aportaciones de la ciencia y la tecnología en la disminución de los problemas ambientales dentro de los principios de la gestión sostenible de la tierra.

7. Diferenciar los tipos de enfermedades más frecuentes, identificando algunos indicadores, causas y tratamientos más comunes, valorando la

importancia de adoptar medidas preventivas que eviten los contagios, que prioricen los controles periódicos y los estilos de vida saludables sociales y personales.

Se pretende constatar si el alumnado conoce las enfermedades más frecuentes en nuestra sociedad y sabe diferenciar las infecciosas de las demás, señalando algunos indicadores que las caracterizan y algunos tratamientos generales (fármacos, cirugía, transplantes, psicoterapia), valorando si es consciente de la incidencia en la salud de los factores ambientales del entorno y de la necesidad de adoptar estilos de vida saludables y prácticas preventivas.

8. Conocer las bases científicas de la manipulación genética y embrionaria, y valorar los pros y contras de sus aplicaciones y entender la controversia internacional que han suscitado, siendo capaces de fundamentar la existencia de un Comité de Bioética que defina sus límites en un marco de gestión responsable de la vida humana.

Se trata de constatar si los estudiantes han comprendido y valorado las posibilidades de la manipulación del ADN y de las células embrionarias; conocen las aplicaciones de la ingeniería genética en la producción de fármacos, transgénicos y terapias génicas y entienden las repercusiones de la reproducción asistida, la selección y conservación de embriones y los posibles usos de la clonación. Asimismo, deben ser conscientes del carácter polémico de estas prácticas y ser capaces de fundamentar la necesidad de un organismo internacional que arbitre en los casos que afecten a la dignidad humana.

9. Analizar las sucesivas explicaciones científicas dadas a problemas como el origen de la vida o del universo; haciendo hincapié en la importancia del razonamiento hipotético-deductivo, el valor de las pruebas y la influencia del contexto social, diferenciándolas de las basadas en opiniones o creencias.

Se pretende evaluar si el alumnado puede discernir las explicaciones científicas a problemas fundamentales que se ha planteado la humanidad sobre su origen de aquellas que no lo son; basándose en características del trabajo científico como la existencia de pruebas de evidencia científica frente a las opiniones o creencias. Asimismo, deberá analizar la influencia del contexto social para la aceptación o rechazo de determinadas explicaciones científicas, como el origen físico-químico de la vida o el evolucionismo.

- 10.** Conocer las características básicas, las formas de utilización y las repercusiones individuales y sociales de los últimos instrumentos tecnológicos de información, comunicación, ocio y creación, valorando su incidencia en los hábitos de consumo y en las relaciones sociales.

Se pretende evaluar la capacidad de los alumnos para utilizar las tecnologías de la información y la comunicación para obtener, generar y transmitir informaciones de tipo diverso, y de apreciar los cambios que las nuevas tecnologías producen en nuestro entorno familiar, profesional, social y de relaciones para actuar como consumidores racionales y críticos valorando las ventajas y limitaciones de su uso.

**Actividad 1:**

Resuma y comente la *Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico* (UNESCO, 1999):

[http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion\\_s.htm](http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm)

**Actividad 2:**

Uno de los objetivos de las CCMC es: *Poner en práctica actitudes y valores sociales como la creatividad, la curiosidad, el antidogmatismo, la reflexión crítica y la sensibilidad ante la vida y el medio ambiente, que son útiles para el avance personal, las relaciones interpersonales y la inserción social.* Explique los criterios de evaluación propuestos en el Real Decreto citado, que estarían relacionados con la consecución de este objetivo.

**Actividad 3:**

Indique tres características del currículo de las CCMC que considere que podrían marcar las diferencias más significativas entre la enseñanza de esta materia y la de las asignaturas de ciencias que tradicionalmente se imparten en el Bachillerato.

#### **1.4. LA FINALIDAD DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA: ¿CIENCIAS PARA CIENTÍFICOS O CIENCIAS PARA TODAS LAS PERSONAS?**

A finales de los años setenta la administración educativa inglesa recogía en sus informes, propuestas y documentos oficiales el concepto *Ciencia para todos*. Desde esta perspectiva, se considera que la educación científica debe estar dirigida a todos, no sólo a los futuros estudiantes de carreras científicas o técnicas, puesto que todos los ciudadanos tienen derecho a comprender y participar en la resolución de problemas de la vida cotidiana que precisan de conocimientos científicos. De este modo, la ciencia debería de formar parte del currículum de todos los alumnos en la educación obligatoria. *Ciencia para todos* se convierte así en un eslogan que suena bien, que se acepta y se difunde rápidamente. Pero la idea es compleja y puede interpretarse, al menos, de dos formas muy distintas. En un sentido, *Ciencia para todos* consistiría en que todos los alumnos estudiaran algo de ciencia, aunque ésta fuera radicalmente distinta según a qué centros y alumnos estuviese dirigida. En el otro sentido, se trataría de impartir el mismo programa de ciencias a todos los alumnos, es decir, establecer un currículum científico común y obligatorio para todas las escuelas y todos los alumnos.

La primera opción, que se aproxima a los modelos más comunes y tradicionales de programas escolares, favorece claramente una discriminación educativa: programas de alto nivel científico para unos pocos elegidos (social y / o intelectualmente) y ciencia escolar de bajo status para la mayoría. La segunda opción requiere el desarrollo de un currículum de ciencias adaptado a las necesidades, intereses, aspiraciones y capacidades de todos los estudiantes. Desde esta perspectiva, la idea de «ciencia para todas las personas» significa una enseñanza de las ciencias que no excluya a nadie y se relaciona con los principios educativos de comprensividad y equidad. El lema de «ciencia para todas las personas» se refiere a cómo hacer más accesible, interesante y significativa la ciencia escolar y, sobre todo, darle relevancia para cada alumno.

Lo que distinguiría a un currículum diseñado desde esta perspectiva es su finalidad educativa: ofrecer experiencias significativas de ciencias y actividades científicas para todos los alumnos, que les permitan alcanzar grados de alfabetización científica para ser participantes activos en una socie-

dad democrática. Como veremos más adelante, aceptar este enfoque no es algo sencillo y condicionará la toma de decisiones no solo sobre la naturaleza de los contenidos que se incluyen en los programas de ciencias, sino también sobre la orientación pedagógica que se dará a su enseñanza.

En los primeros años setenta se originó el movimiento *Ciencia, Tecnología, Sociedad* (CTS), como una respuesta al desgaste de los programas tradicionales de enseñanza de las ciencias. Se hacen referencias a la necesidad de sacar a los científicos de su torre de marfil y a la importancia de reconciliar la ciencia con la sociedad. Se considera que la enseñanza de las ciencias se ha vuelto demasiado teórica y distante de la vida cotidiana. En una primera fase de desarrollo, en la que se celebran numerosos seminarios, reuniones y congresos sobre el tema, las discusiones de científicos y educadores se enfocan hacia la identificación de las características deseables para los programas CTS. Se piensa que la enseñanza de las ciencias orientada desde la perspectiva CTS debe ir más allá de una serie de clases impartidas y de unos contenidos escritos en el texto, debe partir de la curiosidad del alumno y de sus propios intereses mediante la identificación de problemas de ámbito local, como pueden ser los relacionados con el respeto por la naturaleza, el impacto tecnológico ambiental o la salud pública.

Esencialmente, el enfoque CTS incorpora a la enseñanza de las ciencias actividades que permitan situar los contenidos científicos más o menos tradicionales en un contexto cotidiano y motivador para el alumno. Pero además, determina unas fuentes de contenidos específicos del enfoque, como son la historia y naturaleza de la ciencia, los límites éticos de la ciencia o las relaciones entre ciencia, economía y medio ambiente.

En los últimos años, dentro del propio movimiento CTS surge la corriente *Alfabetización Científica y Técnica*. El cambio de terminología se basa en una metáfora afortunada: del mismo modo que en su momento fue necesario enseñar a leer y a escribir, alfabetizar a la población para su inserción en la sociedad, ciertos conocimientos científicos son hoy día indispensables para desenvolverse en un mundo dominado por las tecnociencias. Todos necesitamos utilizar la información científica para adoptar cada día decisiones acerca de asuntos importantes relacionados con el desarrollo científico y tecnológico: opciones sobre usos de la energía, situación de las antenas de telefonía móvil, tecnología de los alimentos (alimentos manipulados genéticamente, crisis de las vacas locas), problemas de ética biológica, etc.

Pero el significado de la metáfora es mucho más amplio que la simple analogía entre los movimientos de alfabetización en sentido estricto y la alfabetización científica. Desde una visión restringida de la cuestión, alfabetización científica equivaldría a conocer el vocabulario científico: los conceptos. Sin embargo, la corriente de pensamiento que hay detrás de esta metáfora va mucho más allá: las ciencias no se consideran un fin en si mismas, no producen verdades absolutas y universales, son solo una mediación para la vida social. Su aparición se relaciona con los problemas de gestión de las grandes tecnologías, los accidentes que éstas han causado, la contaminación, la persistencia del subdesarrollo, etc.

Se considera que la alfabetización científica es uno de los retos más acuciantes de la sociedad actual. Ello implica comprender y aceptar la necesidad de una educación científica para todos, pero, al mismo tiempo, tener en cuenta las dificultades que la misma plantea. En este sentido, hablar de alfabetización científica, de ciencia para todos, supone —como veíamos al inicio— proponer un mismo currículo básico para todos los alumnos y pensar estrategias que limiten la incidencia de las desigualdades sociales en el campo educativo. Pero ¿cuál debería de ser ese currículo científico básico? Aparecen algunos elementos comunes en las diversas propuestas que se han realizado: alfabetización científica práctica (permitiría utilizar los conocimientos científicos en la vida diaria, para mejorarla), cívica (facilitaría criterio científico a la hora de tomar decisiones sociales o políticas) y cultural (relacionada con la propia naturaleza del conocimiento científico como cultura humana).

### **1.5. LA SITUACIÓN EN ESPAÑA: UN DEBATE SIN REFERENCIAS HISTÓRICAS PROPIAS**

Hasta aquí hemos procurado presentar de manera esquemática los rasgos distintivos de tres movimientos o corrientes de pensamiento surgidos en los últimos años, con la finalidad común de orientar los programas de ciencias de forma alternativa a los modelos tradicionales. Las finalidades son comunes. De hecho, en la abundante bibliografía sobre el tema se utilizan indistintamente, en muchas ocasiones, unos u otros términos con idéntico sentido. Pero hay algo más que tienen en común estos movimientos: *Ciencia para todos*, *CTS* y *Alfabetización Científica y Técnica* son pro-

puestas que surgen siempre en Gran Bretaña o los EE UU y se desarrollan fundamentalmente en la zona de influencia del idioma<sup>2</sup>. Desde hace varias décadas y de manera más o menos recurrente, en estos países surgen voces que denuncian el escaso éxito de la enseñanza de las ciencias experimentales: los alumnos apenas están preparados para utilizar las ciencias en la vida cotidiana y cada vez muestran un mayor grado de rechazo hacia estos estudios. Sin embargo, desde otras posiciones, se defendía y se defiende la importancia de impartir programas *clásicos* de ciencias, como modo de garantizar la preparación de los alumnos para futuros estudios: se reabre pues, una y otra vez, el debate sobre el carácter y la finalidad que debería tener la enseñanza de las ciencias en los niveles escolares obligatorios.

De este modo, se contrastan propuestas y prácticas educativas innovadoras con prácticas y propuestas más clásicas o tradicionales para la enseñanza de las ciencias. Esta confrontación de enfoques de los programas es posible, sobre todo, en los países en los que la enseñanza escolar de las ciencias cuenta con una gran tradición: en las escuelas inglesas, desde mediados del siglo XIX, se ensayan, se ponen en práctica y se evalúan programas y materiales para la enseñanza de las ciencias. En España, la enseñanza de las ciencias no fue obligatoria en las escuelas hasta principios del siglo XX y, durante muchos años, su inclusión en los horarios tuvo un carácter puramente formal (Bernal Martínez, 2003).

En cuanto a la segunda enseñanza, desde posiciones cercanas a la Institución Libre de Enseñanza se pretendía que fuera continuación de la educación primaria, formativa e integral. Sin embargo, en la mayoría de los Institutos de Enseñanza Secundaria de España la educación científica tenía un marcado carácter instructivo, de preparación para los estudios superiores de sólo unos pocos, y excluía prácticamente a la mujer. Las materias de ciencias experimentales presentaban una estructura compartimentalizada, siguiendo el modelo de las disciplinas universitarias. Esta orientación de los programas conducía inexorablemente a una metodolo-

---

<sup>2</sup> La génesis y difusión de la corriente *Alfabetización Científica y Técnica*, presenta algunos rasgos diferenciadores. En principio, la metáfora se atribuye al físico belga Gérard Fourez y, además de los países anglosajones, la idea se extiende rápidamente en los países del norte de Europa y Francia. Por otra parte, es necesario reseñar el importante esfuerzo que se está haciendo en este sentido desde la sección CTS+I de la OEI (*Organización de Estados Iberoamericanos*, <<http://www.oei.es>>), por propiciar y difundir las propuestas y experiencias sobre alfabetización científica de todas las personas.

gía esencialmente expositiva, basada en los libros de texto —de carácter enciclopédico y poco actualizados— que ocasionalmente utilizaba láminas, grabados o arcaicos aparatos científicos de demostración (Bernal y López, 2005).

Pensamos que las palabras de Luis Cañadas, maestro de Olula del Río en 1926, pueden reflejar muy bien cuál era la situación de las enseñanzas científicas en España:

Puede decirse que no es solo en la escuela primaria sino también en la enseñanza especial del Magisterio y en la del Bachillerato donde las ciencias físico-naturales no tienen la importancia que merecen. En las escuelas nacionales de primera enseñanza está reducido el cultivo de estas disciplinas al estudio mnemónico de un librito. Otras veces el maestro da una simple explicación oral a los niños. Y esto es todo. De experimentación, de interés y actividad del niño nada.

(...) En las mismas normales las asignaturas físico-naturales se hallan postergadas con relación a las demás del plan de estudios. Aparte de que su enseñanza se realiza en condiciones inadecuadas —exceso de libros, falta de acción— el número de cursos y horas que a ellas se destinan es insuficiente para que el normalista llegue a dominarlas.

(...) Y es que en general no tenemos en España tradición científica. En una de las muchas aulas a que hemos asistido oímos años ha de labios de un querido profesor esta observación: *¡Cuán poco suenan los apellidos españoles en la historia de la ciencia! ¡Qué escasos son los teoremas de Rodríguez, principio de López, ley de Martínez!*

Quizá sea esa falta de ambiente una de las causas del estado de la enseñanza científica en España<sup>3</sup>.

Con respecto al ideal *Ciencia para todos*, durante muchos años en España el problema no ha consistido tanto en cambiar los programas *clásicos* de ciencias, como en crear programas de ciencias. Pero es más, hasta el último tercio del siglo xx el problema se centró esencialmente en conseguir la *escuela para todos*. Antonio Viñao (2004) muestra cómo, a pesar de las distintas declaraciones legales que se hacen desde principios del siglo

---

<sup>3</sup> CAÑADAS MARTÍNEZ, L. (1926): *La enseñanza de las Ciencias físico-químico-naturales en la escuela*, documento mecanografiado, Biblioteca Central del CSIC, R: 122.064 (referencia en p. 19).

XIX sobre la obligatoriedad de la escolarización de los niños, la extensión de la escolarización ha sido en nuestro país un proceso lento y penoso a lo largo de todo el siglo xx.

Y este es el núcleo del problema. A diferencia de lo que ocurre en otros países europeos, en el nuestro durante buena parte del siglo xx, más que de la alfabetización científica de todas las personas, hay que preocuparse por enseñar a leer y escribir a la población.

**Actividad 4:**

Investigue en Internet acerca del movimiento *Ciencia, Tecnología, Sociedad* CTS, y haga un breve resumen (máximo dos folios) sobre su origen, objetivos, actividades, etc.