

TEMA 1. LA CIENCIA Y EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO



¿Por qué se creía que en el año 2012 se iba a acabar el mundo?

Una manera de medir el tiempo según el calendario maya es lo que se denomina “Cuenta larga”. Es una forma continua de contar el tiempo en eras de 13 *bak'tuns*, donde cada *bak'tun* consta de 144.000 días. La cuarta era comenzó el 13 de agosto del año 3114 a.C. y se completaba con el decimotercer *bak'tun* el 21 de diciembre de 2012.

Según la civilización maya, el 21 de diciembre de 2012 debía acabar el mundo porque esa era la fecha en la que finalizaba el ciclo de 5125 años de su calendario.

Muchas personas creyeron esta profecía que, como ya se vio, finalmente no se cumplió.

OPINA: ¿Crees que puede ser fiable cualquier predicción del futuro?

EN ESTE TEMA APRENDERÁS

- Qué es la ciencia
- A distinguir entre conocimiento científico y otro que no lo es
- A distinguir ciencia de pseudociencia
- Cuáles son los pasos que se siguen en una investigación científica

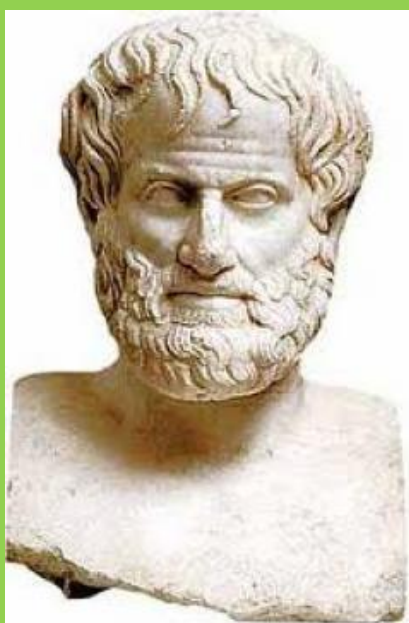
CONTENIDOS DEL TEMA

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1. ¿QUÉ ES LA CIENCIA? | 2.2. Características del método científico |
| 1.1. Ciencia y pseudociencia | 2.3. Problemas del método científico |
| 1.2. Clasificación de las ciencias | 3. HISTORIA DE LA CIENCIA |
| 2. EL MÉTODO CIENTÍFICO | 4. LAS REVOLUCIONES CIENTÍFICAS |
| 2.1. Etapas del método científico | |

LECTURA INICIAL

LOS INICIOS DEL MÉTODO CIENTÍFICO

Las primeras ideas sobre la metodología a seguir en el estudio de las ciencias surgieron de Aristóteles, en el siglo IV a.C. Sin embargo, muchos científicos y filósofos han contribuido a mejorar el proceso de investigación y conocimiento. Entre ellos destacan científicos como Alhacén, Avicena o Roger Bacon. A partir del siglo XVI, Galileo Galilei, Francis Bacon y René Descartes dieron el impulso definitivo que asentó las bases del método científico.



Busto de Aristóteles

1. ¿QUÉ ES LA CIENCIA?

La **ciencia** es un método de conocimiento, un conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento y de los que se deducen principios y leyes generales.

Los científicos establecen Teorías y Leyes científicas que son enunciados acerca de cómo se comporta la naturaleza. Estas teorías y leyes permiten hacer predicciones que han sido aplicadas para mejorar diversas facetas del desarrollo humano y por lo que ha adquirido el prestigio y la importancia actual.

Seguro que muchas veces has visto anuncios de personas que prometen adivinar tu futuro a través de las cartas o de los astros. ¿Crees que esto es posible? Haz una prueba: busca tres revistas distintas y consulta tu horóscopo. ¿Dicen las tres lo mismo? Lo más probable es que no y, además, seguramente encontrarás afirmaciones muy generales, que se podrán referir a cualquiera.

Sin embargo, si buscas en tres libros diferentes qué es una neurona, dirán básicamente lo mismo. Lo que sabemos sobre las neuronas lo hemos adquirido a través de un **conocimiento científico**.

1.1. Ciencia y pseudociencia

La **ciencia** es un conjunto de **conocimientos objetivos** que ayuda, mediante la **observación**, la **experimentación** y la **lógica**, a dar respuesta a preguntas sobre la naturaleza y los fenómenos que ocurren en nuestro entorno.

Una afirmación científica se caracteriza porque puede ser demostrada y se ha llegado a ella a través de un proceso preciso denominado **método científico**.

Sin embargo, hay muchas personas que creen en afirmaciones de videntes o supuestos expertos en ciertas áreas de conocimiento que, en realidad, no son científicos. Algunas de estas “no-ciencias” o pseudociencias son:

- La **astrología** o estudio del efecto de la posición de los astros sobre nuestra vida.
- La **quiromancia** o adivinación mediante las líneas de las manos.
- La **ufología** o estudio de los ovnis y los extraterrestres.
- La **lectura de auras**, unos supuestos campos de energía que rodean a las personas.
- La **cartomancia** o adivinación del futuro a través de las cartas.

Muchas de estas disciplinas se presentan como basadas en la ciencia, pero sus afirmaciones no pueden ser comprobadas de manera cierta y experimental, y por tanto se denominan pseudociencias.

Actividades

1. Define ciencia
2. Explica por qué la quiromancia no es una ciencia
3. ¿Cuál es la principal diferencia entre ciencia y pseudociencia?

PARA SABER MÁS

ASTRONOMÍA Y ASTROLOGÍA



Aunque sus nombres son muy parecidos, la astronomía y la astrología tienen realmente poco en común.

La astronomía es una ciencia que estudia los astros y sus movimientos y se ocupa, por tanto, de conocer y profundizar la naturaleza de las estrellas, planetas, satélites, etc., y sus posiciones y movimientos.

La astrología, sin embargo, es una pseudociencia que pretende establecer la relación entre la posición de los astros en el universo y el efecto que pueda tener sobre la vida de los seres humanos.

1.2. Clasificación de las ciencias

A lo largo de la historia ha habido diversas clasificaciones de la ciencia, según los conocimientos predominantes o que despertaban más interés en cada época. Por ejemplo, hubo un tiempo en el que se consideró que la aritmética, la geometría, la música y la astronomía formaban parte de las matemáticas.

Hoy en día la clasificación más extendida, basada en el objeto de estudio, es la siguiente:

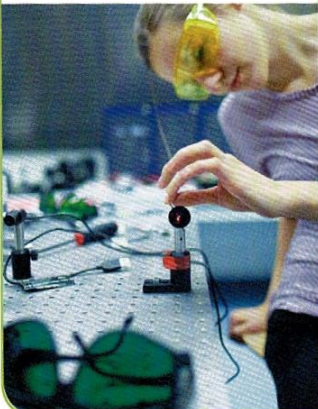
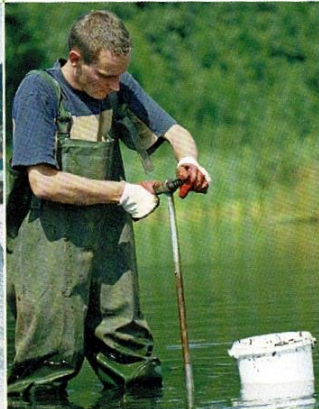


- **Ciencias formales.** Son aquellas que se ocupan del estudio de ideas no materiales a través de la deducción y la demostración. Se consideran dentro de este grupo la lógica y las matemáticas.
- **Ciencias factuales.** Son las que tienen como objeto de estudio hechos concretos relacionados con la materia y los fenómenos naturales y humanos. Su estudio se lleva a cabo sobre todo a través de la observación, la deducción y, fundamentalmente, la experimentación.

Las ciencias factuales se pueden dividir a su vez en dos grandes subgrupos:

- **Ciencias sociales.** Son las que se ocupan del estudio de los fenómenos humanos y sociales. Algunos ejemplos de ciencias sociales son la sociología, la historia, la antropología o la economía.
- **Ciencias naturales.** Son las que estudian el mundo natural y explican los fenómenos que le afectan.

FORMALES	EXPERIMENTALES	SOCIALES
Lógica	Física	Psicología
Matemáticas	Química	Sociología
	Biología	Historia
	Geología	Economía
	Astronomía	
	Meteorología	

PRINCIPALES CIENCIAS FACTUALES NATURALES			
Física	Química	Biología	Geología
Se ocupa del estudio de la naturaleza de la materia y la energía y sus propiedades, así como de los cambios que experimenta, sin variar su naturaleza, en relación con el tiempo y el espacio.	Estudia la estructura y la composición de las sustancias y los cambios que afectan a su naturaleza, las reacciones químicas, así como su relación con la energía.	Se ocupa del estudio de los seres vivos a todos los niveles, desde las biomoléculas hasta los ecosistemas. Incluye las relaciones entre ellos y con el medio ambiente.	Se ocupa del estudio de la Tierra, su historia, su composición interna y externa y los fenómenos que la afectan: volcanes, terremotos, movimientos de placas, etc.
			

Actividades

- Investiga qué es la taxonomía y qué metodología utiliza. Explica si esta ciencia se basa en la experimentación.

2. EL MÉTODO CIENTÍFICO

El método científico es el proceso que siguen los científicos para estudiar nuestro entorno y sus fenómenos de una manera ordenada, lógica y basada en la observación, en la experimentación o en ambas.



2.1- Etapas del método científico

Existen diversos tipos de métodos científicos según la rama de la ciencia que los utilice. No es posible seguir los mismos pasos en una investigación de geología, de genética, de astronomía o de química. Por ejemplo, hay ramas de la ciencia, como ciertas áreas de la astronomía o la paleontología, en las que no es posible la experimentación. Se basan, por tanto, en la observación. Sin embargo, de manera general, el método científico que se aplica en las ciencias experimentales se basa en los siguientes pasos:

1. Identificación de una incógnita
2. Observación
3. Formulación de una hipótesis
4. Experimentación y toma de datos
5. Análisis de los resultados
6. Definición de leyes
7. Establecimiento de teorías
8. Comunicación de los resultados

1. Identificación de una incógnita



El investigador se cuestiona el porqué, el cómo, el cuándo, el dónde, etc., de un fenómeno en concreto. También puede surgir la incógnita cuando, tras consultar lo que se sabe de un objeto o fenómeno, se aprecia que existen lagunas de conocimiento.

VOCABULARIO

Incógnita: Cosa, como un concepto, un suceso, un comportamiento, etc., que no se comprende o cuyas causas se desconocen, especialmente si es objeto de análisis u observación.

Los científicos disponen de libros de consultas y de revistas científicas, en las que se publican las últimas investigaciones. Además, Internet permite el acceso inmediato a estas fuentes y a otras, como vídeos, imágenes y bases de datos con abundante información sobre el conocimiento actual de cualquier fenómeno.

2. Observación

A continuación, se debe estudiar y analizar el objeto o fenómeno utilizando nuestros sentidos. Para ello, se reúnen todos los datos posibles y se desechan los que no aportan nada a nuestra cuestión.



3. Formulación de una hipótesis



Reunida la información inicial y junto con la recabada de otras fuentes (libros, bases de datos, revistas científicas...) se propone una respuesta general a la incógnita. Esta respuesta, denominada **hipótesis**, debe ser lo más sencilla posible, con un enunciado claro y con posibilidad de ser comprobada posteriormente.

4. Experimentación y toma de datos

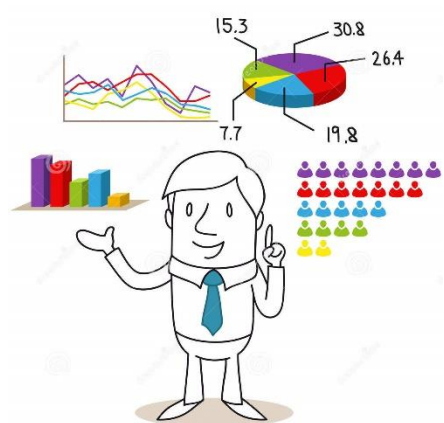
A partir de la hipótesis planteada, se diseñan los experimentos que permitan comprobar o rechazar la hipótesis. Para diseñar un experimento, hay que pensar qué tipo de ensayos o pruebas se deben realizar y controlar las variables que influyen en el mismo.

Se denomina **variable** a cada una de las características o cualidades que pueden variar en un experimento. Se pueden distinguir tres tipos:

- **Variables independientes.** Son aquellas cuyos valores pueden ser seleccionados en el experimento.
- **Variables dependientes.** Son las que dependen del valor de las variables independientes.
- **Variables controladas.** Son aquellas que deben tener valores fijos durante la experimentación para que no influyan en los resultados.



5. Análisis de resultados.



Una vez finalizado el experimento, se deben analizar los resultados obtenidos. Analizar los resultados significa correlacionar los resultados del experimento con las variaciones de nuestro ensayo. Es decir, se trata de averiguar de qué manera dependen las variables dependientes de las variables independientes y relacionarlo, a su vez, con el conocimiento previo sobre el ensayo.

Una de las mejores maneras de analizar nuestros datos es representarlos mediante gráficos y realizar análisis estadísticos.



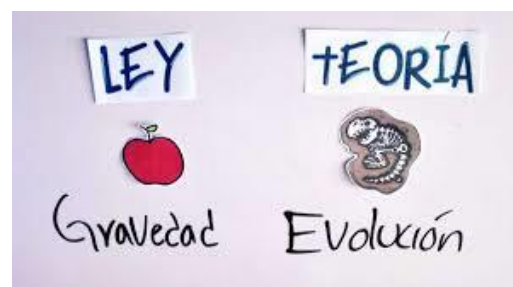
6. Definición de leyes

Una vez analizados los datos obtenidos, podremos confirmar o rechazar la hipótesis de partida de nuestra experimentación mediante la definición de una **ley**.

En general, una ley es una afirmación relativa a la relación entre dos o más variables y se puede expresar tanto de forma **matemática** como mediante una **frase**.

7. Establecimiento de teorías

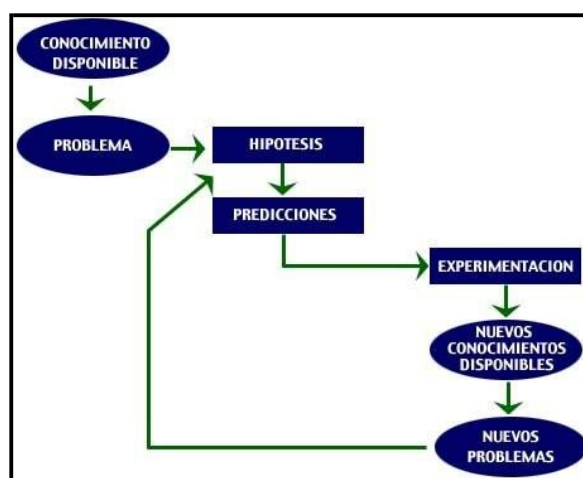
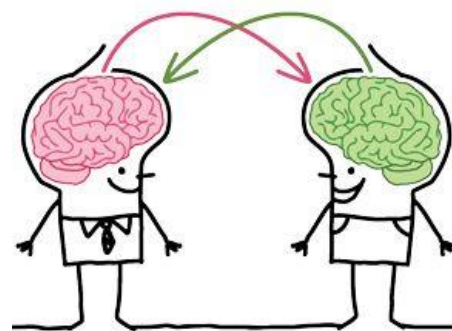
Las leyes nos permiten dar respuesta a problemas o aspectos concretos de un problema. Cuando se han estudiado todos los aspectos de dicho problema y se han establecido las leyes correspondientes, estas se pueden reunir en una **teoría** que dé explicación al conjunto.



8. Comunicación de los resultados

Como último paso de la metodología científica se deben a dar a conocer los resultados al resto de la comunidad científica, con el objetivo de que el conocimiento científico avances y esté cada vez al alcance de un mayor número de personas.

En general, esto se logra mediante la publicación de un **artículo científico**. Estos artículos se publican en **revistas científicas**. Existen cientos de revistas diferentes, dedicadas a los distintos campos de investigación y la mayoría de ellas se publican en inglés.



Actividades

5. Busca en el diccionario el significado de *objetivo* y *subjetivo*. Explica con tus palabras por qué el método científico es objetivo.
6. De las siguientes cuestiones, ¿cuáles crees que se pueden estudiar científicamente?
 - ¿Todos los cuerpos caen a la misma velocidad?
 - ¿Existen los fantasmas?
 - ¿Qué hay después de la muerte?
 - ¿Por qué el cielo es azul?
 - ¿Por qué se extinguieron los dinosaurios?
 - ¿Qué factores influyen en el crecimiento de una planta?
7. Escoge la última cuestión del ejercicio anterior y explica cómo harías una investigación (siguiendo los pasos del método científico) para averiguarlo. Explica qué experimento o experimentos realizarías.

2.2- Características del método científico

“Si he visto más lejos es porque estoy sentado sobre los hombros de gigantes” Newton a Hooke en 1676

EL MÉTODO CIENTÍFICO ES RACIONAL Y FÁCTICO

Es racional porque se funda en la razón, es decir, en la lógica, lo cual significa que parte de conceptos, juicios y razonamientos; por lo tanto, el método científico no puede tener su origen en las apariencias producidas por las sensaciones, por las creencias o preferencias personales. Es decir, se basa en hechos y no en creencias.

VOCABULARIO

Fáctico: basado en hechos.

EL MÉTODO CIENTÍFICO ES OBJETIVO

Se basa en la objetividad de los hechos o fenómenos y no en la subjetividad del científico.

EL MÉTODO CIENTÍFICO ES ANALÍTICO Y ESTRUCTURADO

El método científico descompone todo lo que trata en sus distintos elementos. Por eso, los problemas de la ciencia son parciales y también sus soluciones. Se basa en seguir unos pasos preestablecidos de manera lógica y ordenada.

EL MÉTODO CIENTÍFICO ES CLARO Y PRECISO

La claridad y la precisión del método científico se consiguen de las siguientes formas:

-Los problemas se formulan de manera clara, para lo cual, hemos de distinguir cuáles son los problemas e, incluiremos en ellos los conceptos o categorías fundamentales.

-El método científico inventa lenguajes artificiales utilizando símbolos y signos, es el lenguaje matemático.

EL MÉTODO CIENTÍFICO ES VERIFICABLE Y REPRODUCIBLE

Todo conocimiento debe basarse en la experiencia, esto es, en la observación y la experimentación. La comprobación de sus hipótesis se hace siempre en base a experiencias. Un experimento debe poder repetirse por cualquier científico del mundo y debe dar los mismos resultados que el experimento original.

EL MÉTODO CIENTÍFICO ES FALSABLE

Significa que cualquier conclusión, teoría o conocimiento científico es susceptible de ser demostrado como erróneo por futuras investigaciones. Por tanto, la ciencia es autocorrectiva y avanza con cada nueva experimentación.

VOCABULARIO

Falsable: que puede ser demostrado como erróneo.

PERMITE LA ELABORACIÓN DE LEYES

A partir de los resultados, las conclusiones obtenidas se pueden generalizar en forma de leyes universales.

Dependiendo del **objetivo**, la investigación científica puede ser:

INVESTIGACIÓN BÁSICA

Se caracteriza porque busca el conocimiento en sí, en la determinación de generalizaciones universales, realizando teorías científicas, sistemáticas, y coherentes que se refieren a un área del saber humano.

INVESTIGACIÓN APLICADA

Es el trabajo científico que busca obtener conocimientos e informar sobre hechos o fenómenos para aplicarlos a la solución de los problemas humanos.

Actividades

8. Comenta las siguientes citas, indicando a qué característica del método científico hacen referencia:

La Ciencia siempre se equivoca. Nunca resuelve un problema sin crear otros diez.

George Bernard Shaw (1856-1950), dramaturgo irlandés.

“La ignorancia afirma o niega rotundamente; la Ciencia duda.” **François Marie Arouet Voltaire**

“Si mi teoría de la relatividad es exacta, los alemanes dirán que soy alemán y los franceses que soy ciudadano del mundo. Pero si no, los franceses dirán que soy alemán, y los alemanes que soy judío.” **Albert Einstein**

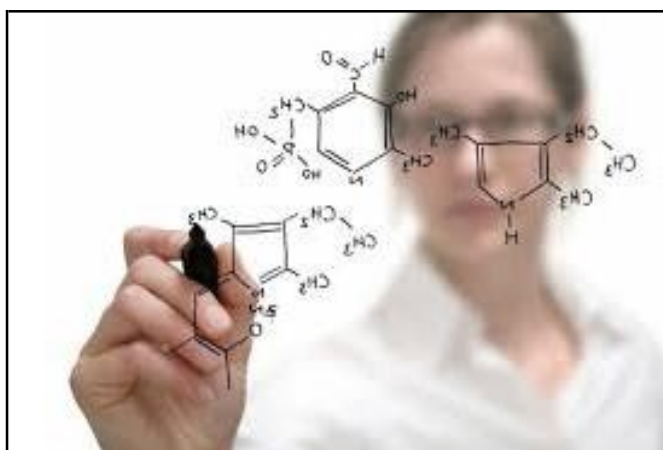
“La duda es la madre del descubrimiento.” **Ambrose Bierce**

“La ciencia se compone de errores que, a su vez, son los pasos hacia la verdad.” **Julio Verne**

2.3- Problemas del método científico

El aplicar sistemáticamente los pasos del método científico no asegura de por sí los resultados deseados por el investigador, en muchos casos se debe comenzar de nuevo desde el principio un proceso investigativo. No es un método infalible.

La aplicación de un método científico en el proceso de investigación conlleva inversión de recursos tales como, dinero, tiempo y trabajo, esto quizás represente inconvenientes al momento de comenzar un proceso de investigación, pero se reconoce que no solo es necesario, vale la pena.



3. LA HISTORIA DE LA CIENCIA

Aunque la ciencia es un concepto moderno, su origen es antiguo y se ha ido construyendo a lo largo de toda la historia.

- **Prehistoria.** Sin duda, los primeros seres humanos eran conscientes de los fenómenos de la naturaleza, como los cambios de las estaciones, el crecimiento de las plantas, las enfermedades, las tormentas, las erupciones volcánicas... Las primeras explicaciones que se daban a estos fenómenos eran mitológicas o religiosas. Sin embargo, esto no quiere decir que nuestros antepasados no tuvieran un profundo conocimiento de la naturaleza y sus ciclos, los seres vivos, etc.
- **Historia antigua.** En las civilizaciones babilónica y egipcia se conservaba la concepción mítica de la naturaleza, pero comenzaron a desarrollarse la astronomía y las matemáticas, con un propósito utilitario: elaborar calendarios, medir los campos de cultivo... En Grecia aprovecharon esos saberes y dieron un gran paso: abandonaron la mitología y trataron de explicar el universo y sus fenómenos mediante causas naturales a través de la observación y la razón.

- **Edad Media.** En esta era la ciencia cayó en un período de declive en Europa. Pero otras civilizaciones, como las de china, la India o los países árabes, seguían haciendo progresos en ciencia y tecnología. La ciencia árabe fue importante en este período. A través suyo llegaron a la Europa cristiana las obras de los grandes filósofos griegos, junto con sus propias aportaciones, como el sistema de numeración arábigo.
- **A partir de los siglos XV y XVI.** Con el Renacimiento comienza el verdadero despegue de la ciencia tal como la conocemos hoy. En esta época empezó a cuestionarse la autoridad de los antiguos filósofos griegos, hasta entonces indiscutible. Se comenzó a usar una poderosa herramienta, la experimentación, y se desarrolló el método científico. Entre los precursores estarían Copérnico, Kepler, Galileo y Newton, entre otros. Se estrecha cada vez más la relación existente entre ciencia y tecnología, sobre todo gracias a los avances en electricidad.
- **A lo largo de los siglos XX y XXI.** No cambia la concepción de la ciencia, pero sí la forma de trabajar. Por una parte, se entiende que la ciencia es fundamental como motor del progreso tecnológico. Por otra, cada vez es una actividad más colaborativa, entre otras razones por los equipos que se deben usar, con un coste inasumible para un solo equipo de investigación o, incluso, un país. Pero también es cierto que en algunos ámbitos surge cierta desconfianza hacia la ciencia, por el mal uso que se puede hacer de sus resultados, como es la producción de bombas nucleares, por ejemplo.

4. LAS REVOLUCIONES CIENTÍFICAS

El progreso científico no parece que suceda por acumulación de pequeños avances en largos períodos de tiempo. Más bien parece que las ideas científicas permanecen estables durante largos períodos de tiempo y después sufren rápidos cambios en momentos críticos.

“Las nuevas teorías científicas no nacen por verificación ni por falsación, sino por sustitución”

Thomas S. Kuhn

Pero... ¿sustitución de qué? Kuhn resume el cambio científico con el siguiente esquema:

Un paradigma está constituido por los supuestos teóricos generales, las leyes y las técnicas para su aplicación que adoptan los miembros de una comunidad científica. Trabajar dentro de un paradigma implica poner en práctica lo que se llama “ciencia normal”, que es la que desarrolla el **paradigma**.

VOCABULARIO

Paradigma:

Ejemplo o modelo de algo.

En este desarrollo, surgirán problemas, fenómenos que no quedan explicados por el paradigma. Si estas dificultades se consolidan, puede llegarse a la crisis que se puede resolver sólo desde un nuevo paradigma. Cuando este nuevo paradigma rompe radicalmente con el anterior, se produce una revolución científica.

Veamos con más detalle cada uno de los conceptos implicados en esta descripción:

El paradigma coordina y dirige la resolución de problemas y su planteamiento. Es el modelo de hacer ciencia que orienta la investigación científica y bloquea cualquier presupuesto, método o hipótesis alternativa. El paradigma es el soporte para la ciencia normal. Consta de leyes y supuestos teóricos, así como de aplicaciones de esas leyes y el instrumental necesario para las mismas. De fondo, aparece también una concepción de la realidad y de las cosas.

La ciencia normal es la actividad para resolver problemas (teóricos o experimentales) gobernada por las reglas de un paradigma. Sólo desde el paradigma se logran los medios adecuados para resolver problemas. Los fenómenos inexplicados son anomalías. Cuando las anomalías afectan al fundamento del paradigma es cuando el fenómeno constituiría una crisis.

Hablamos entonces de revolución; la crisis puede dar lugar a un cambio, a un “nuevo mundo”. Hay factores sociales, históricos, económicos, culturales y religiosos que pueden propiciar que un individuo escoja uno u otro paradigma. El cambio científico es fundamentalmente revolucionario. Las **revoluciones científicas** son aquellos episodios de desarrollo no acumulativo en los que un viejo paradigma es sustituido total o parcialmente por otro distinto incompatible con él.

Ejemplos de revoluciones científicas y de cambios de paradigmas han sido la sustitución del geocentrismo por el heliocentrismo, la sustitución de la “generación espontánea” por la microbiología, el fijismo por el darwinismo, o la sustitución de la mecánica newtoniana por la física relativista.

ACTIVIDADES FINALES

1. Busca en un diccionario el significado de las palabras *tecnología* y *ciencia*, y explica las diferencias entre ellas.
2. Completa las siguientes frases:
 - La ciencia es un conjunto de conocimientos que ayuda, mediante la observación, la y la lógica, a dar respuesta a preguntas sobre la
 - Las ciencias se dividen en ciencias y ciencias fácticas. A su vez, estas se dividen en ciencias y sociales.
 - El proceso que siguen los científicos para conocer su entorno es el, que se basa en la observación y en la
 - El método científico trata de resolver Para ello, plantean que se verifican mediante la y la observación.
 - Los resultados de los experimentos se pueden expresar en, que pueden ser de sectores, de barras, etc.
 - Los resultados de los experimentos se publican en
3. Explica qué son las ciencias formales y cuáles son estas ciencias.
4. Los meteorólogos a veces se equivocan en sus predicciones. ¿Quiere esto decir que la meteorología es una pseudociencia? Explica tu respuesta
5. Explica la diferencia entre ley y teoría.
6. En una encuesta realizada a una población de 10.000 habitantes se planteó la siguiente pregunta: ¿A qué dedica sus horas de ocio?
Las repuestas fueron:
 - Hacer deporte: 4.000 personas
 - Salir con los amigos: 2.200 personas
 - Dar un paseo: 1.500 personas
 - Ver la televisión: 1.200 personas
 - Hacer cursos de idiomas, cocina, manualidades, etc.: 300 personasRepresenta estos datos en un diagrama de barras.

7. Busca información de las siguientes personas y cuenta en un pequeño párrafo a qué campo de la ciencia se dedicaban y qué aportación realizaron:

- Marie Curie
- Severo Ochoa
- Mary Douglas Leakey
- Hipatia
- Dian Fossey
- Johannes Kepler
- Louis Pasteur
- Susan Jocelyn Bell Burnell
- Rosalind Franklin
- Nikola Tesla
- Margarita Salas
- Stephen Hawking
- Gregor Mendel
- Galileo Galilei
- Lynn Margulis
- Alexander Fleming
- Albert Einstein
- Lisa Meitner
- François Marie Arouet Voltaire
- Ada Lovelace
- Isaac Newton
- Caroline Herschel
- Jane Goodall
- Charles Darwin
- Nicolás Copérnico
- Santiago Ramón y Cajal
- Dimitri Mendeléyev
- Francis Crick
- Camilo Golgi
- John Dalton
- Rita Levi-Montalcini