

## UNIDAD I: CIENCIA Y TECNOLOGÍA

1. Definición de Ciencia y Tecnología. Interrelación entre las distintas disciplinas.
2. El método científico.
3. Clasificación de las ciencias.
4. Ciencia y Tecnología en nuestra sociedad.
5. Pseudociencias y negacionismos.
6. Ciencia y religión.
7. Las mujeres y la Ciencia.

Bibliografía complementaria:

- Chalmers, Alan (1982): *"Qué es esa cosa llamada ciencia"*. Editorial Siglo XXI
- Bunge, Mario (2010): *"Las pseudociencias ¡vaya timo!"*. Editorial Laetoli
- Jay Gould, Stephen (2000): *"Ciencia versus religion"*. Editorial Crítica
- Dawkins, Richard (2007): *"El espejismo de Dios"*. Editorial Espasa Calpe

### 1. DEFINICIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA. INTERRELACIÓN ENTRE LAS DISTINTAS DISCIPLINAS.

- Definición de Ciencia (del latín *scientia*="conocimiento"): Es el conocimiento sistematizado, elaborado mediante observaciones, razonamientos y pruebas metódicamente organizadas del que se deducen principios y leyes generales.
- Definición de Tecnología: (del griego *téchne*="arte, oficio" y de *logía*="estudio de"): Es el conjunto de habilidades que permiten construir objetos y máquinas que facilitan la adaptación al medio y satisfacen nuestras necesidades.

Se puede considerar como la aplicación del conocimiento científico para :

- Fabricar "productos" que influyen en la vida cotidiana (automoción, telefonía, ordenadores, etc.)
- Fabricar instrumentos que faciliten la investigación científica (telescopios, microscopios, aparatos de análisis clínicos y químicos, etc)
- Relación Ciencia y Tecnología. La Ciencia depende de la Tecnología para avanzar en su investigación (por ejemplo, el descubrimiento de los microorganismos posible gracias al microscopio). A su vez la Tecnología depende del avance científico para poder desarrollarse (por ejemplo el conocimiento científico de las bases moleculares de la herencia han permitido desarrollar la ingeniería genética). Están íntimamente ligadas.

## 2. EL MÉTODO CIENTÍFICO.

Las ciencias utilizan diferentes métodos y técnicas para la adquisición de sus conocimientos. La aplicación de esos métodos y conocimientos conduce a la generación de más conocimiento objetivo en forma de predicciones concretas, cuantitativas y comprobables referidas a hechos observables pasados, presentes y futuros. Con frecuencia esas predicciones pueden formularse mediante razonamientos y estructurarse como reglas o leyes generales, que dan cuenta del comportamiento de un sistema y predicen cómo actuará dicho sistema en determinadas circunstancias.

Dentro de las ciencias en esta materia nos vamos a referir sólo a la ciencia experimental. La ciencia experimental se encarga del estudio del universo natural, es decir, todo lo que puede ser detectado o medido.

El método utilizado por la ciencia experimental es el método científico.

- Definición de método científico: es un conjunto de pasos que tienen por fin alcanzar conocimientos válidos mediante instrumentos fiables: Observación del fenómeno, descripción del fenómeno, formulación de hipótesis, comprobación de la hipótesis mediante pruebas experimentales, aceptación o refutación de la hipótesis y elaboración de leyes o teorías. Es aplicable a todas las Ciencias

### 2.1. LOS PASOS A SEGUIR EN EL MÉTODO CIENTÍFICO

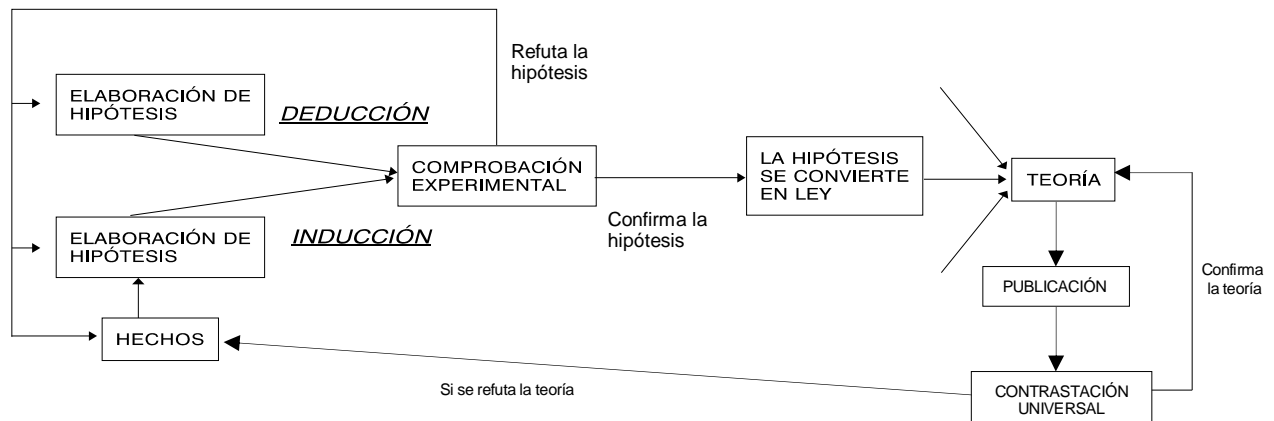
- FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS: Una hipótesis es una afirmación que debe ser demostrada. La formulación de una hipótesis puede resultar de *un proceso inductivo* (es decir, realizando una generalización a partir de la observación y descripción de casos particulares, los hechos) o de *un proceso deductivo* (es decir, proponiendo una hipótesis concreta a partir de principios más generales).
- EXPERIMENTACIÓN: Consiste en el estudio de un fenómeno, reproducido generalmente en el laboratorio, de forma repetida, en condiciones particulares y controladas. La realización de pruebas experimentales nos permite demostrar o refutar las hipótesis. En todo experimento hay unas *variables* que se modifican de forma controlada para ver sus efectos sobre la prueba experimental. Además, cada prueba experimental debe constar, al menos, de dos componentes:
  - el *grupo control*, en el que no se aplica la variable experimental a comprobar,
  - el *grupo experimental*, en el que sí se aplican las variables experimentales de la hipótesis que se quiere comprobar.

No siempre se pueden realizar experimentos. Por ejemplo, no podemos producir experimentalmente una erupción volcánica. En estos casos la repetibilidad de la observación de los fenómenos naturales es un requisito fundamental para la confirmación de la hipótesis.

- DEMOSTRACIÓN O REFUTACIÓN DE LA HIPÓTESIS: Mientras una hipótesis no es confirmada suficientemente, se mantiene como tal, pero si es refutada con un experimento o hecho es descartada. Es decir una hipótesis debe poder ser comprobable o refutable

(también se dice falsable-Karl Popper). Cuando una hipótesis ha sido bien respaldada por las pruebas experimentales o por los hechos se convierte en ley física o natural.

- **ELABORACIÓN DE LEYES Y TEORÍAS:** Una ley física o ley natural es una generalización científica basada en observaciones empíricas. El conjunto de leyes científicas forma una teoría científica. Los científicos generalmente utilizan esta palabra para referirse a un conjunto de leyes que realizan predicciones acerca de fenómenos específicos. Sin embargo, el uso vulgar de la palabra teoría se refiere, equivocadamente, a ideas u opiniones que no poseen demostraciones firmes o respaldo, es decir, no son teorías científicas.
- **COMPARACIÓN UNIVERSAL:** es la constante contrastación de las leyes y teorías con la realidad.



## 2.2. CRI TERIOS REQUERIDOS POR EL MÉTODO CIENTÍFICO

- Reproducibilidad de los experimentos.
- Corroboración o falsabilidad de las hipótesis.
- Continua verificación, no es un conocimiento permanente e inmutable, se construye constantemente.
- Comunicación y publicidad, los resultados de los experimentos deben publicarse para que puedan ser revisados y reproducidos.

## 3. CLASIFICACIÓN DE DE LAS CIENCIAS.

Una forma habitual de clasificar las ciencias es la siguiente:

- Ciencias formales: son la Lógica y la Matemática.
- Ciencias naturales: tienen como objeto de estudio la naturaleza. Siguen el método científico. Son: Astronomía, Física, Biología, Química, Geología, Geografía física.
- Ciencias sociales: Se ocupan del estudio del ser humano relacionado con la cultura y la sociedad. Tienen diferentes métodos. Son: Ciencia Política, Sociología, Economía, Derecho, Historia, Geografía humana...

Hay algunas ciencias que adoptan enfoques propios de las ciencias naturales y de las ciencias sociales dependiendo de cómo aborden el estudio de sus conocimientos. Es el caso de la Psicología (por ejemplo la Psicología clínica y la educativa) y de la Antropología (como la Antropología física y la cultural).

#### 4. CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN NUESTRA SOCIEDAD.

##### 4.1. ASPECTOS POSITIVOS DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA.

- Nos ayudan a comprender mejor el mundo que nos rodea.
- Mejora las condiciones de la vida:
  - Mejora las actividades productivas: explotaciones mineras, agricultura, acuicultura, ganadería, etc
  - Prevención y curación de enfermedades: medicamentos, instrumentos de diagnóstico, vacunas, etc
  - Desarrollo de los medios de comunicación: telefonía, comunicación vía satélite, internet, etc
- Contribuyen a la superación de la obiedad y el dogmatismo.
- Contribuyen a la liberación de los prejuicios.
- Contribuyen a la formación del espíritu crítico.

##### 4.2. APLICACIONES PERVERSAS DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA.

Los avances científicos y tecnológicos no sólo tienen aplicaciones beneficiosas y, a veces, se utilizan con fines destructivos. Hay algunos ejemplos:

- Dinamita: Alfred Nobel elaboró la dinamita que permitía disminuir los riesgos de explosión incontrolada por el uso de la nitroglicerina. Se empleó profusamente en las explotaciones mineras e ingeniería en general, que le hizo rico. Pero su empleo en actos militares y destructivos le llevó a crear la Fundación Nobel en 1900 que entrega los premios anuales de la Paz.
- Armamentos: Defensa y ataque.
- Radiactividad: Usos pacíficos (cura de enfermedades) y la bomba atómica (desarrollada en el Proyecto Manhattan por los EE.UU. en 1941 por temor a que durante la II Guerra Mundial los nazis alemanes la construyeran antes).
- Bacterias: Usos alimentarios y guerra bacteriológica.
- Productos químicos. Usos sanitarios y guerra química. Por ejemplo: Fritz Haber, químico judío galardonado con el premio Nobel de Química por la síntesis de amoníaco, desempeñó un papel importante en el empleo de la guerra química con gases letales en la I Guerra Mundial. También fue el director del instituto que desarrolló el gas Zyklon B, insecticida que se empleó, por los nazis, en los campos de exterminio.
- Energía nuclear: beneficios por la obtención de electricidad y negativos por la contaminación de los residuos radiactivos y los accidentes nucleares (Chernóbil-1986 y Fukushima-2011).

##### 4.3. DEPENDENCIA DEL CONTEXTO SOCIAL, POLÍTICO Y ECONÓMICO.

- Ciencia, política y contexto social: La ciencia y la tecnología han tenido y tendrán efectos decisivos sobre las sociedades y sus economías. El desarrollo de un país prácticamente puede medirse en función de su aportación a los conocimientos en ciencia y tecnología.

La sociedad, a medida que se desarrolla, va demandando mejoras en su calidad de vida y la ciencia y la tecnología son las encargadas de satisfacerlas.

Los países más desarrollados tienen más necesidades de consumo que los menos desarrollados. Para mantener su nivel de desarrollo, utilizan los recursos de los países menos desarrollados. En muchos casos, la extracción de materias primas de un país pobre no conlleva la mejora en sus condiciones de vida y de desarrollo, sino que se producen abusos y consecuencias nefastas como: la explotación de su población, el agotamiento del recurso y contaminación del medio natural. Un ejemplo es la guerra de la República del Congo y su relación con la explotación del coltán.

Los países en vías de desarrollo tienen estados más débiles que no pueden poner control a la utilización de sustancias que en los desarrollados están prohibidas por su contaminación, es el caso del uso de CFCs en países en vías de desarrollo.

➤ Ciencia, política y economía: La investigación depende de los recursos que se dediquen a ella (gastos en investigación), así:

- En Japón o Suecia se dedica el 3% del PIB en I+D.
- En España apenas se dedica el 0,9 %.

La financiación de la I+D puede correr a cargo del estado y del sector privado:

- En Japón el 70 % corre a cargo de empresas privadas.
- En Francia el Estado contribuye con un 40 %.

Los estados poseen una política científica que se desarrolla a través de instituciones públicas desde el Ministerio de Ciencia y Tecnología (planes I+D, organismos oficiales, universidades, etc) y privadas (industria, laboratorios farmacéuticos...). Una cuestión siempre en debate es que la investigación de empresas privadas puede estar promovida por la obtención de beneficios económicos, con lo que puede desfavorecer líneas de investigación básica (que no siempre generan beneficios) o que resuelvan problemas de poblaciones pobres (por ejemplo, fármacos para enfermedades del tercer mundo).

Ejemplos de instituciones científicas internacionales y españolas tenemos:

- NASA: Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio
- CERN: Organización Europea para la Investigación Nuclear
- ESA: Agencia Espacial Europea
- CSIC: Consejo Superior de Investigaciones Científicas
- CBM: Centro de Biología Molecular

Existen organismos internacionales que velan por el buen uso de la Ciencia.

Determinadas decisiones políticas sobre política de investigación y desarrollo tecnológico generan controversia. Por ejemplo, la investigación en células madre, la clonación, la decisión de vacunar a las niñas para protegerlas del papiloma humano.

#### 4.4. COOPERACIÓN INTERNACIONAL

En la actualidad la investigación y el desarrollo tecnológico requiere de grandes esfuerzos económicos. En muchos casos es necesaria la participación de muchos países para llevar a cabo un determinado proyecto científico o tecnológico. Es el caso del:

- Acelerador de partículas LHC (Gran Colisionador de Hadrones) finalizado en 2010.
- Proyecto ITER (Reactor Termonuclear Experimental Internacional) para construir un reactor de fusión nuclear (ideado en 1986 todavía en desarrollo).
- La ISS, Estación Espacial Internacional (en el espacio desde 2000).
- Proyecto Genoma Humano (finalizado en 2003).

Sin embargo, la cooperación internacional para la resolución de graves problemas que afecta a los países del el tercer mundo deja mucho que desear: sida en África, vacuna de la malaria...

## 5. PSEUDOCIENCIAS

Durante muchos años las ideas científicas convivieron con mitos, leyendas y pseudociencias (falsas ciencias). Así, por ejemplo, la astrología convivió con la astronomía, y la alquimia con la química.

La ciencia moderna surge en el siglo XVI I, cuando se adopta el método científico. Desde entonces hasta hoy la ciencia ha avanzado a pasos agigantados. La ciencia se ha convertido en parte de nuestra cultura y va ligada al avance tecnológico.

Este avance ha hecho que supuestos conocimientos quieran ser reconocidos como ciencias, son las pseudociencias. La aparición de pseudociencias se ha multiplicado en los últimos años.

- DEFINICIÓN DE PSEUDOCIENCIA (*pseudo* raíz griega = "falsa") Conjunto de supuestos conocimientos, metodologías, prácticas o creencias no científicas pero que reclaman dicho carácter.

Presentan una serie de características:

- No tienen consistencia interna, poseen contradicciones lógicas.
- No aplican metodología de carácter científico.
- Son dogmáticas. Sus principios no admiten refutación.
- Son inmutables, no cambian ante nuevos descubrimientos.
- No aportan pruebas empíricas.
- Utilizan lenguaje científico, que a veces desconocen o un lenguaje oscuro que no tiene un significado preciso.
- Invocan seres sobrenaturales o entes inmateriales.
- Proclaman su carácter científico, pero sólo ante el público general. Esto las diferencia de la religión.

Algunos ejemplos son:

- Astrología, la alquimia,
- Ufología, grafología, numerología, telepatía.
- Parapsicología, quiromancia, fisiognomía (Lombroso).
- El curanderismo.
- Psicoanálisis (en debate) y la hipnosis.

- Las "medicinas alternativas" como la homeopatía, acupuntura, aromaterapia, musicoterapia, reflexoterapia, magnetoterapia... Hay un gran debate sobre ellas y en algunos casos sus técnicas han sido asumidas por la medicina científica.
- Creacionismo y diseño inteligente.

Los negacionismos surgen de la distorsión del registro histórico o de los hechos científicos para negar las teorías o hechos históricos y científicos. Se caracterizan por:

- Emplear teorías de la conspiración.
- Utilizar falsos experimentos.
- Parcialidad en la selección de evidencias.
- Buscar expectativas imposibles: "Como la teoría del Bing-bang no explica que hubo antes el Big-bang es falsa por completo".
- Empleo de falacias lógicas: "El cambio climático ha pasado en la antigüedad por causa naturales, por tanto el cambio climático actual también lo es".

Son ejemplos de negacionismos:

- Negar el Holocausto.
- Negar la llegada a la Luna.
- Negar que el VIH produzca el SIDA.
- El movimiento contra la vacunación infantil.
- Negar el Big-bang.
- Negar el cambio climático.
- El Diseño inteligente (negacionismo de la evolución)

## 6. CIENCIA Y RELIGIÓN

No hay duda que a lo largo de la Historia ha existido en más de una ocasión una confrontación entre la Religión y la Ciencia, pues algunos avances científicos entraban en contradicción con los principios religiosos. Bien conocido es el caso de la oposición de la Religión a la concepción científica del Universo, a la teoría evolutiva de Darwin, al empleo de células madre embrionarias para la investigación... En estos casos la Religión ha resultado ser un freno para la investigación científica.

En general, existen dos posiciones en la relación entre Ciencia y Religión:

- El "Discordismo" que sostiene que los planteamientos científicos y el enfoque teológico son opuestos, por lo que no deben influir uno en el otro. En esta posición se encuentran tres posturas:
  - Discordismo "suave": Que admite la coexistencia de ciencia y religión de forma que la ciencia se encarga de la comprensión del mundo natural y la religión del espiritual, y moral. Esto es sostenido por G. Lamaitre, uno de los padres de la Teoría del Big-Bang y por el evolucionista S. Jay Gould. Para estos autores es posible un diálogo respetuoso entre científicos y teólogos si se mantiene esa separación de campos de estudio.
  - Discordismo científico "fuerte": Otros, como el biólogo R. Dawkins no reconocen ninguna capacidad de conocimiento válido a la religión, por lo que no existiría una posible coexistencia y la religión dificulta el desarrollo científico.

- Discordismo religioso “fuerte”: Sólo la religión es fuente de conocimiento y la ciencia no nos aporta ningún conocimiento válido. Sólo sectores fundamentalistas religiosos mantienen esta postura.
- El “Concordismo” sostiene que los datos científicos pueden servir a las teologías. Admiten los avances en el origen del Universo, pero cuando hay algo que la Ciencia no puede explicar lo atribuyen a la Creación Divina.

Las decisiones políticas sobre ciencia y tecnología, a veces, entran en discordancia con algunas creencias religiosas: transfusiones de sangre, reproducción asistida, células madre, terapia génica, aborto, control de la reproducción, etc.

## 7. LAS MUJERES Y LA CIENCIA

Han existido mujeres científicas a lo largo de toda la historia, pero han sido las grandes olvidadas. Se tiene documentación de que sus actividades científicas tuvieron una contribución notable en los primeras etapas de la historia, de las siguientes:

- Tapputi-Belatekallim ( 1200 a.C.) Alquimista de Babilonia.
- Theano ( 600 a.C.). Matemática y médica griega. Mujer de Pitágoras.
- María la Judía ( s. I). Diseñadora del baño maría.
- Hiparía de Alejandría ( 370-415): Matemática y astrónoma griega.
- Marie Meurdrac ( s. XVII). Publicó el primer libro de química escrito por una mujer.
- Marie Anne Pierrette Paulze ( 1758-1836). Prosiguió los trabajos de su marido: A. Lavoisier.
- Ada Byron (1815-1852): Hija del poeta inglés Lord Byron, es la primera persona en escribir un programa para un ordenador programable
- Emily Noether ( 1882-1935) Notables contribuciones a las matemáticas y la física.
- Marie Curie (1867-1934): Química polaca galardonada con dos Premios Nobel, madre de Irène Joliot-Curie química francesa con otro premio Nobel. Ambas por sus trabajos sobre elementos radiactivos.
- Rosalind Franklin (1920-1958): Biofísica que intervino en el descubrimiento de la estructura del ADN.
- Lynn Margulis (1938-): Microbióloga que propuso la teoría de la Endosimbiosis.
- Margarita Salas (1938-): Viróloga española.

Las mujeres investigadoras, no han tenido un camino fácil en el desarrollo de su labor y muchas veces no ha sido reconocido. Hay ejemplos de mujeres que desarrollaron una labor investigadora excepcional y sin embargo nunca fueron reconocidas. Las academias de Ciencias han tardado mucho en admitir mujeres:

- Las primeras científicas admitidas fueron Marjory Stephenson y Kathleen Lonsdale , en el año 1945 en la Royal Society (fundada 300 años antes).
- En Francia la primera mujer entró en 1979 en la Academie des Sciences (fundada en 1666). M. Curie perdió por dos votos la posibilidad de entrar en 1909 en la Academie des Sciences de París. Un año después la otorgaban el premio Nobel.
- En España la primeras mujeres en acceder fueron: María Casales en 1987 a la Real Academia de Farmacia y Margarita Salas en 1988 a la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales).