

Ciencias para
el Mundo
Contemporáneo



Guía de Recursos Didácticos

Francisco Martínez Navarro
Juan Carlos Turégano García

El **Ciencia y sociedad** **trabajo científico** y su influencia en la sociedad

«Se hace la ciencia con hechos, como una casa con piedras. Pero una acumulación de hechos no es una ciencia, lo mismo que un montón de piedras no es una casa.»

Henri Poincaré

Introducción

La ciencia y la tecnología tienen hoy en día una presencia y una influencia extraordinarias en nuestra sociedad. Esto hace que, para poder entender el mundo y actuar como ciudadanos responsables, debamos adquirir conocimientos científicos. La ciencia y la tecnología afectan a todos los ciudadanos en nuestra vida cotidiana. Cientos de decisiones que tenemos que tomar a lo largo de nuestra existencia están relacionadas con la ciencia, por eso es cada vez más importante tener una cultura científica. Para poder distinguir, entre la multitud de mensajes que recibimos cada día, las informaciones que son fiables de las que no lo son y diferenciar las opiniones de las creencias justificadas científicamente, debemos conocer los rasgos que caracterizan las ciencias y adquirir las competencias necesarias que nos permitan una comprensión crítica de la práctica tecnocientífica, que nos conduzcan a una toma de decisiones fundamentada sobre los problemas de nuestro tiempo relacionados con la ciencia y la tecnología, y que afectan a nuestras vidas.

La ciencia es una actividad humana cuyo objetivo final es mejorar nuestra calidad de vida. Desde los tiempos remotos, la curiosidad científica ha sido una constante que ha estimulado la reflexión y el proceso de aprendizaje a través de la investigación, del ensayo y del error. Hacerse preguntas, observar, emitir hipótesis y contrastarlas mediante la experimentación forman una espiral continua que lleva al conocimiento y al progreso.

La ciencia es un proceso abierto, dinámico y transversal, un cuerpo de conocimientos y una forma de plantearse los interrogantes o problemas y de intentar abordar su solución. A lo largo de la historia, hombres y mujeres de todo el mundo han

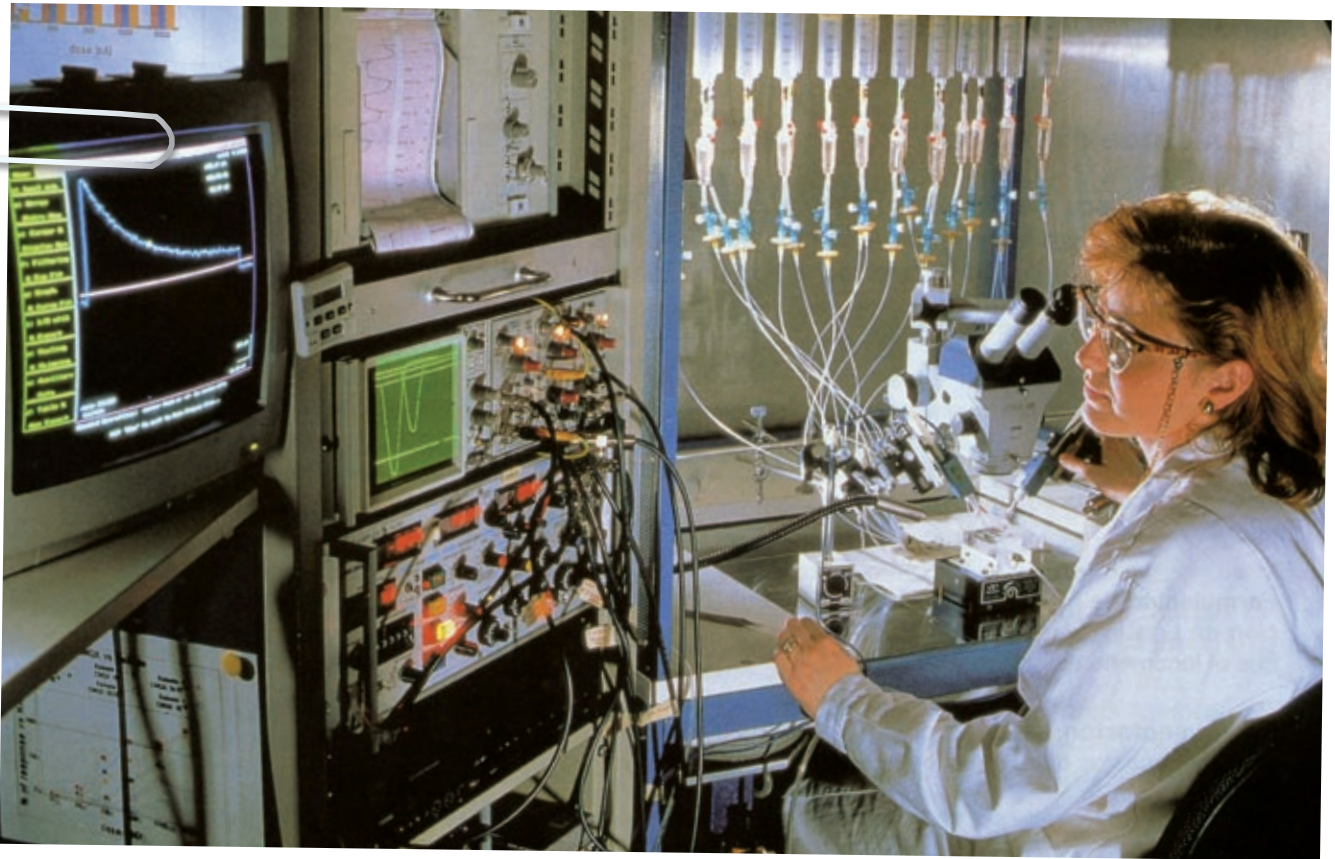
puesto su inteligencia y su trabajo al servicio del conocimiento. Gracias a sus contribuciones, la humanidad puede disfrutar, aún de forma desigual pero progresiva, de una vida cada vez mejor.

Nuestra vida es hoy muy distinta y en muchos aspectos mucho mejor que la de hace unos siglos. ¿Qué explicación tiene esto? La razón está, entre otras, en un largo proceso de conquistas y creaciones científicas, tecnológicas y sociales, que asumimos como «naturales» y que vamos a poner de manifiesto a lo largo del libro.

El mejor investigador científico no es la persona que da las respuestas más exactas, sino el que es capaz de formular las auténticas preguntas correctas y centrales sobre los problemas que son objeto de su investigación.

Pensamos que el aprendizaje de los conocimientos científicos no debe reducirse exclusivamente a su componente conceptual, sino que debe integrar los problemas asociados a los mismos, abordando las aplicaciones de dichos conceptos, fundamentalmente en sus aspectos biológico, industrial o tecnológico y sus implicaciones sociales y ambientales. Esto nos lleva a poner de manifiesto las profundas relaciones entre la Ciencia, la Tecnología, la Sociedad y el Medio Ambiente (relaciones CTSA). El enfoque CTSA pretende proporcionar al alumnado oportunidades para practicar ciertas habilidades de investigación y comunicación tales como la lectura, la búsqueda de información, la discusión y confrontación de ideas, el trabajo en grupo colaborativo, el análisis y resolución de problemas y la **toma de decisiones fundamentadas. Se trata de abordar interrogantes o problemas asociados a diferentes necesidades humanas relacionadas con**





la ciencia, tales como aquellos relacionados con la salud, la alimentación, el consumo, el medio ambiente, los materiales industriales, las nuevas tecnologías de la información y la comunicación o el propio conocimiento.

Según Albert Einstein, «lo más importante es no dejar de hacerse preguntas».

La inclusión de las actividades CTSA en el proceso de enseñanza–aprendizaje mejora la imagen de la ciencia y de los científicos, permite relacionar la ciencia con la vida cotidiana y el entorno, es un **factor motivador**, conecta la ciencia con sus aplicaciones, con la sociedad y su entorno, genera actitudes críticas positivas hacia la ciencia y su aprendizaje, **favorece el aprendizaje** y el cambio conceptual, metodológico y actitudinal, contribuyendo a la **integración de la ciencia en la cultura** y ayudando a conocer y conectar con las ideas previas del alumnado, facilitándonos así su evolución.



Índice de contenidos: Ciencia y Sociedad

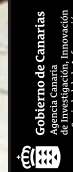
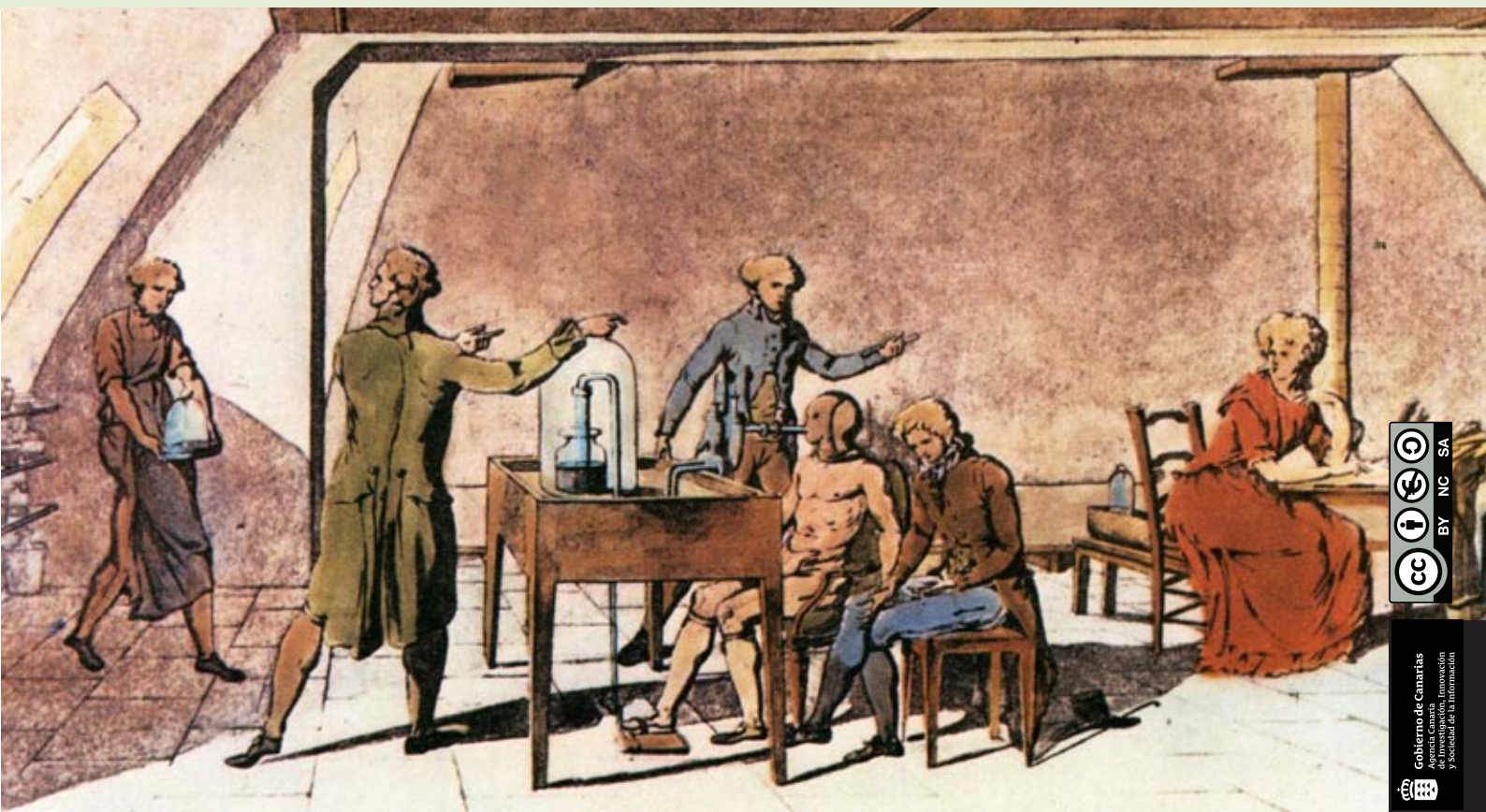
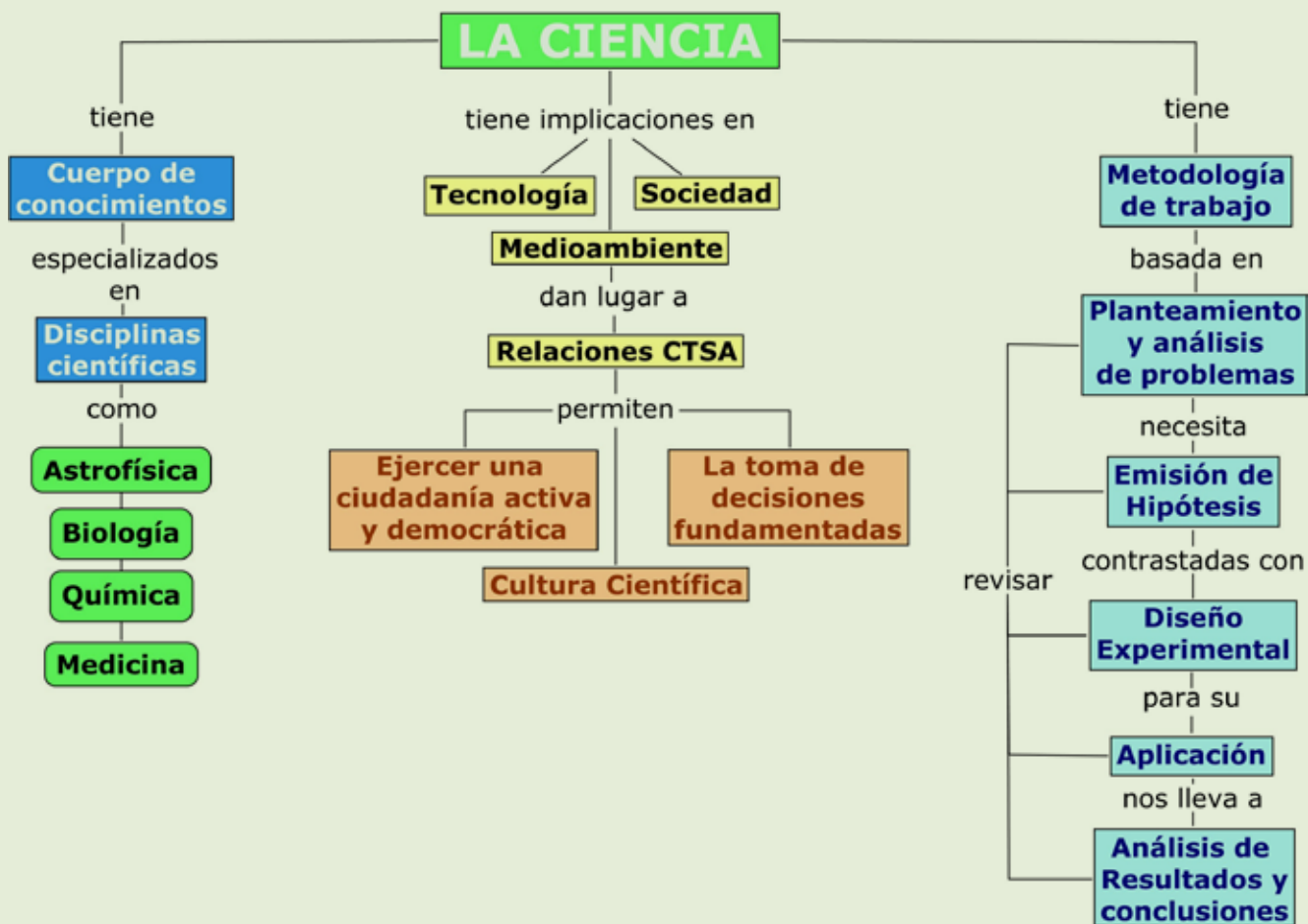
A.	Esquema conceptual	43
B.	Orientaciones para el desarrollo de la Unidad	44
C.	Diagnóstico inicial. A ver qué sabes antes de empezar. Atrévete y contesta	44
D.	Contenidos	46

Esta unidad didáctica la vamos a desarrollar siguiendo los siguientes contenidos específicos, dentro de los cuales indicamos las actividades que proponemos

1.	Las ciencias y su clasificación. Ciencia y pseudociencia	46
	• A.1.1. Clasificación de las ciencias	46
	• A.1.2. Valora de 1 a 5 «tu carta astral»	47
	• A.1.3. Artículo de prensa: «La astrología: ¿ciencia o camelo?»	48
2.	Los métodos de las ciencias. La investigación científica	49
	• A.2.1. Comentario de textos: «El trabajo científico»	49
	• A.2.2. Vídeo: <i>Método científico y pensamiento crítico</i>	50
	• A.2.3. Características del trabajo científico. Diagrama de una investigación	50
	• A.2.4. Realiza una pequeña investigación. ¿De qué factores depende la corrosión del hierro?	51
3.	Historia de las ciencias. Las revoluciones científicas. Biografías de científicos. La mujer en la ciencia	52
	• A.3.1. La estructura de las revoluciones científicas	52
	• A.3.2. Los científicos y sus aportaciones	52
	• A.3.3. Libros para la historia	53
	• A.3.4. La mujer en la ciencia	54
	• A.3.5. Las mujeres en las Universidades y las Academias de Ciencias	55
	• A.3.6. Entrevista a Margarita Salas	56
4.	Las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente (CTSA)	57
	• A.4.1. Semmelweis y la sociedad de su época	57
	• A.4.2. Actividades CTSA	58
	• A.4.3. Ciencia y sociedad	59
5.	La ciencia en Canarias. Historia de la ciencia en Canarias. Científicos canarios	60
	• A.5.1. Los padres de la ciencia en Canarias	60
	• A.5.2. Premios de Investigación científica	61
6.	Los centros de investigación científica en Canarias	62
	• A.6.1. Los centros de investigación científica en Canarias	62
7.	Las ciencias en el siglo XXI. Logros y limitaciones. Lo que queda por resolver	63
	• A.7.1. Las preguntas que quedan por resolver	63
	• A.7.2. Las CCMC y lo que queda por resolver	64
E.	Ejemplificación. Entrevista periodística a Severo Ochoa	65
	• A.E.1. Entrevista a Severo Ochoa	65
	• A.E.2. Aspectos biográficos de Severo Ochoa	66
F.	Autoevaluación	67
H.	Para saber más. Bibliografía y Webgrafía	68



A. Esquema conceptual



B. Orientaciones para el desarrollo de la unidad

En esta primera unidad se aborda la naturaleza de la ciencia y del trabajo científico y los procedimientos y las relaciones entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente. A continuación se presentan algunos aspectos de la historia de la ciencia y las biografías de los científicos, así como el papel de la mujer en la ciencia, los centros de investigación más relevantes y el desarrollo científico en Canarias. Se termina con los logros y limitaciones de la ciencia en el siglo XXI, planteando las preguntas que aún nos quedan por resolver.

Sus contenidos son transversales y se deben abordar integrados en los diferentes temas del curso. Presentamos básicamente un programa de actividades e incluimos documentos de apoyo con información relevante en los diferentes anexos que aparecen al final del libro.

Empezamos la unidad presentando el tema y orientando sobre los diferentes aspectos que vamos a tratar en el mismo. A continuación le proponemos al alumnado la realización de unas actividades iniciales para detectar y activar las ideas iniciales y hacerles conscientes de sus conocimientos previos. Posteriormente abordaremos los diferentes contenidos del curso por medio de las actividades de desarrollo.

Terminaremos el tema con actividades de síntesis y de evaluación de lo aprendido.

Para abordar el desarrollo de los contenidos de este tema nos podemos apoyar en la visualización de alguna película o de algunos vídeos cortos, de algunas páginas de Internet, de algunas animaciones interactivas en Flash, así como en enciclopedias, libros o revistas de actualidad y noticias o artículos de la prensa diaria como fuentes de información.

Se puede comenzar el tema con la proyección de alguna película o con la realización de algunas actividades. Recomendamos hacer algunas actividades preparatorias a la visualización de alguna parte de la película o de algunos vídeos.

Películas recomendadas

- **Perdidos en el espacio** de Stephen Hopkins. Ante el inminente agotamiento de los recursos energéticos terrestres en el año 2058 la Tierra tendrá que ser abandonada. Los humanos se dirigen hacia un lugar en el espacio denominado Alpha Prima.

Vídeos en Youtube: <http://www.youtube.com>

- «Método científico y pensamiento crítico» ■ «Los inventores del mundo moderno» ■ «Ciencia y no supercherías» ■ «Divulgación científica y escepticismo de Manuel Toharia 1/9» ■ «Método científico. Péndulo simple» ■ **El planeta milagroso: «Hace cuatro mil seiscientos millones de años.»** TVE-NHK Este capítulo muestra el trabajo que desarrollan los científicos para investigar el origen de la Tierra.

Páginas Web:

Vídeos: <http://www.youtube.com>; <http://www.cadenaser.com/videos/>

Vídeos de Canarias Innova TV: <http://www.canariasinnova.es/oficial/pildoras.php>

Consejo Superior de Investigaciones Científicas: www.csic.es/index.do

Los imprescindibles de la ciencia: <http://www.imprescindiblesdelaciencia.es/>

C. Diagnóstico inicial. Actividades iniciales

A.1. A ver qué sabes antes de empezar. Atrévete y contesta

1. Indica qué es para ti la ciencia. ¿Qué diferencias crees que existen entre la ciencia y la pseudociencia?
2. ¿En qué momento surge la ciencia? ¿Quiénes son los fundadores de la ciencia moderna?
3. ¿Cuál es la causa de la sucesión del día y de la noche?
4. ¿Cuál se considera la primera etapa de una investigación científica?
5. Indica las diferencias entre la ciencia y la tecnología y describe algunos ejemplos.
6. Indica las implicaciones sociales de la ciencia y la tecnología.





A.2. Cuestionario de diagnóstico inicial

1. Antes de empezar atrévete y contesta lo que creas saber sobre las preguntas que te planteamos.

1	¿Qué sentido tiene dividir el conocimiento en disciplinas? ¿Qué problemas comporta dicha división?		
2	Haz un listado con todas las disciplinas del conocimiento que te parezcan científicas y otro listado con las que no te lo parezcan. ¿Qué criterios has empleado para su diferenciación?		
3	¿A qué profesión te gustaría dedicarte en el futuro? Enumera las disciplinas científicas y las tecnologías relacionadas con la profesión elegida.		
4	Explica en qué consiste la metodología científica. Pon un ejemplo aclaratorio.		
5	Selecciona y guarda horóscopos de un mismo signo de diferentes medios de comunicación para un mismo periodo de tiempo. Analízalos y escribe las conclusiones a las que llegas.		
6	<p>Indica si las siguientes proposiciones son verdaderas o falsas:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) La ciencia solo propone describir y explicar la realidad, no hacer previsiones. b) Los científicos han de fundamentar su razonamiento en lo más seguro y objetivo, basándose en los hechos y los resultados experimentales y procurando evitar las suposiciones. c) Cuando los resultados de un experimento bien realizado contradicen una teoría científica, esta debe ser abandonada. d) La ciencia ha ido enriqueciéndose y progresando de forma continua y regular mediante acumulación paulatina de los nuevos conocimientos que se han ido descubriendo. e) El conocimiento científico ha de apoyarse en hechos evidentes, que se impongan de forma incuestionable, para poder desarrollarse así sobre una base segura. f) Por su propia naturaleza, el conocimiento científico tiene un valor objetivo y es independiente de creencias políticas o religiosas y cuya adquisición no tuvo ni tiene nada que ver con creencias personales y colectivas. g) El impresionante avance experimentado por la ciencia en los tres últimos siglos ha sido debido al trabajo, auténticamente genial, de personalidades como Galileo, Newton, Darwin, Einstein, etc. h) El científico es aquel que investiga sin prejuicios ni ideas previas. i) La tecnología siempre es posterior a la ciencia básica. j) El conocimiento científico es provisional. k) El científico debe ser neutral y no debe preocuparse de la mala utilización de sus trabajos. l) La deducción es la única forma de razonamiento científico. m) Una hipótesis se basa en datos experimentales. n) El conocimiento científico convive en la sociedad con el conocimiento ordinario y también con la pseudociencia. o) El conocimiento científico es totalmente verdadero. p) La pseudociencia pretende engañosamente presentar como científicos conocimientos que no lo son. 		
7	<p>Relaciona los términos de cada columna:</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> 1. Las ciencias formales son las únicas que permiten conocer con absoluta certeza el mundo. 2. Todo conocimiento es revisable: no hay conocimiento que con el paso del tiempo no se pueda mejorar. 3. La experimentación es la única fuente de justificación teórica. Sin experimentos no hay ciencia. 4. Es imposible conocer nada, el cerebro nos engaña y ni siquiera sabemos si existe la realidad. 5. Cada individuo percibe la realidad de una manera y la interpreta según su punto de vista. 6. Pasan los años y los científicos se empeñan en estudiar teorías inútiles. La aplicación práctica, la tecnología es lo único que cuenta. </td> <td style="vertical-align: top; padding-left: 20px;"> <ul style="list-style-type: none"> a) Racionalismo b) Empirismo c) Escepticismo d) Pragmatismo e) Perspectivismo f) Criticismo </td> </tr> </table>	<ul style="list-style-type: none"> 1. Las ciencias formales son las únicas que permiten conocer con absoluta certeza el mundo. 2. Todo conocimiento es revisable: no hay conocimiento que con el paso del tiempo no se pueda mejorar. 3. La experimentación es la única fuente de justificación teórica. Sin experimentos no hay ciencia. 4. Es imposible conocer nada, el cerebro nos engaña y ni siquiera sabemos si existe la realidad. 5. Cada individuo percibe la realidad de una manera y la interpreta según su punto de vista. 6. Pasan los años y los científicos se empeñan en estudiar teorías inútiles. La aplicación práctica, la tecnología es lo único que cuenta. 	<ul style="list-style-type: none"> a) Racionalismo b) Empirismo c) Escepticismo d) Pragmatismo e) Perspectivismo f) Criticismo
<ul style="list-style-type: none"> 1. Las ciencias formales son las únicas que permiten conocer con absoluta certeza el mundo. 2. Todo conocimiento es revisable: no hay conocimiento que con el paso del tiempo no se pueda mejorar. 3. La experimentación es la única fuente de justificación teórica. Sin experimentos no hay ciencia. 4. Es imposible conocer nada, el cerebro nos engaña y ni siquiera sabemos si existe la realidad. 5. Cada individuo percibe la realidad de una manera y la interpreta según su punto de vista. 6. Pasan los años y los científicos se empeñan en estudiar teorías inútiles. La aplicación práctica, la tecnología es lo único que cuenta. 	<ul style="list-style-type: none"> a) Racionalismo b) Empirismo c) Escepticismo d) Pragmatismo e) Perspectivismo f) Criticismo 		



D. CONTENIDOS

1. La ciencia y su clasificación.

Ciencia y pseudociencia

Debes saber que . . .

- ✓ La ciencia es el fruto de la curiosidad del ser humano, el resultado de la búsqueda de explicaciones y del intento de responder a los interrogantes y problemas que en cada momento histórico se han planteado.
- ✓ La ciencia no sólo es un conjunto de conocimientos, sino una forma de trabajo, una metodología para resolver interrogantes o problemas.
- ✓ En un principio la búsqueda del saber agrupaba la filosofía y la ciencia que estaban juntas, pero paulatinamente dio lugar a dos disciplinas independientes, separadas por los problemas que abordaban y por su método de estudio.
- ✓ La aplicación de la metodología científica en los diferentes ámbitos de la naturaleza y de la sociedad ha dado lugar a diferentes áreas de conocimiento o disciplinas científicas cada vez más especializadas.
- ✓ Las pseudociencias son falsas ciencias, no se basan en la metodología científica ni en una explicación racional de los problemas. La mayoría de las veces no persiguen el conocimiento y se basan en la ignorancia y en la superstición.



A.1.1. Clasificación de las ciencias

Clasifica las siguientes «ciencias» en las categorías indicadas en los dos recuadros. Separa aquellas que consideres «pseudocientíficas» o no científicas en el recuadro correspondiente. Algunas de las disciplinas científicas pueden encontrarse en varias de las categorías propuestas: Lógica, Física, Filosofía, Astronomía, Astrología, Medicina, Religión, Veterinaria, Biología, Química, Mitología, Psicología, Economía, Historia, Geología, Matemáticas, Arquitectura, Farmacia, Informática, Antropología, Arqueología, Lingüística, Quiromancia, Astrobiología, Ufología, Astrofísica, Bioquímica, Ingeniería.

Formales	Empíricas - Experimentales	
	Naturales	Sociales

Ciencias	Disciplinas científicas
básicas	
aplicadas	

Disciplinas No científicas	
----------------------------	--



ASTRONOMÍA Y ASTROLOGÍA

Los cambios del cielo estrellado parecían controlar las épocas de siembra y caza, así que no era descabellado pensar que los planetas, con su movimiento errante, determinaban el porvenir de los reinos y el éxito o fracaso de los ejércitos. De esta forma nació la Astrología.

Los reyes se rodearon de nutridos grupos de astrólogos cuya única misión era predecir el futuro y aconsejar a los monarcas en las decisiones más importantes. Se creía también que los planetas controlaban el futuro de cada persona. Marte, por ejemplo, se asociaba con la muerte. La Astrología y la Astronomía fueron de la mano hasta que, en el siglo XVII, Kepler separó definitivamente el conocimiento científico del Universo (la Astronomía) de la Astrología. Por desgracia, la Astrología no murió del todo. A lo largo de los siglos, la visión astrológica del cielo ha sido mantenida, entre otras, por personas sin escrúpulos que se aprovechan de los incautos.



A.1.2.1. Valorar de 1 a 5 «tu carta astral»

«Se reparte entre los alumnos una «carta astral» (obtenida aleatoriamente en uno de los muchos sitios de Internet que la proporcionan, como: <http://www.losarcanos.com/carta-astral.php>) con el nombre y fecha de nacimiento de cada uno de ellos para someterla a un estudio individual de su grado de acierto en lo que respecta a las características personales de cada uno. En una calificación de 1 a 5, donde 1 representa ningún parecido con la realidad y 5 una perfecta descripción de quien lo lee, los alumnos dan una calificación media que indica si están de acuerdo en que la carta astral refleja, en un alto grado, sus características personales».

COMENTARIO: Ningún alumno o alumna suele calificar su carta astral con un 1, mientras que el 20% o más la suele calificar con un 5. Tras esta votación, se ruega a los alumnos que intercambien su carta astral con la del compañero o compañera que tienen a su lado. Comprueban que la carta astral es la misma para todos y que solo difiere en los datos personales de cada uno en el encabezado. Como consecuencia inmediata, todos reconocen que se sienten identificados con una carta astral que no es la suya, de donde se deduce la facilidad con que podrían ser engañados por este tipo de prácticas. A continuación, se dan unas pautas de reconocimiento de una teoría científica y se invita al alumnado a desarrollar su espíritu crítico.

1.1 ¿QUÉ DIFERENCIAS HAY ENTRE LA ASTROLOGÍA Y LA ASTRONOMÍA? ¿SON AMBAS DISCIPLINAS CIENTÍFICAS?



A.1.2.2. Sobre las características del trabajo científico

- Explica qué significa que una buena teoría, aceptable científicamente, debe ser vulnerable o falseable, lógica y completa.
- En una teoría buena científicamente debemos, además, pedir:
 - **Honradez en los proponentes:** no perseguir el fraude, el lucro o el engaño.
 - **Repetitividad:** en los resultados.
 - **Suficiencia:** pruebas convincentes.
- ¿Cumple los anteriores resultados la Astrología?



A.1.3. Lee el artículo de prensa y contesta a las actividades que aparecen al final del mismo

LA ASTROLOGÍA ¿CIENCIA O CAMELO? DE CARTAS ASTRALES Y OTRAS IMPOSTURAS

José A. de Azcárraga

Desde hace algunos años, astrólogos, quirománticos y otros futurólogos desarrollan una *ofensiva* en los medios de comunicación sin que, hasta ahora, se haya dado el saludable contrapeso crítico. Hace poco, sin embargo, los astrofísicos españoles han roto una lanza a favor del buen sentido con la publicación de un manifiesto.

La reacción que ha suscitado esta proclama permite esclarecer los verdaderos términos del debate entre Astrología y Astronomía. No se trata aquí de dos teorías científicas que compitan por describir mejor un fenómeno. Por el contrario, la renuncia de la Astrología al método empírico confiere a la discusión muchos aspectos de la vieja polémica entre religión y ciencia, aunque la ciencia goce ahora del poder y la religión esté reemplazada por el credo astrológico.

Y, naturalmente, es difícil rebatir lo que no es más que una profesión de fe. Pues el rasgo definidor de muchos partidarios de la Astrología es precisamente su deseo de creer, que les hace inmunes al fracaso experimental de sus *predicciones* y, por tanto, a la esencia del método científico. Esa fe suele ir acompañada de un rechazo a la ciencia, a la que censuran su incapacidad de satisfacer las aspiraciones de los hombres. Su actitud puede suscitar comprensión y hasta simpatía, pero la ciencia –al menos la ciencia pura– se ocupa de las leyes de la naturaleza, no de la felicidad humana.

La Astrología fue, en su origen, algo inevitable. Tras comprobar que el Sol determina las estaciones, y éstas las cosechas, era natural admitir el influjo de los astros sobre el hombre. Pero de reconocer algún efecto –nuestro ritmo vital es consecuencia del periodo de rotación de la Tierra, por ejemplo– a sostener que nuestro destino está influido por los astros, media un gigantesco salto en el vacío.

Doctrinas falaces

Tales generalizaciones son hoy insostenibles: hace siglos que la Astronomía se separó de la Astrología, como la química lo hizo de la alquimia. A pesar de ello, hoy reflorescen la Astrología, el tarot, el I Ching y otras doctrinas tan falaces como inútiles. Médiums y quirománticos se arropan con títulos misteriosos, expedidos por universidades fantasmas –nunca mejor dicho– para llenar sus consultorios abusando de la angustia y de la credulidad humanas. La actitud de los medios de comunicación, cuando no su complicidad, resulta lamentable. Se mide, por ejemplo, el tiempo que la televisión dedica a cada partido político. Sin embargo, y

ante audiencias que se cuentan por millones, se emiten programas dedicados al horóscopo y al tarot sin que ninguno de ellos muestre el debido escepticismo.

¿Podría ser la Astrología una ciencia? Si la Astrología es el conjunto de *conocimientos* que permite predecir los avatares humanos a través de los astros, la respuesta es que no. Decía Leonardo, hace ya 500 años: «No me ocuparé de la quiromancia, porque en ella no hay verdad... Verás a un gran ejército exterminado en una hora por la espada, y ninguno de los muertos tendrá en su mano las mismas líneas que otro».

Majaderías de futurólogos

La refutación vale obviamente para la Astrología, basta sustituir la mano por la *carta astral*. Hace pocos años, la revista científica *Nature* (en la que Crick y Watson desentrañaron el código genético) publicó una experiencia de un grupo de *prestigiosos* astrólogos británicos: el número de aciertos en sus predicciones estuvo muy por debajo del que estadísticamente debía producirse. Este elemental experimento puede repetirlo cualquiera sin más que leer la prensa, y debería bastar para desacreditar a la pléyade de futurólogos que nos bombardean con majaderías o con trivialidades que cualquier ciudadano informado puede prever por sí mismo. ¡Qué oportunidad han perdido los *astrólogos* para predecir la caída del muro de Berlín! Si los astros se molestan en advertir a cada individuo de su destino, las precauciones adoptadas para anunciar la llegada de la *perestroika*, que afecta a más de 400 millones de seres, han debido ser observables a simple vista.

Por lo que se refiere a los supuestos fenómenos paranormales, *nunca* se ha dado un solo experimento, realizado bajo control científico, y por tanto repetible, que permita afirmar su existencia. Cuando se mencionan experiencias o predicciones fallidas, médiums y astrólogos suelen defenderse señalando que hay muchos intrusos entre ellos. Sería muy útil, para evitar malos entendidos, que ellos mismos desenmascarasen a los impostores, tal como hace la comunidad científica cuando alguien falsea un experimento.

Conviene recordar, además, que la prueba corresponde siempre a quien afirma. Entre tanto, y mientras no se aporte ningún hecho cierto –uno sólo bastaría para empezar–, la Astrología, lo paranormal y las *ciencias ocultas* no merecen otro calificativo que el de *dogmas* pseudocientíficos basados en el error, la superstición y, con demasiada frecuencia, en el fraude.

EL PAÍS, lunes 3 de septiembre de 2000

1. Realiza un resumen del texto anterior y después realiza un comentario o valoración personal del mismo.
2. ¿Crees que la Astrología es en la actualidad una ciencia? Indica diferencias entre la Astrología y la Astronomía.



2. Los métodos de la ciencia. La investigación científica

Debes saber que . . .

- ✓ La ciencia es metódica, procede conforme a reglas y técnicas que han resultado eficaces en el pasado, pero que son perfeccionadas continuamente.
- ✓ La ciencia aborda los problemas siguiendo investigaciones sistemáticas



A.2.1. Lee el texto y realiza a continuación las actividades. Comentario de texto

CARACTERÍSTICAS DEL TRABAJO CIENTÍFICO (Mario Bunge)

«Todo **trabajo de investigación** se funda sobre el conocimiento anterior, y en particular sobre las conjeturas mejor confirmadas. La **investigación científica** es metódica, procede conforme a reglas y técnicas que han resultado eficaces en el pasado, pero que son perfeccionadas continuamente. Una de las reglas de procedimiento es la siguiente: las variables relevantes deben variarse una cada vez.

No hay reglas infalibles que garanticen por anticipado el descubrimiento de nuevos hechos. La metodología científica no produce automáticamente el saber, pero nos evita perdernos en el caos aparente de los fenómenos, aunque solo sea porque nos indica cómo no plantear problemas.

La metodología científica es el conjunto de procedimientos por los cuales:

- a) Se plantean los problemas científicos;
- b) Se ponen a prueba las hipótesis científicas.»

Si para estudiar el periodo de un péndulo, variamos a la vez la longitud del hilo, el valor de la masa que cuelga y la temperatura de la habitación, no podremos precisar a cuál de estas tres cosas se debe que el periodo del péndulo varíe.

Bunge, M., *La ciencia, su método y su filosofía*, Siglo Veinte, Buenos Aires, 1972

1. Lee el texto anterior y localiza el significado de los términos o expresiones que no conozcas; y subraya, en una segunda lectura, las ideas más importantes del mismo.
2. Haz un esquema del texto, diferenciando sus partes.
3. Define, en no más de tres líneas, qué es para ti el método.
4. ¿Tiene importancia una experiencia si el resultado que se obtiene de la misma es negativo?
5. Explica la afirmación: «La metodología científica no produce el saber, pero nos evita perdernos en el caos aparente de los fenómenos».
6. Escribe un comentario personal sobre el texto: claridad de exposición, propósito del autor, interés de la lectura, etc.
7. Distingue entre los siguientes términos:
 - a) Variable dependiente, variable independiente y variable de control.
 - b) Ley científica, teoría científica y modelo.





A.2.2. Vídeo: «Método científico y pensamiento crítico»

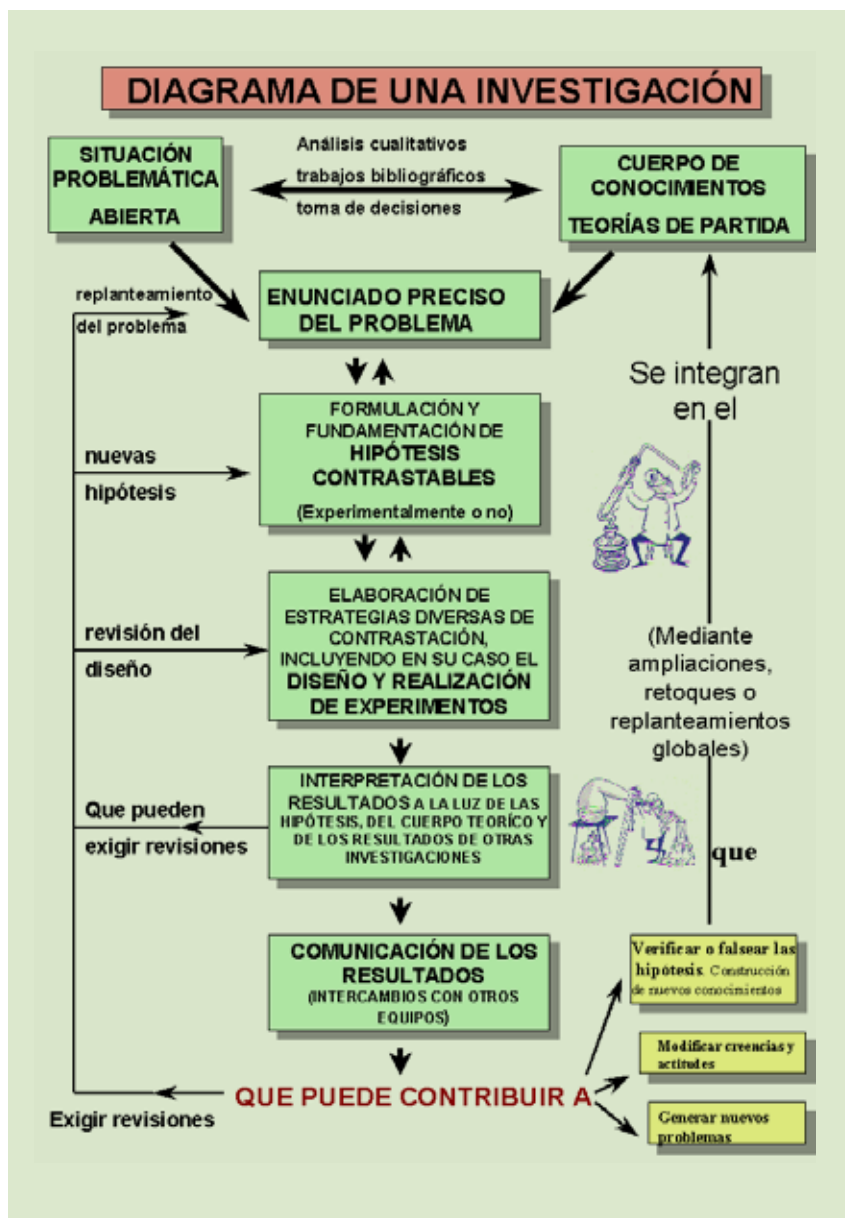
Busca en el buscador de youtube (www.youtube.com) el vídeo: «Ciencia y pensamiento crítico» o teclea la dirección: http://www.youtube.com/watch?v=-oikvaCid_s&feature=related. Visiona el vídeo y contesta a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué significa que la ciencia es una empresa colectiva?
2. ¿Cuáles son los rituales de la ciencia?
3. ¿Cuál es para la ciencia la única verdad sagrada?
4. ¿Qué significa que todas las suposiciones deben ser examinadas críticamente? y ¿qué significa que los argumentos de la autoridad no valen nada?
5. ¿Qué hacer con lo que no es coherente con los hechos?
6. ¿Por qué la ciencia es lo mejor que tenemos?



A.2.3. Características del trabajo científico: diagrama de una investigación

1. ¿Qué es la ciencia?
2. ¿Cuándo y dónde surge?
3. ¿Cómo surge?
4. ¿Cómo evoluciona? ¿Cuáles son las grandes concepciones sobre la ciencia a lo largo de la historia?
5. ¿Qué diferencias existen entre la ciencia y la tecnología?
6. ¿Cuándo surgen la ciencia y la tecnología? ¿Su evolución es paralela al desarrollo científico? ¿Cuáles han sido sus relaciones mutuas?
7. ¿Cuáles son las características del trabajo científico?
8. Trata de enumerar los aspectos fundamentales que caracterizan las diferentes actividades que forman parte de la metodología científica.
9. Explica cuál puede usualmente considerarse la primera etapa de una investigación científica.
10. Expón las ideas sobre el concepto de hipótesis científica señalando sus características esenciales.
11. Señala las semejanzas y diferencias entre una observación ordinaria y un experimento científico.
12. Señala alguna de las técnicas adecuadas para la interpretación de los resultados de un experimento.



13. A modo de síntesis, diseña un diagrama de investigación que recoja los diferentes aspectos de la metodología científica y compáralo con el propuesto.
14. Explica el modo de crecimiento de las ciencias. En el supuesto de que se haya definido una magnitud C que determine de forma aproximada el nivel científico de una época, tratar de representar cualitativamente cuál sería la variación de C en función del tiempo. Plasmar en dicho gráfico la forma de evolucionar los conocimientos científicos en un dominio determinado.



A.2.4. Realiza una pequeña investigación

1. ¿A qué denominamos control de variables? ¿Y variable dependiente? ¿Y variable independiente? Cita un ejemplo de cada una de ellas y explica en qué eje las colocarías al representarlas en una gráfica.
2. **Selecciona uno de los siguientes interrogantes o problemas para investigar:**
 Emite hipótesis y realiza un diseño experimental para comprobarlas, que incluya el material necesario y el procedimiento a seguir. Tras el visto bueno del profesor, realiza las experiencias diseñadas y haz un informe o memoria de todo el proceso que también recoja los resultados y las conclusiones de la investigación realizada.
 - a) ¿De qué factores depende la corrosión del hierro?
 - b) ¿De qué factores depende el periodo de oscilación de un péndulo simple?
 - c) ¿Contiene agua y aire el suelo?
 - d) ¿Cuánto nos durará el aire que hay en un ascensor herméticamente cerrado?



3. Historia de la ciencia. Las revoluciones científicas. Biografía de científicos

Debes saber que . . .

- ✓ La historia de la ciencias pone de manifiesto cómo las teorías científicas van evolucionando a lo largo de la historia, y que el conocimiento científico es provisional y está asociado a la resolución de los problemas planteados en cada momento histórico.
- ✓ Una revolución científica tiene lugar cuando el cuerpo teórico de conocimientos existente no explica los fenómenos que tienen lugar y existe una teoría rival más potente y explicativa que la sustituye.
- ✓ La obra científica influye en la vida de las sociedades.
- ✓ Los descubrimientos pueden mejorar el nivel de vida de las personas, prevenir o curar enfermedades, facilitar las labores diarias o hacer más llevadero el trabajo.
- ✓ Los descubrimientos a veces también contribuyen a verdaderas revoluciones culturales, haciendo que la visión del mundo cambie radicalmente y la forma de pensar se modifique de forma importante.
- ✓ La ciencia ha sido cosa de hombres que han relegado a la mujer del conocimiento científico.
- ✓ La menor proporción de mujeres dedicadas al estudio y elaboración de la ciencia con respecto a los hombres es una realidad a lo largo de la historia.
- ✓ Las mujeres siguen estando excluidas de las ciencias y tecnologías más prestigiosas y de los niveles más altos del sistema, en especial de los puestos de decisión.

HISTORIA DE LA CIENCIA: LOS CONSTRUCTORES DE LA CIENCIA MODERNA

Pretendemos mostrar las biografías de aquellos científicos imprescindibles sobre los que cualquier persona culta debe tener un mínimo de información.

Consulta el Anexo «Los fundadores de la ciencia moderna»

Consulta la Web «Los imprescindibles de la ciencia»: <http://www.imprescindiblesdelaciencia.es/>

A.3.1.1. La estructura de las revoluciones científicas

1. Busca información sobre la **estructura de las revoluciones científicas** de Kuhn, así como sobre las aportaciones de Popper y Lakatos acerca del pensamiento científico.
2. Explica cuáles son las tres grandes concepciones o paradigmas en la historia del pensamiento científico.
3. Explica las características de la revolución científica de los siglos XVI y XVII, su importancia y los principales precursores.

A.3.2. Los científicos y sus aportaciones

Relaciona los temas de Ciencias para el Mundo Contemporáneo con algunos científicos que conozcas indicando para cada uno de ellos sus aportaciones o contribuciones más importantes a la ciencia y a la sociedad de su época.

Unidades de CCMC	Científicos (Principales aportaciones)
Unidad 1: Ciencia y sociedad. El trabajo científico y su influencia en la sociedad.	
Unidad 2: Nuestro lugar en el Universo. El origen del Universo.	
Unidad 3: La formación de la Tierra y su evolución.	
Unidad 4: El origen de la vida y la evolución de las especies. El origen del ser humano.	
Unidad 5: La salud y la enfermedad. Vivir más, vivir mejor.	
Unidad 6: La revolución genética. La ingeniería genética. El genoma humano y la clonación. La biotecnología.	
Unidad 7: La Tierra en peligro. La construcción de un futuro sostenible.	
Unidad 8: Nuevos materiales. Los polímeros y la nanotecnología. La gestión de nuestros residuos.	
Unidad 9: La revolución digital: Internet y las comunicaciones. La aldea global.	





A.3.3. Libros para la Historia

Señala autor y siglo en que crees que se escribió cada uno de los libros. Resume en pocas palabras el contenido de los siguientes libros, resaltando la importancia que han tenido los mismos en el desarrollo científico.

Puedes consultar los **Anexos**, el **DVD** o la **Web**.

Libros para la Historia	Autor / Siglo	Contenido / Importancia para el desarrollo científico y social
<i>De humani corporis fabrica</i>		
<i>De revolutionibus orbium coelestium</i>		
<i>De Magnete</i>		
<i>Discursos y demostraciones matemáticas en torno a las dos nuevas ciencias</i>		
<i>Diálogos sobre los dos grandes sistemas del mundo: ptolemaico y copernicano</i>		
<i>Principios matemáticos de filosofía natural</i>		
<i>Tratado elemental de química</i>		
<i>New system of chemical philosophy</i>		
<i>El origen de las especies por medio de la selección natural</i>		
<i>Principios de química</i>		



LA MUJER EN LA CIENCIA

Las aportaciones de las mujeres a la ciencia en las distintas etapas históricas han sido cuantiosas; personajes femeninos han destacado por sus investigaciones científicas, que han contribuido al desarrollo de la humanidad. Sin embargo, la historia, escrita por los hombres, las ha silenciado.

Puedes consultar el Anexo «Mujeres científicas».

A.3.4. La mujer en la ciencia

TEXTO PARA EL DEBATE. TEXTO 1

En cada sociedad y en cada época histórica las mujeres han participado en el desarrollo de la ciencia y de la tecnología, aunque solo en casos excepcionales son reconocidas y recogidas sus aportaciones en los libros de historia. Las mujeres también han observado la naturaleza, han experimentado en laboratorios, han diseñado aparatos y han especulado sobre la estructura del Universo...

La posición de las mujeres científicas en la sociedad ha sido distinta de la de los hombres, debido al papel social que se les ha asignado, vinculándolas al mundo doméstico frente al de los hombres, más relacionados con el mundo político y social. La carencia de educación formal y la imposibilidad de acceso a la cultura establecida son dificultades que el colectivo femenino ha tenido que ir salvando a lo largo de la historia. Además ha tenido que luchar contra los prejuicios que cada sociedad ha establecido para delimitar los espacios femeninos y masculinos.

Esther Rubio Herráez, Doctora en Ciencias Químicas, 1991.

TEXTO PARA EL DEBATE. TEXTO 2

En las sociedades de caza y recolección, los hombres cazan y las mujeres se quedan en casa. Esta marcada inclinación persiste en la mayor parte de las sociedades industriales y agrarias, y aunque solo sea por esto, parece tener un origen genético... Mi propia opinión es que la inclinación genética es lo suficientemente intensa como para causar una división sustancial del trabajo, incluso en la más libre e igualitaria de las sociedades futuras. Aún, con una educación idéntica y un acceso igual a todas las profesiones, probablemente los hombres continúen desempeñando un papel desproporcionado en la vida política, los negocios y en las ciencias.

E.D. Wilson, Catedrático de Zoología de la Universidad de Harvard, 1975.

1. ¿Estás de acuerdo con lo que plantean los textos? Realiza un breve comentario de los mismos.
2. ¿Crees que la mujer genéticamente está más dotada para realizar actividades de la esfera doméstica?, ¿por qué en la práctica ella es la que mayoritariamente las realiza?
3. ¿Qué capacidades crees que debe tener una persona para dedicarse al trabajo científico? ¿Dichas capacidades quién crees que las posee en mayor grado: los hombres o las mujeres?
4. Según los textos, ¿quién crees que está en mejores condiciones para participar en el mundo científico: el hombre o la mujer? ¿Qué piensas tú al respecto?





A.3.5. Las mujeres en las Universidades y las Academias de Ciencias

1. Lee el texto y a continuación realiza las actividades:

El crecimiento de las universidades en Europa durante los siglos XII y XV (Edad Media) supuso un declive en las oportunidades educativas de las mujeres, ya que hasta finales del siglo XIX, las universidades estuvieron cerradas para las mujeres, a excepción de Italia en donde un pequeño grupo de mujeres pudo estudiar y enseñar a partir del siglo XVII, época en que se doctoró la primera mujer en Filosofía, **Elena Cornaro** (1678). Esto no volvió a repetirse hasta casi trescientos años después, pues no volvió a doctorarse ninguna mujer en la Universidad de Padua hasta finales del siglo XIX. De esta forma los universitarios varones conservaron la autoridad científica en sus manos.

La fundación de las Academias Científicas a finales del siglo XVII y todo el siglo XVIII fue un paso clave en los avances científicos. Eran instituciones estatales, fundadas y protegidas por los reyes.

Una de las Academias Científicas que más resistencia puso a la entrada de las mujeres fue la Real Sociedad Londinense (Royal Society), creada en 1660. La Real Academia Francesa se funda en 1666.

Algunas científicas del siglo XVII fueron **Margaret Cavendish** (duquesa de Newcastle), **Anne Finch** (condesa de Conway) y **Maria Sybilla Merian**, a las que a pesar de pertenecer a la nobleza y de sus aportaciones científicas, no se les permitió pertenecer a las recién creadas Academias de Ciencias.

Desde mediados del siglo XVII y todo el siglo XVIII, las Academias de Ciencias fueron el vehículo de promoción de la nueva ciencia frente a las universidades escolásticas. Su carácter abierto y experimental favoreció el desarrollo de la ciencia moderna que pasó de amateur a convertirse en profesional. Pero tampoco las mujeres tenían acceso a dichas instituciones. Ni la astrónoma **María Winckelman**, ni la física **Emile du Châtelet**, ni la matemática **Sophie Germain**, ni siquiera, en pleno siglo XX, la ganadora por dos veces de los Premio Nobel de Física y de Química **Marie Curie** fue admitida, tras una votación de sus miembros varones en 1911, en la Academia Científica de Francia. Hubo que esperar hasta 1979, cuando ya no era una institución de poder, más de trescientos años después de su fundación, para que fuera admitida por fin una mujer en la misma, la matemática Ivonne Choquet-Bruhat. La Academia de Ciencias de Madrid permitió el ingreso de la primera mujer, la bioquímica Margarita Salas, en 1988.



Rita Levi Montalcini. Premio Nobel de Medicina y Fisiología en 1986

1. ¿Quién fue la primera mujer que se doctoró en una universidad? ¿En qué se doctoró?
¿En qué país se doctoró? ¿cómo se llamaba la Universidad?
2. ¿Crees que es justa la medida que adoptaron en las universidades en contra de las mujeres? ¿Por qué?
3. ¿En qué año aproximado se crearon las Academias Científicas? ¿Quiénes las fundaron y protegían?
4. Busca información, y señala la época en que vivieron y las principales aportaciones a la ciencia de las mujeres científicas que aparecen en el texto.
5. ¿Por qué no fue admitida en la Academia de Ciencias de París la ganadora por dos veces del premio Nobel de Ciencias (Física y Química) Marie Curie?
6. ¿Cuándo fue admitida la primera mujer en la Academia de Ciencias de Madrid? Realiza una pequeña biografía sobre la misma.
7. Realiza una pequeña biografía de Rita Levi Montalcini destacando sus principales aportaciones al conocimiento científico.





A.3.6. Entrevista a Margarita Salas, pionera en la Academia de Ciencias

LA DISCRIMINACIÓN TE OBLIGA A LUCHAR MUCHO MÁS QUE LOS HOMBRES PARA ALCANZAR UNA POSICIÓN



Margarita Salas es bióloga molecular. Desde 1988 es la primera y única mujer miembro de la Academia de Ciencias española. También es presidenta del Instituto de España.

¿Cree que es suficiente una sola mujer en la Academia de Ciencias?

–No, debería haber más académicas. Lo que ocurre es que el número de académicos de ciencias es muy bajo: hay 40. Para incorporar más mujeres hay que esperar hasta que los académicos actuales se mueran o a que se amplíe su número. Aunque esto ocurriera, el número de plazas libres será, como mucho, de 10 ó 20, por lo que seguirá siendo tan restringido que es difícil que vayan entrando mujeres.

La primera académica de ciencias, la primera presidenta del Instituto de España, la primera mujer de ciencias que recibió el Premio Rey Jaime I de Investigación y la primera mujer en obtener el Premio Príncipe de Asturias de Ciencias... ¿Qué significa para usted haber sido la primera mujer española en tantas cosas?

–En cierto modo es agradable, pero también desagradable. Ser la primera es agradable porque, cuando estás concienciada de que las mujeres tienen que estar en una posición mejor que la que ahora poseemos, evidentemente gusta ese reconocimiento: es como poner una pica en Flandes. Pero, por otra parte, también es desagradable, porque piensas: «¿Qué pasa, por qué estoy sola y no hay otras mujeres aquí?». Eres consciente de la discriminación que ha habido, que te obliga a luchar mucho más que los hombres para alcanzar esa posición.

¿Ha sentido muchas veces esa discriminación?

–Cuando empecé mi tesis doctoral, sí. En aquella época no estaba contemplado que las mujeres hicieran investigación, y yo sí me sentía

discriminada por ser mujer. Pero todo cambió cuando me fui a Nueva York a hacer el periodo postdoctoral con Severo Ochoa.

Allí me sentí totalmente liberada: se me valoraba por cómo hacía mi trabajo, no por ser mujer.

Usted se fue a Nueva York junto a su marido, Eladio Viñuela, también científico, que iba a hacer el periodo postdoctoral en el laboratorio de Severo Ochoa. Él los puso a trabajar en diferentes grupos...

–Creo que Severo se daba cuenta de que era importante que cada uno tuviera su propio trabajo, y probablemente intuía que, si los dos trabajábamos juntos en una sociedad machista como era la española y también la americana, yo iba a estar siempre por debajo de mi marido, porque, si era un trabajo común, el que brillaría sería el hombre, algo que ha ocurrido en muchas ocasiones. Es decir, para que la mujer sobresalga, el marido debe estar considerado peor que la mujer.

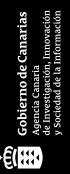
¿Cree que ha cambiado la situación de las mujeres en la ciencia desde entonces?

–Indudablemente, sí. Ahora, en los laboratorios hay más mujeres que hombres, aunque todavía es cierto que el número de mujeres que llega a posiciones de poder o de prestigio es mucho menor que el de hombres. Pero creo que esto va a cambiar en 10 ó 15 años y que la situación se va a invertir.

¿Sucede lo mismo en todos los países?

–Yo diría que, más o menos, la situación no es mejor ni peor; lo que ocurre es que el extranjero lleva ciertos años de ventaja sobre España.

1. Resume el texto señalando las ideas principales.
2. Busca información y realiza una biografía sobre Margarita Salas que recoja su vida, su obra y las principales aportaciones a la ciencia.
3. ¿Qué piensa Margarita Salas de la discriminación de la mujer en ciencias? ¿Cuál es tu opinión al respecto?
4. Realiza un informe sobre las principales Academias de Ciencias del mundo y el papel de la mujer en ellas.



4. Las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente (CTSA)

Debes saber que . . .

- ✓ La ciencia se da en cada sociedad y está íntimamente ligada a su cultura y a las formas de vida y de poder de cada momento determinado.
- ✓ Las ciencias presentan aplicaciones y tienen enormes implicaciones sociales.
- ✓ Las ciencias tienen enormes relaciones con la tecnología, la sociedad y el medio ambiente.

A.4.1. Semmelweis y la Sociedad de su época

1. Lee el texto y contesta a las actividades:

Ignaz Semmelweis, médico húngaro que trabajaba en el hospital de Viena, analizaba que:

- a) Una proporción alta de mujeres que daban a luz en su sección (alrededor del 10%) contraía una enfermedad fatal denominada fiebre de postparto.
- b) En la otra sección de partos del mismo hospital, el porcentaje de mujeres que contraían la enfermedad era tan solo del 1%.

¿Cómo explicar la diferencia?

Primeramente recogió las opiniones existentes sobre el problema y fue contrastándolas.

Así, una comisión investigadora atribuyó la gran mortalidad en la sección primera a las lesiones producidas por los reconocimientos poco cuidadosos a que eran sometidas las pacientes por parte de los estudiantes de medicina, los cuales realizaban sus prácticas en esa sección.

Para contrastar esta opinión, se redujo a la mitad el número de estudiantes y se restringió al mínimo el número de mujeres que ellos reconocían. La mortalidad no disminuyó. Había que rechazar esa conjetura.

Siguiendo este proceso, a los tres años de investigar el problema, tuvo una idea: tanto él como su equipo y los estudiantes solían llegar a la sección primera después de realizar disecciones en la sala de autopsias, y reconocían a las parturientas después de haberse lavado las manos solo de un modo superficial con agua y jabón.

Pensó que «la materia cadavérica» podría ser la causa de la mortalidad observada.

Para poner a prueba esta posibilidad dictó una orden por la que se obligaba a todos a lavarse las manos con una solución de cal clorada antes de reconocer a ninguna enferma. La mortalidad comenzó a decrecer y llegó a ser incluso inferior a la de la otra sección.

Esta última idea o hipótesis fue demostrada y aceptada.

1. ¿Cuál es el problema preciso en el que comienza la anterior investigación?
2. ¿Cuáles son los datos que se recogen referentes al problema que hay que investigar?
3. ¿Cuáles son las hipótesis que se formulan para intentar explicar los hechos observados?
4. ¿Cómo se contrastan las hipótesis que se formulan?
5. ¿Cómo se realizan las experiencias adecuadas? ¿Cuáles son las variables independientes y dependientes? ¿Qué datos se obtienen? ¿Cómo se tratan los datos?
6. ¿Cuáles son los resultados que se obtienen y cuáles son las conclusiones?
7. Busca información sobre **Ignaz Semmelweis** y realiza una biografía sobre su vida, su obra, la sociedad de su tiempo y sus principales aportaciones a la ciencia.
Realiza una línea del tiempo con la siguiente herramienta: <http://www.timetoast.com/>.





A.4.2. Realiza las siguientes actividades de CTSA

1. Lee con detenimiento la siguiente historia y di lo que piensas sobre la situación que se describe. Justifica tu postura.
*«Julia y Roberto oyeron en el Telediario que se había subvencionado con bastante dinero un nuevo proyecto científico encaminado a poner un satélite artificial en el planeta Marte. **Julia comentó:** «No está bien dar tanto dinero para proyectos científicos, ya que la mayoría de ellos son un despilfarro y encima crean problemas, como con las centrales nucleares de producción de electricidad». **Roberto sin embargo no opinaba igual:** «Yo creo que la ciencia debe disponer del dinero que necesite porque nos ayuda a resolver los problemas que se le van presentando a la humanidad».*
2. Valora el papel jugado por la ciencia a lo largo de la historia, sopesando críticamente aspectos positivos y negativos, sus logros y limitaciones. Ayúdate de ejemplos que contribuyan a justificar tu opinión.
3. **Elige un invento y un descubrimiento del siglo XX** (entre otros posibles: la robotización, el control de la información, los satélites artificiales, el rayo láser, la televisión, la energía nuclear, la bomba de neutrones, los reactores de fusión, las energías alternativas, los viajes espaciales, la ingeniería genética, el microondas, el automóvil, el avión supersónico, los fertilizantes, la penicilina, los satélites artificiales, etc.) y enumera:
 - a) Ventajas que proporciona a los humanos. ¿Quiénes se benefician fundamentalmente del progreso de su utilización? ¿Repercute beneficiosamente para todos de igual manera?
 - b) Algunas limitaciones: riesgos y problemas que puede ocasionar para el medio ambiente, para la salud humana, para el equilibrio ecológico.
 - c) ¿Saber más supone acumular más poder?
 - d) ¿De parte de quién están la ciencia y el progreso?
4. **Comenta la siguiente frase y pon un ejemplo aclaratorio:** «Cada sociedad y cultura ha elaborado y elabora un cuerpo ideológico coherente, sea del tipo «mitología–creencias» o del tipo «lógico–científico», con el que justifica las propias decisiones o imposiciones. Los conocimientos están detentados por minorías, por «los sabios» y las minorías que los controlan y les pagan, lo cual impone a veces limitaciones o prohibiciones en el conocimiento colectivo y/o restringe la libertad individual, mediante un poder coercitivo (político) o sugestivo (mentalidad o ideología dominante). La gran mayoría de la población no se beneficia ni disfruta los adelantos científico–técnicos y sí sufre en muchos casos los riesgos o problemas que estos pueden ocasionar».



A.4.3. Ciencia y sociedad

1. Explica con un ejemplo cómo puede influir la ciencia en la sociedad.
2. Explica las diferencias existentes entre una ciencia primitiva inductiva y una ciencia con un grado mayor de madurez.
3. ¿Puede una investigación partir de una hipótesis previa?
4. Cita un ejemplo en el que las corrientes de pensamiento (filosofía, religión, etc.) hayan influido de forma determinante en el conocimiento científico.
5. Describe cómo sería la aplicación del método científico a un problema concreto.
6. Resume brevemente las principales teorías que rigen la investigación biológica actual:
 - a) La teoría celular, que afirma que la célula es la unidad estructural y funcional de todos los seres vivos.
 - b) La teoría de la evolución biológica, que explica el origen de la diversidad biológica del planeta y los mecanismos que la hacen estar en continuo cambio.
 - c) La teoría molecular de la herencia y de los procesos vitales, que persigue la reducción de las funciones vitales de los seres vivos al nivel de las moléculas.
 - d) La teoría de sistemas, que entiende la Tierra como un todo (un sistema) formado por partes interrelacionadas (subsistemas) que a su vez están constituidas de la misma manera, y así sucesivamente.
7. Explica la necesidad de comparar los resultados observados tras la experimentación a partir de una muestra, con los observados en una muestra de control.
8. Razona si los descubrimientos científicos pueden o no considerarse verdades absolutas.
9. ¿Cómo pueden influir en el avance del conocimiento científico los intereses económicos de una sociedad?



10. Cita dos ejemplos donde las simulaciones por ordenador puedan resultar útiles para la investigación de un fenómeno natural. ¿Qué condiciones debería reunir uno de estos modelos para ser válido?
11. Tomando como base el método científico, diseña y, si te es posible, desarrolla un experimento para comprobar la siguiente hipótesis: «Cuando las semillas germinan (judías, por ejemplo), el tallo tiende a crecer hacia la luz».

Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM) en Taliarte, Gran Canaria.



5. La ciencia en Canarias. Historia de la ciencia en Canarias. Científicos canarios

Debes saber que . . .

- ✓ **La ciencia moderna en Canarias es muy reciente. Debido a la tardía conquista de las islas por los castellanos en el siglo XVI y la posterior colonización. Nos surgen los primeros brotes de la ciencia hasta bien entrado el siglo XVIII con la Ilustración.**
- ✓ A mediados del siglo XVIII, sectores importantes de la nobleza, el clero y de los grandes comerciantes entran en contacto con el desarrollo científico europeo a través de España y otros países del continente, recibiendo el influjo de la ciencia de la Ilustración.
- ✓ El espíritu enciclopedista o de la Ilustración francesa prende muy pronto en las clases aristocrática y burguesa de la sociedad canaria. Como ejemplo del movimiento de la Ilustración nacen las tertulias de La Laguna, del Puerto de la Cruz y de Las Palmas de Gran Canaria, con un espíritu renovador y reformista. Son famosas la tertulia de La Laguna auspiciadas por el marqués de Villanueva del Prado, D. Alonso de Nava y Grimón, en las que participarán Viera y Clavijo (1731 – 1813) y el ingeniero Agustín de Betancourt (1758 – 1828). A ellas se les deben los primeros periódicos insulares y la creación de las primeras Reales Sociedades Económicas de Amigos del País en 1776.
- ✓ En el siglo XIX con la Restauración Borbónica, hay un impulso de la ciencia; destacamos al médico y antropólogo Chil y Naranjo (1831 – 1901) y al ingeniero Juan León y Castillo (1834 – 1912).
- ✓ A principios del siglo XX se produce la Edad de Plata de la ciencia española con la contribución en primera fila del físico canario Blas Cabrera Felipe y el Doctor Juan Negrín López.
- ✓ Con la Guerra Civil Española hay un gran retroceso de la ciencia y habrá que esperar al último tercio del siglo XX para ver el resurgimiento de la ciencia en España y en Canarias al calor del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y de las universidades canarias. Destacaremos las figuras del geólogo y naturalista Telesforo Bravo (1916 – 2002) y del químico Antonio González (1917 – 2002).
- ✓ Con el advenimiento de la democracia y del Estado de las Autonomías se desarrolla la investigación científica, de la que son una muestra los Premios Canarias de Investigación que se recogen en el Anexo XII.



A.5.1. Los padres de la ciencia en Canarias

1. Analiza en los anexos, el DVD o la Web «Los padres de la ciencia en Canarias» y «Centros de investigación en Canarias» y realiza un resumen de los mismos.
2. Contesta en particular a las siguientes preguntas sobre la ciencia en Canarias:
 - a) Realiza una pequeña investigación de revisión bibliográfica que concluya en un informe sobre aspectos científicos de la Ilustración en Canarias.
 - b) Señala aspectos biográficos y las principales aportaciones científicas e implicaciones sociales de los ilustrados canarios José Clavijo y Fajardo (1728 – 1806); José de Viera y Clavijo (1731 – 1813); Agustín de Betancourt y Molina (1758 – 1828) y Alonso de Nava y Grimón (1759 – 1832).
 - c) Identifica a los principales científicos canarios del siglo XIX señalando sus principales aportaciones.
 - d) Identifica a los principales científicos canarios del siglo XX señalando sus principales aportaciones.
 - e) Describe cómo era la situación de la ciencia y de los científicos en España en la primera mitad del siglo XX. Señala la influencia de los diferentes momentos sociales en el desarrollo de la ciencia.
 - f) Señala aspectos biográficos y principales aportaciones científicas e implicaciones sociales de los científicos canarios Blas Cabrera (1878 – 1945), Juan Negrín (1891 – 1956) y Antonio González (1917 – 2002).
 - g) Elabora una pequeña biografía de Blas Cabrera señalando sus principales aportaciones a la ciencia, las instituciones más importantes en las que participó y los aspectos más relevantes de la sociedad de su época. Nombra algunos científicos contemporáneos suyos indicando las relaciones entre ellos.
 - h) Señala las principales aportaciones de Negrín a la ciencia española.
 - i) Indica las aportaciones de Antonio González a la ciencia española.





A.5.2. Premios de investigación científica

Analiza en los anexos, en el DVD o en la Web «Las biografías de los científicos», «Premios Canarias de Investigación», «Premios Príncipe de Asturias», «Premios Nobel de Ciencias», y realiza las siguientes actividades:

1. Indica qué científico canario recibió el Premio Canarias de Investigación, el Premio Príncipe de Asturias y fue propuesto varias veces para Premio Nobel.
2. Analiza los Premios Canarias de Investigación y realiza una biografía de tres de ellos cuya investigación se haya realizado en campos diferentes, indicando sus principales aportaciones a la ciencia.
3. Analiza los Premios Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica, de la Cooperación Internacional y de la Concordia otorgados los cuatro últimos años, indicando las aportaciones científicas de los galardonados, sus aplicaciones y sus implicaciones sociales.
4. Analiza los Premios Nobel de Física, Química, Medicina y Paz concedidos en los últimos cuatro años. Recoge en una tabla las principales aportaciones científicas de los galardonados, sus aplicaciones y sus implicaciones sociales.



Blas Cabrera



Juan Negrín



Telesforo Bravo



Antonio González



6. Los centros de investigación científica en Canarias

Debes saber que . . .

- ✓ Con el desarrollo del Estado de las Autonomías, bajo los auspicios de las universidades canarias, del Gobierno Autónomo, de los Cabildos o del Gobierno del Estado se han desarrollado los principales centros de investigación científica.
- ✓ Existe actualmente una promoción de buenos y nuevos científicos canarios que trabajan en diferentes líneas de investigación. Unos miran al cielo y sus astros; otros a los fondos marinos; y sus habitantes gigantesco o unicelulares; unos están en hospitales y laboratorios, otros, en campo abierto, excavando en busca de fósiles, recogiendo muestras vegetales, escuchando el canto de aves, mejorando la agricultura, extrayendo los principios activos a las plantas, produciendo energías renovables, etc.
- ✓ Estos científicos deben contar con los medios suficientes para que su trabajo duro y tenaz, muchas veces incomprendido, se vea recompensado con la divulgación de sus descubrimientos entre los habitantes de Canarias y su proyección internacional en los foros científicos que corresponda.

✓ Entre los centros de investigación más punteros destacamos:

- Instituto Universitario de Bioorgánica Antonio González (IUBO-AG).
- Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA).
- Instituto Tecnológico de Canarias (ITC).
- Instituto Tecnológico de Energías Renovables (ITER).
- Instituto Astrofísico de Canarias (IAC).
- Estación Meteorológica Mundial de Izaña.
- Instituto Canario de Ciencias Marinas de Taliarte (ICCM).
- Universidad de La Laguna (ULL).
- Instituto Universitario de Enfermedades Tropicales y Salud Pública de Canarias.
- Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC).
- Instituto Universitario de Microelectrónica Aplicada (IUMA).
- Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial de Maspalomas (INTA).
- Unidades Hospitalarias de los hospitales canarios.



A.6.1. Los centros de investigación científica en Canarias

1. Analiza el Anexo «Centros de Investigación en Canarias» y realiza un resumen del mismo.
2. Contesta en particular a las siguientes preguntas:
 - a) Indica las principales instituciones y centros de investigación científica existentes en la actualidad en Canarias, sus líneas de trabajo, su importancia y sus principales contribuciones.
 - b) Describe las líneas de trabajo de instituciones científicas de Canarias como el Instituto de de Bioorgánica y el Instituto Astrofísico de Canarias.
 - c) Elige un centro de investigación de tu interés y describe su estructura y sus líneas de investigación, sus aplicaciones y sus implicaciones sociales.
 - d) Describe las líneas de trabajo de instituciones científicas o tecnológicas de Canarias como el Instituto Tecnológico de Canarias (ITC) o el Instituto Tecnológico de Energías Renovables (ITER), destacando sus principales aportaciones en el campo de las energías renovables y su contribución en la consecución de un futuro sostenible para Canarias.



7. La ciencia en el siglo XXI. Logros y limitaciones. Lo que queda por resolver

Debes saber que . . .

- ✓ Cada vez la ciencia que resuelve un problema mediante una investigación de la misma, surgen nuevas preguntas, que intenta abordar de nuevo.
- ✓ La ciencia no tiene respuesta para todo y sus respuestas son siempre revisables y provisionales.
- ✓ Más que afirmaciones, la ciencia se hace preguntas que no siempre puede responder. A veces sus respuestas son provisionales, incompletas y aproximadas, y van variando en función del conocimiento científico disponible en cada momento histórico,

A.7.1. Las preguntas que quedan por resolver

Basándose en la publicación de la revista *Science* «Los 125 retos a los que se enfrentará la ciencia en los últimos años» el Museo Elder de Ciencia y Tecnología de Gran Canaria realizó una exposición en 2007, Año Internacional de la Ciencia, titulada «Lo que queda por resolver». Esta muestra reunía treinta cuestiones a las que la ciencia debe encontrar respuesta durante los próximos años.

Solemos pensar que la ciencia es una colección de conocimientos claros de cómo funciona el mundo y nos asombramos de las explicaciones y teorías que continuamente surgen mejorando las anteriores. Tal vez esta visión cambiaría si pudiésemos observar a los científicos en acción. El trabajo de los investigadores consiste, básicamente, en plantearse dudas y hallar el método de resolverlas. Curiosamente, la actividad de un científico termina cuando conoce las respuestas; para seguir trabajando, tiene que plantearse nuevas dudas, nuevos interrogantes y problemas.

A pesar de los grandes avances que durante el siglo XX tuvieron lugar en todas las áreas de la ciencia y la tecnología, los científicos e ingenieros siempre tendrán más preguntas que respuestas. Algunas de estas podrán ser resueltas en los primeros años del presente siglo, algunas tardarán más y, tal vez, algunas no encontrarán nunca una contestación aceptable.

En julio de 2005, la prestigiosa revista *Science* publicó 125 cuestiones que, según prestigiosos científicos de todo el mundo, resumían los grandes retos a los que se enfrentaría la ciencia en los próximos años: <http://www.sciencemag.org/sciext/125th/>

En LO QUE QUEDA POR SABER, te planteamos treinta de estas preguntas, pero las respuestas tendrán que esperar. Abordar dichas respuestas hará avanzar las fronteras del conocimiento científico en los próximos años, obteniendo provisionales y otras muchas preguntas.

Nuestra intención es utilizar estas preguntas como recurso para mostrar en cada uno de los temas las relacionadas con el mismo, proponiendo abordar su análisis y buscar posibles respuestas, indicando los avances que han realizado los científicos hasta nuestros días y los aspectos que aún no tienen solución, mostrando así una visión dinámica de la ciencia.

Las 30 preguntas seleccionadas sin respuesta en la actualidad son:

1. ¿Qué cambios genéticos nos hacen humanos?
2. ¿Cómo de relacionadas están la variación genética y la salud personal?
3. ¿Pueden unificarse las leyes de la física?
4. ¿Qué controla la regeneración de los órganos?
5. ¿Cómo una célula de la piel puede convertirse en una célula nerviosa?
6. ¿Cómo funciona el interior de la Tierra?
7. ¿Estamos solos en el Universo?
8. ¿Cómo y dónde surgió la vida en la Tierra?
9. ¿Qué determina la diversidad de especies?
10. ¿Podemos suprimir selectivamente la respuesta inmunitaria?



11. ¿Cuáles son las bases de la conciencia?
12. ¿Cómo se almacenan y recuperan los recuerdos?
13. ¿Cómo apareció el comportamiento cooperativo?
14. ¿Cómo surgirán las visiones de conjunto de un mar de datos biológicos?
15. ¿Por qué los humanos tenemos tan pocos genes?
16. ¿Cuáles son los límites de la informática convencional?
17. ¿De qué está hecho el Universo?
18. ¿Seguirá Malthus equivocado?
19. ¿Es el nuestro el único Universo?
20. ¿Cuál es la naturaleza de la gravedad?
21. ¿Cómo y cuándo se formaron las primeras galaxias y estrellas?
22. ¿Cuál es la eficiencia máxima de las células fotovoltaicas?
23. ¿Qué causa las eras glaciares?
24. ¿Existe o ha existido vida en algún planeta del Sistema Solar distinto de la Tierra?
25. ¿Cuántas formas de muerte celular existen?
26. ¿Qué causa la esquizofrenia?
27. ¿Qué sustituirá al petróleo y cuándo?
28. ¿Es posible una vacuna efectiva contra el VIH?
29. ¿Cómo de caliente será el mundo con el cambio climático?
30. ¿Qué es una especie?



A.7.2. Las CCMC y lo que queda por resolver

Relaciona los temas de Ciencias para el Mundo Contemporáneo con las anteriores preguntas sobre lo que nos queda por saber y añade nuevos interrogantes que consideres oportunos, al menos en las unidades que se queden sin ninguna de ellas.

Unidades de CCMC	Interrogantes
Unidad 1: Ciencia y sociedad. El trabajo científico y su influencia en la sociedad.	
Unidad 2: Nuestro lugar en el Universo. El origen del Universo.	
Unidad 3: La formación de la Tierra y su evolución.	
Unidad 4: El origen de la vida y la evolución de las especies. El origen del ser humano.	
Unidad 5: La salud y la enfermedad. Vivir más, vivir mejor.	
Unidad 6: La revolución genética. La ingeniería genética. El genoma humano y la clonación. La biotecnología.	
Unidad 7: La Tierra en peligro. La construcción de un futuro sostenible.	
Unidad 8: Nuevos materiales. Los polímeros y la nanotecnología. La gestión de nuestros residuos.	
Unidad 9: La revolución digital: Internet y las comunicaciones. La aldea global.	



E. EJEMPLIFICACIÓN. Entrevista periodística a Severo Ochoa



A.E.1. ¿Son los científicos personas especiales?

ENTREVISTA A SEVERO OCHOA

Me mira a los ojos y lo dice sin una sombra de duda en la voz:

–Le voy a confesar algo: me he acostumbrado a seguir viviendo porque soy demasiado cobarde para quitarme de en medio.

¿Tanto echa de menos a su mujer? (Carmen la esposa, murió una noche de junio de 1986, cuando apenas hacia un año que los Ochoa habían regresado a España, después de 55 años de matrimonio y de su exilio científico).

–Yo estuve locamente enamorado de Carmen toda la vida. Y ahora la vida sin ella no es vida. Esto no quiere decir que lo pase mal, no. Viajo, escucho música, etc. Ya no trabajo, pero hablo mucho con científicos jóvenes, les aconsejo si hace falta. El tiempo está ocupado. Pero no tengo interés por la vida.

¿Tal vez usted, biólogo y a la vez enamorado, ha descubierto donde está la clave secreta del amor?

–El amor es física y química... Pero una física y química muy sofisticadas, ¿eh? Yo creo que somos eso y nada más: física y química.

¿Debo entender que, en su opinión, el alma no existe?

–Cada vez que contesto negativamente a una pregunta de este tipo recibo un montón de cartas intentando convencerme de que estoy equivocado. Los españoles son intolerantes, quieren que los demás piensen como ellos. Mi mujer era creyente, yo no; pero siempre vivimos muy felices, respetándonos nuestras ideas. Nunca fue un problema, y no tratábamos de convencernos. A veces ella se olvidaba de ir a misa y yo le decía: «Carmen, la misa...»

A muchos científicos la ciencia les ha llevado a creer en Dios.

–En efecto. Hay científicos muy religiosos, incluso en extremo, y otros que no lo son. Pero yo no creo en lo sobrenatural.

¿Ni siquiera después de la muerte de su esposa ha sentido usted la tentación del consuelo religioso?

–Yo no busco el consuelo fácil. Prefiero no tener consuelo.

¿Y eso?

–Consolarme con la muerte de Carmen me parecería una traición hacia ella.

¿Cree usted que hay que ponerle límites éticos a la investigación?

–Desde luego que el científico tiene que tener planteamientos éticos. Yo creo que quienes colaboran conscientemente para desarrollar algo con fines destructivos, como ocurrió con la bomba atómica, son condenables. Ahora bien, cuando uno está investigando no piensa mucho si la aplicación de sus descubrimientos puede ser peligrosa. Yo siempre digo que todo lo que contribuya a aumentar el conocimiento humano debe hacerse, aunque no se sepa lo que puede venir detrás. Naturalmente, debe intentar impedirse la utilización de aquello que puede ser perjudicial para la humanidad.

¿Y existen de verdad esos laboratorios de las películas en los que se obliga a los sabios a trabajar en misteriosas y potentes armas?

–Yo creo que sí. Hay una investigación de defensa, lo que en Estados Unidos se llama clasificada, es decir, secreta. Eso ocurre en muchos países. Aunque no creo que en esos lugares trabaje nadie obligado, porque a un científico no se le puede obligar a hacer lo que no quiere. Pero sí hay personas a las que se les pide esa dedicación con chantajes morales... Y cuando el llamado patriotismo anda detrás, mal asunto...

1. Lee detenidamente el texto, anota el significado de los términos y expresiones que no conozcas y, después de estudiarlas y aprenderlas, realiza un breve resumen del texto señalando las ideas principales.
2. Realiza un comentario personal sobre el mismo
3. ¿Crees que la vida es algo más que física y química? ¿Está el alma construida de átomos?
4. ¿Estás de acuerdo con que todo lo que contribuya a aumentar el conocimiento humano debe hacerse?
5. Analiza el papel del científico en la sociedad. ¿Crees que son personas de una mentalidad diferente? ¿Sus opiniones son objetivas? ¿Son responsables del uso que se haga de sus descubrimientos?



Severo Ochoa

Bioquímico español

Nace en Luarca, Oviedo, el 24 de septiembre de 1905.

Estudió el bachillerato en Málaga y se graduó en 1921.

Estudió medicina en la Universidad de Madrid, obteniendo su título de médico en 1929, siendo discípulo del Doctor Juan Negrín López.

En 1936 abandonó España exiliado tras el Golpe de Estado y la Guerra Civil, y pasó un año en Alemania y tres en Inglaterra.

Llegó a los Estados Unidos en 1940 y se hizo ciudadano americano en 1956.

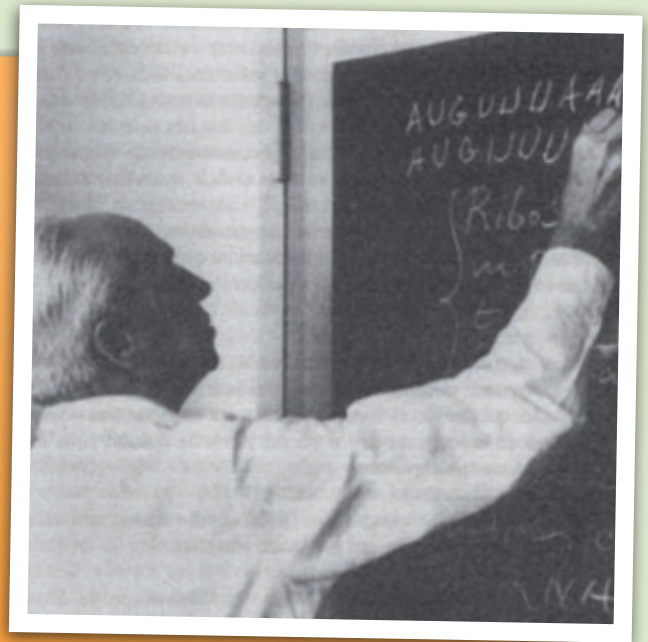
Desde 1942 ha estado trabajando como profesor e investigador en la New York University College of Medicine.

Ha realizado y publicado trabajos considerables sobre los mecanismos químicos del organismo. En particular ha estudiado cómo las moléculas de dióxido de carbono se incorporan a los compuestos y cómo son liberadas. Estos trabajos, junto con los de Lipmann (1899-1986) del Rockefeller Institute for Medical Research en Nueva York en 1951, ayudaron a identificar el «fragmento bicarbonatado», que es uno de los compuestos claves en los procesos metabólicos, pues se combina con la coenzima A dando lugar a la acetilcoenzima A del ciclo de Krebs (1900-1981).

Su fama surgió en conexión con sus trabajos sobre los ácidos nucleicos. Gracias al trabajo de Watson (1928) y Crick (1916-2004), los bioquímicos de los años 50 estaban concentrados en el problema de los ácidos nucleicos. El organismo estaba claramente capacitado para sintetizar los ácidos nucleicos a partir de los nucleótidos pero en el proceso se necesitaba la participación de las enzimas.

En 1955, Ochoa aisló una enzima de una estirpe de bacterias haciendo que reaccionara con los nucleótidos a los que se había adicionado una segunda unidad fosfatada. Se seleccionaban los nucleótidos que al unirse formarían moléculas de ARN (ácido ribonucleico). La producción de ARN sintético fue un éxito. Al año siguiente Kornberg (1918-2007) extendió el trabajo de Ochoa sintetizando el ADN.

En 1959, Ochoa y Kornberg compartieron el Premio Nobel de Medicina y Fisiología.



A.E.2. Aspectos biográficos de Severo Ochoa

Siguiendo la ficha suministrada por el profesor:

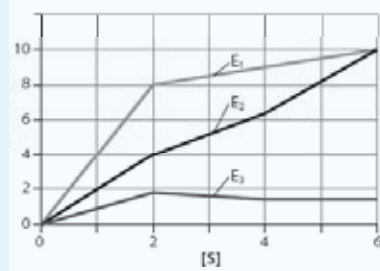
1. Realiza un estudio biográfico de Severo Ochoa: su vida, su obra, características de la sociedad de su tiempo, sus principales aportaciones a la ciencia y la influencia que ejerció sobre la sociedad de su época y sus contemporáneos.
2. La mayoría de los científicos que aparecen en estos aspectos biográficos de Severo Ochoa son Premios Nobel y de alguna forma sus trabajos están relacionados. Busca información de las principales aportaciones científicas de cuatro de ellos e intenta relacionar sus principales contribuciones a la ciencia.



F. AUTOEVALUACIÓN

- Señala la afirmación correcta relacionada con las hipótesis:
 - La confirmación de las hipótesis se debe buscar en escritos u opiniones de científicos.
 - Una hipótesis es una suposición o conjetura previa sobre las causas del fenómeno observado.
 - Las hipótesis deben ser ciertas o de lo contrario no podrán ser hipótesis.
- Señala la afirmación correcta relacionada con el diseño experimental:
 - Un buen diseño experimental es aquel en el que controlamos la variación de multitud de variables, procurando que sean constantes las menos posibles.
 - La experiencia debe aportar siempre información para enunciar una ley.
 - Las hipótesis se comprueban con la experimentación.
- Señala la afirmación correcta relacionada con el análisis de resultados y conclusiones:
 - Las leyes son hipótesis confirmadas, que se procura expresar en lenguaje matemático.
 - Las teorías son hipótesis que parten de la observación.
 - Las representaciones gráficas no ayudan a comprender los resultados.
 - Cuando la hipótesis es confirmada con una experiencia se puede dar por válida en cualquier situación.
- Enumera las principales características de la investigación científica.
- ¿Qué significa que el método científico es un método hipotético-deductivo?
- Como paso previo en cualquier investigación, es necesario realizar un estudio detallado de la documentación y bibliografía relacionadas con el asunto a tratar.
 - ¿Cuáles son las fuentes de información que conoces?
 - ¿Por qué es importante esta fase?
 - Señala una ventaja y un inconveniente del uso de Internet con este fin.
- ¿Qué es una hipótesis? ¿Cómo podrías averiguar si una hipótesis es verdadera o falsa?
- Indica cuáles de las siguientes afirmaciones son falsas y por qué:
 - Un experimento científico tiene como propósito final comprobar una hipótesis.
 - Las hipótesis que se plantean para explicar un determinado fenómeno deben someterse a prueba.
 - Los conocimientos generados mediante la experimentación deben ser comunicados a la comunidad científica.
 - Las publicaciones que aparecen en revistas científicas son irrefutables.
 - La diferencia entre teoría y ley reside únicamente en la forma de expresión.
- La siguiente gráfica muestra los resultados de un estudio realizado con un determinado sustrato (S) que es transformado en un mismo producto (P) por tres enzimas diferentes (E1, E2 y E3) y la velocidad de transformación en cada caso.
 - ¿Cuál puede haber sido la hipótesis inicial antes de realizar el experimento?
 - Identifica la variable independiente y la variable dependiente.
 - Enuncia alguna conclusión teniendo en cuenta los resultados representados en la gráfica.
- Relaciona los siguientes materiales de laboratorio con su función correspondiente:

a) Autoclave.	1. Medir volúmenes.
b) Micrótopo.	2. Preparar cultivos.
c) Pipeta.	3. Realizar cortes en tejidos.
d) Gradilla.	4. Esterilizar.
e) Tubo de ensayo.	5. Soportar.



G. PARA SABER MÁS: BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

- ÁLVAREZ, A. y otros, *La historia de la ciencia como estrategia para la enseñanza en el Bachillerato. Análisis interdisciplinar de la figura de Albert Einstein*. Alambique, 5, páginas 123-129, 1995.
- ASIMOV, I., *Enciclopedia Biográfica de la Ciencia y la Tecnología*. Revista de Occidente, Alianza editorial, Madrid, 1973.
- ASIMOV, I., *Cien preguntas básicas sobre la ciencia*, Alianza Editorial, Madrid, 1979.
- BUNGE, M., *La investigación científica*, Ariel, Barcelona, 1983.
- CABRÉ, M. y ORTIZ, T., *Sanadoras, matronas y médicas en Europa*, Icaria Editorial, Barcelona, 2002.
- CHALMERS, A., *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*, Siglo XXI, Madrid, 1989.
- CHALMERS, A., *La ciencia y cómo se elabora*, Siglo XXI, Madrid, 1989.
- CLAXTON, G., *Educar mentes curiosas. El reto de la ciencia en la escuela*. Visor, Madrid, 1994.
- DECRETO 202/2008 (BOC nº 204 de 10 de Octubre) por el que se establece el currículo del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Canarias.
- FOUREZ, G., *La construcción del conocimiento científico. Filosofía y ética de la ciencia*, Narcea, Madrid, 1994.
- KHUN, D., *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura económica, Méjico, 1971
- LAKATOS, I., *Historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales*, Tecnos, Madrid, 1982.
- MARCO, B., *Historia de la Ciencia. Los científicos y sus descubrimientos*, MEC-Narcea, Madrid, 1992
- Carpeta didáctica con tres cuadernillos para la E.S.O. que incluyen: 1. Guía para el profesor. 2. Materiales para el primer ciclo (12-14). 3. Materiales para el 2º ciclo (14-16).
- MARGARET, A., *El legado de Hipatia. Historia de las mujeres en la ciencia desde la Antigüedad hasta fines del siglo XIX*, Siglo XXI, Madrid, 1991.
- MARTINEZ, F. y REPETTO, E., *Blas Cabrera Felipe. Biografías de científicos canarios*, Dykinson. Oficina de Ciencia, Tecnología e Innovación del Gobierno de Canarias, Las Palmas de Gran Canaria, 2005.
- MARTINEZ, F. y REPETTO, E., *Biografías de científicos canarios. Guía de Recursos Didácticos*. Consejería de Educación Oficina de Ciencia, Tecnología e Innovación del Gobierno de Canarias, Las Palmas de Gran Canaria, 2006.
- MARTINEZ, F. y MILARES, S., *Juan Negrín López. Biografías de científicos canarios*, Dykinson, Oficina de Ciencia, Tecnología e Innovación del Gobierno de Canarias, Las Palmas de Gran Canaria, 2007.
- MASON, S., *Historia de las ciencias*, Alianza Editorial, Madrid, 1984.
- POPPER, K.R., *La lógica de la investigación científica*, Tecnos, Madrid, 1967
- SOLSONA y Pairó, N., *El saber científico de las mujeres*, Talasa Ediciones, Barcelona, 2003
- TATON, R., *Historia General de las Ciencias*, Orbis, Barcelona, 1988
- Vídeos de Youtube: <http://www.youtube.com>
- Vídeos de Cadena Ser: <http://www.cadenaser.com/videos/>
- Vídeos de Canarias Innova TV: <http://www.canariasinnova.es/oficial/pildoras.php>
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas: www.csic.es/index.do
- Historia de la Ciencia: <http://www.historiadela ciencia.idoneos.com>
- Cambios de paradigma: <http://www.ucm.es/info/hcontemp/leoc/hciencia.htm>
- Los imprescindibles de la ciencia: <http://www.imprescindiblesdelaciencia.es/>

Direcciones Web de interés sobre la ciencia en Canarias:

- Instituto Universitario de Bioorgánica Antonio González (IUBO): <http://www.ull.es/>
- Instituto de Productos Naturales y Agrobiología: <http://www.ipna.csic.es/cast/indice.html>
- Instituto Tecnológico de Canarias (ITC): <http://www.itccanarias.org/>
- Instituto Tecnológico de Energías Renovables (ITER): <http://www.iter.es/>
- Instituto Astrofísico de Canarias (IAC): <http://www.iac.es/>
- Estación Meteorológica Mundial de Izaña: <http://www.iac.es/telescopes/tiempo/weather.html>
- Instituto Canario de Ciencias Marinas de Taliarte (ICCM): <http://www.iccm.rcanaria.es/>
- Universidad de La Laguna: <http://www.ull.es/>
- Universidad de Las Palmas de Gran Canaria: <http://www.ulpgc.es/>
- Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial de Maspalomas (INTA):
<http://www.inta.es/grandesInstalaciones/centroEspacialCanarias.asp>



