

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

1. Caracterización e historia de la ciencia y la técnica

- 1.1. La ciencia como modo de conocimiento
- 1.2. Técnica y transformación del mundo
- 1.3. Historia de la ciencia y la técnica

2. Influencia social de la ciencia y la técnica

- 2.1. La era de la información: globalización técnica y cambio social
- 2.2. Economía y sistema científico-técnico
- 2.3. Sociedad: población, estilos de vida, política

3. Responsabilidad y desarrollo científico y técnico

- 3.1. La ciencia y la técnica desde la responsabilidad
- 3.2. Bioética: una ética para la vida
- 3.3. Ecología: naturaleza y responsabilidad

1. Caracterización e historia de la ciencia y de la técnica

1. La ciencia como modo de conocimiento

Sensación y percepción

Aristóteles comienza su *Metafísica* señalando que “todos los hombres desean por naturaleza saber”. Ciencia proviene del latín ‘scientia’, un sustantivo que procede del verbo ‘scire’, que significa saber.

Kant en su *Crítica de la razón pura* dice que todo el interés de la razón apunta a tres preguntas: qué puedo conocer, qué debo hacer y qué puedo esperar.

¿Qué es conocer? Aristóteles nos dice que es captar la realidad, poseerla interiormente de una misteriosa, pero real manera inmaterial. Distingue dos niveles fundamentales: sensible y racional. Los sentidos nos proporcionan la experiencia básica de las cosas, y la inteligencia nos permite entender la realidad. Sentir y entender son dos niveles del conocimiento humano.

En el conocimiento sensible percibimos la realidad por medio de cinco sentidos externos: tacto, olfato, gusto, oído y vista y cuatro internos: memoria, imaginación, sentido común y estimativa.

Los sentidos externos captan propiedades como el color, el sonido, el olor, el sabor o la temperatura. Requieren para ello un estímulo externo: luz, contacto físico, sonido,...

Los sentidos internos retienen y ordenan los datos de los sentidos externos sin necesidad de estímulo externo. La memoria almacena y sitúa en el espacio y en el tiempo las sensaciones; el sentido común las unifica; la imaginación las combina de forma creativa; y la estimativa valora lo conocido en función de las necesidades vitales.

En los animales el conocimiento es muy limitado porque no aprecian las cosas en lo que realmente son, sino que las reducen a lo que tienen de ayuda o peligro para su supervivencia: para el lobo el cordero es sólo comida; no se plantea si es bonito o feo, si le da pena o no, como le puede ocurrir a una persona.

También lo podemos llamar sensación y percepción. Sentir es captar un estímulo en nuestros circuitos nerviosos. Percibir, en cambio, es la actividad mental que organiza e interpreta las sensaciones. Sensación es un hecho receptivo y pasivo. Percepción es una respuesta activa que selecciona e interpreta las sensaciones

Esto se comprueba en los niños, en cómo empiezan a conocer usando muchísimo los sentidos externos: todo lo miran, lo oyen, lo cogen, lo chupan, lo tiran para oír como suena, etc., están experimentando constantemente.

La formación de conceptos

Conocemos el mundo a través de sensaciones que nos llegan por los cinco sentidos. Pero más allá de la sensación que nos permite ver u oír algo, podemos preguntarnos qué es ese algo. No preguntamos por lo que vemos, sino precisamente por lo que no vemos. Pues las cosas no se reducen a lo que de ellas se ve, y por eso se hace necesario distinguir entre ver y entender. Eso explica que un niño que ve lo mismo que su padre pregunte ¿qué es eso? Está claro que entender no es lo mismo que sentir. Entender el calor no calienta, mientras que sentirlo sí. Y si lo que entiendo es el fuego mi entendimiento no arde en llamas, nuestra inteligencia puede jugar con fuego sin quemarse. Ello es así porque lo que conoce son formas conceptuales, y los conceptos son inmateriales.

Las preguntas sobre el qué no se contestan con los datos captados por el ojo. El ojo ve, pero no es de su incumbencia saber en qué consiste eso que ve. Es labor del entendimiento, de la inteligencia 'intus legere' leer el interior, conocer en profundidad, saber lo que en el fondo es una cosa.

La materia se presenta ante nuestros ojos formalizada: esta combinación de cristal, cuero y metales es un reloj. Nuestros sentidos captan los aspectos materiales, pero la inteligencia capta, por medio del concepto, lo que en realidad tengo delante: una maquinaria para medir el tiempo. El concepto es la imagen que refleja en nuestro interior la exterioridad que nos rodea, refleja su esencia o función. Todas las máquinas o instrumentos que sirvan para medir el tiempo los reconoceré como un reloj: el del ordenador, el despertador o uno de arena. La facultad de elaborar conceptos inmateriales ha de ser igualmente inmaterial.

Concepto es una representación mental de una clase de seres u objetos unidos por una característica común. Por ejemplo, reloj como una maquinaria para medir el tiempo.

Abstracción es el proceso mental que nos permite encontrar los rasgos esenciales y comunes a muchos seres, y formar los conceptos correspondientes. Ej., reloj, número uno, conjunto de números, etc., son abstracciones sucesivas.

La unión de dos o más conceptos según el esquema sujeto-verbo-predicado da lugar a un juicio. La unión de juicios o proposiciones en forma de premisas y conclusión da lugar a un razonamiento. Por los conceptos entendemos la realidad, y gracias a los juicios y a los razonamientos nuestro conocimiento progresa.

Lógica

Todo razonamiento consta de varias premisas y una conclusión que se deriva lógicamente de las premisas

Premisa1: Todo **hombre** es mortal.

Premisa 2: Sócrates es **hombre**.

Conclusión: Por tanto, Sócrates es mortal.

1. Reglas de lógica:

a) Premisas verdaderas

Premisa1: Todo **hombre** es francés.

Premisa 2: Sócrates es **hombre**.

Conclusión: Por tanto, Sócrates es francés.

La conclusión sería cierta si las dos premisas lo fueran. El juicio está bien construido según las leyes de la lógica, pero es falso en sus premisas.

La lógica sin verdad puede ser cómica como la batalla de D. Quijote con los molinos. Pero también puede ser trágica: una idea falsa sobre la dignidad del hombre y sus derechos con lógica implacable, llevó a Stalin, Hitler y Mao a exterminar a millones de seres humanos. La lógica no se justifica por sí misma, ha de respetar la verdad.

b) Elemento común en las dos premisas

Premisa 1: Es de día

Premisa 2: $2+2=4$

Conclusión: no se deduce nada

c) La conclusión se tiene que desprender necesariamente, la conclusión está implícita en la premisa porque expresa una característica esencial.

Premisa 1: Los americanos son hombres

Premisa 2: Algunos hombres son músicos

Conclusión: Los americanos son músicos (falsa)

2. Primeros principios: base necesaria e indemostrable de toda demostración, lo que es evidente y no necesita demostración y de lo que se saca todo lo demás:

a) Principio de identidad: todo ser es igual a sí mismo. $5=5$ y sólo a 5.

b) Principio de no contradicción: nada puede ser y no ser al mismo tiempo y desde el mismo punto de vista. Nací en un pueblo de Valladolid. No puede ser a la vez que naciera en un pueblo de Valladolid y no naciera en un pueblo de Valladolid.

c) Principio de tercero excluido: entre el ser y el no ser no existe término medio. O nací o no nací en un pueblo de Valladolid, pero no medio nací en un pueblo de Valladolid.

d) Principio de razón suficiente: los efectos son proporcionados a las causas.

3. Tipos de relaciones lógicas:

a) Afirmar o negar algo. Ej.: Iré a Madrid. No iré a Madrid.

b) Unir dos enunciados: las dos tienen que ser verdaderas. Ej. Iré a Madrid y pasaré por tu casa. Si no cumplo alguna de las dos, entonces falsa.

c) Disyunción: es falsa cuando las dos son falsas, verdadera en cualquier otro caso. Ej. Iré a Madrid o me quedaré en Ciudad Real. Si voy a Toledo, entonces falsa.

d) Implicación: A implica B, no B implica no A; el si y sólo si. Ej. Si voy a Madrid te llamaré. Falsa cuando B es falso. Puedo llamarte sin ir a Madrid, es decir, B no implica A. En los razonamientos vistos al principio de esta sección, una de las premisas se omite, aunque está presente de forma implícita y sólo se expresa la conclusión, de manera que el razonamiento tiene forma de implicación, ej., Todo hombre es mortal, luego Sergio es mortal.

4. Falacias o sofismas.

Argumentación que parece correcta y no lo es. Hay una verdad aparente y un error oculto. Muchos están motivados por el **significado ambiguo o equívoco que damos a las palabras**. Si digo “no soy libre porque no puedo hacer todo lo que quiero”, estoy confundiendo libertad con omnipotencia. Es el mismo equívoco que le ocurre a D. Quijote:

“Quiero rogar a estos señores guardianes y comisario sean servidos de desataros y dejaros ir en paz; que no faltarán otro que sirvan al rey, en mejores ocasiones; porque me parece duro caso hacer esclavos a los que Dios y naturaleza hizo libres” (confunde ‘libertad del ser humano’ con la libertad de estar fuera de la cárcel). Siempre se tiene la libertad interior de pensar lo que se quiera, de aceptar la situación o revelarse o desesperarse, etc. La justificación de asesinato de Bruto, otras justificaciones de asesinato,...

Demagogia: apelar al sentimiento para lograr asentimiento prometiendo conquistas imposibles (faltan las premisas de las que se deducirá el logro). Ej. “Rebajaremos los impuestos en CD musicales” (viene dado por la UE). Rae: práctica política consistente en ganarse con halagos el favor popular. Degeneración de la democracia, consistente en que los políticos, mediante concesiones y halagos a los sentimientos elementales de los ciudadanos, tratan de conseguir o mantener el poder.

Recurrir a la compasión: ej., alumnos en la revisión, de tener un 3 y la abuela enferma no se deduce que tengas un 5. La película ‘Mar adentro’ apela al sentimiento para justificar un suicidio y un asesinato.

Falsa atribución de causalidad: de dos fósiles parecidos, uno más antiguo que otro no se deduce necesariamente que uno provenga de otro por evolución, podría ser así como hipótesis, pero no se puede decir categóricamente.

Dar por demostrada una premisa que no lo está. Ej. como hay vida extraterrestre elemental, existen planetas con condiciones similares a la Tierra.

Conclusiones que no se deducen de las premisas. Ej. Ha subido la temperatura en 3° C, luego dentro de 100 años habrá un periodo glacial.

Generalización arbitraria: Ej. ‘todos los españoles son toreros’.

Desprestigio de una persona para rechazar sus argumentos. Ej. Acusaciones a Benedicto XVI de nazi porque le obligaron a alistarse a las 16 años y desertó arriesgando la vida.

Excesivo argumento de autoridad. Ej. La ministra en un discurso para justificar el cambio en la ley de educación ‘como dijo Unamuno, el progreso implica cambio’, de acuerdo, pero no el cambio no siempre implica progreso, para que se dé el progreso tiene que haber un cambio a mejor.

La verdad

Sto. Tomás de Aquino: “Adecuación entre el entendimiento y la cosa”.

Llegar a la verdad sobre un asunto cuesta tiempo y esfuerzo (mucha gente ha muerto pensando que el sol gira alrededor de la Tierra), por eso, a lo largo de ese camino hay unos grados de validez que damos a nuestro conocimiento: duda, opinión, certeza.

Duda: fluctuar entre la afirmación y la negación de una proposición sin apoyarse más en una que en otra. Ej., no sé si Sergio es hijo único o no.

Opinión: adhesión a una proposición sin excluir la posibilidad de que sea falsa. Ej., me comenta Belén que ella cree que tiene un hermano porque un día les vió y se parecían, entonces me inclino más a que no es hijo único. No todas las opiniones valen lo mismo, Séneca aconsejaba que las opiniones no debían ser contadas, sino pesadas.

No todo es opinable, lo que se conoce de forma inequívoca no es opinable sino cierto. Ej., le preguntó a Sergio y me dice que no es hijo único, entonces ya lo sé como cierto. La certeza se fundamenta en la evidencia y la evidencia no es otra cosa que la presencia patente de la realidad. La evidencia puede ser mediata o inmediata. Es mediata cuando no se da en la conclusión sino en los pasos que conducen a ella. La proporcionada por la garantía que nos merece un conjunto unánime de testigos: los medios de comunicación, los historiadores, la comunidad científica, ... tradición y autoridad cualificados. Dar crédito, creer, fe. ¿Puede tener evidencia el que cree? Sabemos que la certeza nace de la evidencia. ¿Qué evidencia se le ofrece al que cree? Sólo una: la de la credibilidad del testigo. Aquí se pueden incluir creencias religiosas. Ej., creo a Sergio cuando me dice que no es hijo único, por la credibilidad que me merece, pero yo no sé nada de su familia. Creo en el Dios que me comunica Jesucristo por la credibilidad del testigo y de los testigos sucesivos (tradición).

La mayoría y los **tópicos**. **El pensamiento de la mayoría no es criterio de verdad.**

“El hecho de que millones de personas compartan los mismos vicios no convierte esos vicios en virtudes; el hecho de que compartan muchos errores no convierte éstos en verdades” Fromm.

La realidad es compleja los **reduccionismos** sólo se quedan con una parte, expresan errores o medias verdades. Ej., la historia como simple lucha de clases para el marxismo.

Manipulación de la verdad. Poder económico (**publicidad**): ej. la industria farmacéutica financia las campañas contra el sida, de manera que parece que la única forma de resolver el problema es usar un preservativo, cuando tiene un 10 % de riesgo y el reclamo invita a la promiscuidad, y hay otras formas

mucho más eficaces, como la continencia fuera del matrimonio. Alguien dice esto y le tachan de retrógrado, que es un claro eslogan promovido por las farmacéuticas entre otros. Ej., la industria del automóvil: ¿coches a 250 Km/h y limitación a 140 Km/h?, no debía estar permitido vender esos coches como turismos, sólo para circuitos y esta medida no se toma, cuando es uno de los factores de siniestralidad. Poder político (propaganda): ej., en la TV pública el bueno es el partido del poder y el malo el otro. Eufemismos: crema de verduras por puré, interrupción voluntaria del embarazo por aborto, muerte digna por eutanasia activa,...

La negación escéptica: escepticismo, relativismo y subjetivismo niegan la capacidad humana de conocer la verdad porque cada uno opina una cosa, decir que todo es relativo, que no existe ninguna verdad absoluta se contradice a sí mismo, pretende que sólo exista una verdad absoluta: que todo es relativo, que se contradice a sí mismo. El hecho de que cada uno opine una cosa porque su conocimiento no está cierto en eso, no quiere decir que eso de lo que se habla no tenga una realidad (verdad) independiente de cualquier opinión. Ej., yo puedo pensar que Sergio es hijo único y Belén puede pensar que no, pero lo que sea en la realidad es independiente de lo que pensemos de ella, la realidad es por sí misma. Es una postura muy cómoda, porque permite desentenderse de la dura tarea de buscar la verdad. Pero es una postura peligrosa, porque la verdad no es un adorno intelectual, sino una necesidad vital: sólo se sobrevive en la verdad. Ej., no ver un STOP te lleva a no actuar conforme a la realidad y a poner en peligro tu vida. Además esta postura desprecia la inteligencia.

Simplificando bastante, hay dos grandes y principales corrientes filosóficas: realismo e idealismo. El realismo defiende la existencia objetiva de la realidad con independencia del sujeto que conoce, frente al idealismo que duda de esa existencia extramental, y afirma que solo existe en nuestra mente, que no podemos asegurar que exista fuera de nuestra mente (¿cómo sabemos que no estamos metidos en MATRIX?). La negación escéptica se deduce del idealismo. Esto no son elucubraciones de la filosofía, es la vida misma. Mucha gente para unas cosas es realista y para otras se mete en MATRIX, dependiendo de sus intereses. Es una actitud muy poco coherente, además de que meterse en MATRIX tiene sus peligros. Ej., cualquiera es realista a la hora de invertir su dinero y se informa lo más que puede (una casa), pero un embrión no se puede saber si es una persona humana porque la mayoría de los anticonceptivos son abortivos.

Frente a esta negación escéptica dice S. Agustín:

- los sentidos nos pueden engañar, pero no podemos dudar de la existencia extramental de las cosas
- podré dudar de todo, pero no puedo dudar de mi existencia
- no puedo dudar de las verdades matemáticas, ni de los primeros principios

Tipos de ciencias

Al principio de la ciencia moderna (Grecia clásica), ciencia era sinónimo de conocimiento, a medida que han aumentado los conocimientos se han separado unos de otros excesivamente ('Aquí no entre nadie que no sepa matemáticas', ponía en un cartel a la entrada de la Academia), principalmente en ciencias y letras. Lamándose ciencias a las disciplinas que se ocupan de cuestiones cuantificables materiales y que, por lo tanto, utilizan métodos matemáticos, frente a las disciplinas que se ocupan de cuestiones más relacionadas con el espíritu humano, como pueden ser la literatura, la filosofía, el arte, la ética, la historia, etc. Vamos a seguir esa distinción.

Formales: trabajan con conceptos abstractos y razonamientos que no se pueden comprobar experimentalmente en la realidad, que no quiere decir que estén desligadas de ella. No estudian la realidad en su materialidad. Son las matemáticas y la lógica.

Empíricas: tienen un correlato real en el mundo.

- Naturales: física, química, biología,...fenómenos deterministas, métodos más rigurosos.
- Sociales: sociología, economía, política,...fenómenos no deterministas, en los que entra en juego la libertad humana, no tan rigurosos.

Métodos de investigación

Método (del griego métodos camino) es el camino inteligente que recorre la ciencia entre hipótesis y comprobaciones, hasta lograr leyes y teorías que pueden demostrarse y darse a conocer públicamente, y que expresan conocimientos ciertos.

La ciencia busca enunciados universales, es decir, conocimientos válidos en todo tiempo y lugar, ej. el calor dilata los metales.

La finalidad del método científico es ir más allá de la mera descripción del mundo y descubrir los mecanismos que permiten el funcionamiento de la realidad. Para reproducir de forma dirigida ese comportamiento en la técnica, predecir y prevenir situaciones futuras (tiempo meteorológico),...

Algunos pasos del método son: el análisis y la síntesis, la inducción y la deducción, la definición, la división y la clasificación.

Analizar es dividir un todo en las partes que lo constituyen para facilitar su estudio de forma minuciosa y ordenada. Síntesis es la composición e integración de lo que se ha estudiado por separado. Es preciso recomponer los elementos en que se ha dividido una realidad compleja. Ej., el cuerpo humano en Medicina.

Inducción: establecer una ley general a partir de conocimientos particulares. La naturaleza se comporta de manera uniforme, no es necesario hacer el experimento cada vez para saber que ocurre así. Ej. La ley de la gravitación universal de Newton: la fuerza con que se atraen dos cuerpos es proporcional a sus

masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa. Deducción: pasar de lo general a lo particular. Ej., yo que ya conozco la ley deduzco que se caerá al suelo si suelto este boli.

La definición: definir es acotar, delimitar, señalar los límites conceptuales de un ser respecto a los demás. La definición puede ser etimológica (filosofía significa amor a la sabiduría) o real (filosofía es una reflexión sobre la totalidad de lo que existe, por sus causas más radicales). La definición real puede ser esencial e intrínseca (el hombre es un animal racional), extrínseca (un reloj es una máquina para medir el tiempo), descriptiva (el agua es una sustancia incolora, inodora e insípida), genética (el bronce es una aleación de cobre, cinc y estaño), causal (la Odisea es un poema escrito por Homero). En cualquier caso, la definición debe afectar solo a lo definido (no puedo definir al hombre solo como animal), debe ser más clara que lo definido (no puedo definir democracia como paradigma y cúspide de la evolución política), no debe ser negativa (europea es una persona que no es asiática), debe ser breve, y lo definido no puede entrar en la definición (culpable es quien ha incurrido en culpa).

Cada ciencia delimita su objeto de estudio y adecua a ese objeto su método.

Formales

Matemáticas. Utiliza definiciones de los conceptos abstractos, propiedades y razonamientos lógicos. Ej., teorema de Bolzano: función continua en $[a,b]$ tal que $f(a)>0$ y $f(b)<0$, entonces existe c en (a,b) tal que $f(c)=0$. Antes se han definido rigurosamente todos los términos que aparecen en el teorema, función continua, intervalo $[a,b]$,... El teorema es un razonamiento que consta de hipótesis o premisas y tesis o conclusión. Hay varias formas de demostrar un teorema:

Deducción a partir de las propiedades.

Reducción al absurdo: suponemos que no se cumple y deducimos lo que se deriva de ese hecho, deduciendo llegamos a un absurdo, luego la premisa de la que partíamos era falsa.

Inducción (para propiedades que involucran los números naturales), $n=0$ lo cumple, n implica $n+1$, entonces se cumple siempre.

La lógica estudia estrategias que sigue la inteligencia para conocer de manera ordenada y eficaz. Estas estrategias suelen ser los pasos que dan las ciencias para abrirse camino en la comprensión del complejo mundo real.

Empíricas

- Observación y análisis de los hechos.
 - Expresión matemática de los mismos (cuantificación de los mismos).
 - Construcción de una hipótesis matemática que explique los hechos (EDP).
 - Comprobación experimental de la hipótesis.
 - Formulación de una teoría explicativa traducida en leyes de validez general.
- Ej., convección de Rayleigh-Bénard.

Los límites de las ciencias empíricas

La ciencia está bastante limitada, aquí exponemos algunos de esos límites, hay más, algunos por descubrir.

- Límites de la racionalidad. El teorema de incompletitud de Gödel. Dice que una teoría aritmética no puede ser a la vez axiomatizable, consistente y completa. Es decir, que partiendo de unos axiomas y razonando lógicamente siempre se va a llegar a paradojas. Ej., el barbero que tiene que afeitar a todos los habitantes del pueblo y solo a aquellos que no se afeitan a sí mismos, ¿se afeita o no a sí mismo? Lo que quiere decir que las matemáticas no tienen un fundamento en sí mismas, su fundamento consiste en que funcionan cuando se aplican a la realidad. Es curioso que una ciencia completamente conceptual y abstracta se fundamente en la realidad exterior a ella. En la realidad no hay paradojas, no se puede dar esa situación, es un imposible, no existe ese barbero.

- Principio de incertidumbre de Heisenberg. No se puede conocer con exactitud a la vez la posición y la velocidad de un cuerpo. Si se conoce exactamente una de ellas hay un margen de error (incertidumbre) en la otra. Esto es sencillamente que para calcular la velocidad (e/t) tengo que considerar un tramo de espacio en un intervalo de tiempo. Heisenberg quería describir la posición de una partícula observándola. Pues bien, imaginemos un microscopio que pueda hacer visible un electrón. Si lo queremos ver debemos proyectar una luz o alguna especie de radiación apropiada sobre él. Pero un electrón es tan pequeño, que bastaría un solo fotón de luz para hacerle cambiar de posición apenas lo tocara. Y en el preciso instante de medir su posición, alteraríamos ésta. Aquí nuestro artificio medidor es por lo menos tan grande como el objeto que medimos; y no existe ningún agente medidor más pequeño que el electrón. En consecuencia, nuestra medición debe surtir, sin duda, un efecto nada desdeñable, un efecto más bien decisivo en el objeto medido. Podríamos detener el electrón y determinar así su posición en un momento dado. Pero si lo hiciéramos, no sabríamos cuál es su movimiento, ni su velocidad. Por otra parte, podríamos gobernar su velocidad, pero entonces no podríamos fijar su posición en un momento dado. Heisenberg demostró que no nos será posible idear un método para localizar la posición de la partícula subatómica mientras no estemos dispuestos a aceptar la incertidumbre absoluta respecto a su posición exacta. Es un imposible calcular ambos datos con exactitud al mismo tiempo. El principio de incertidumbre es otro límite a mi conocimiento, pero no cambia nada las cosas sobre la realidad material: leyes y determinismo.

- Física estadística. Habla sólo de función de probabilidad de encontrar un electrón en un espacio o de encontrar unas moléculas en un gas. Pero esto es debido a que nuestro conocimiento tiene ese límite, no podemos simular el movimiento de millones de moléculas, nos tenemos que conformar con una descripción estadística de las mismas: probabilidad de que en un determinado tiempo se encuentren en un determinado espacio. Es un límite de nuestro conocimiento. Pero no quiere decir que ocurran las cosas al azar en el mundo físico. Todo se mueve siguiendo unas leyes fijas y completamente deterministas, salvo el hombre. Einstein dijo aquello de “*Dios no juega a los dados*”.

- Física del caos y la complejidad. Lorenz (1963). Sistemas en los que hay una gran sensibilidad a las condiciones iniciales. Si una condición inicial es un poco distinta de otra, la evolución del sistema en cada caso es completamente distinta (efecto mariposa: el aleteo de una mariposa en Tokio provoca un huracán en Florida); el tiempo climático es un sistema caótico, por eso hay algunos días a lo largo del año en los que es imposible predecir el tiempo o las predicciones son erróneas y es imposible llegar a las verdaderas. Los sistemas caóticos presentan otro límite a nuestro conocimiento.

- Límites en las escalas. La nanotecnología es la tecnología a escala del nanómetro, millonésima parte de un milímetro (10^{-9} m), los computadores cuánticos (a nivel atómico), los protones y neutrones están formados por quarks, ¿se puede dividir el electrón?...

- Límites en el proceso de conocimiento. Hay una dependencia del proceso cognitivo respecto de la tecnología, lo que lleva al fenómeno de rendimientos decrecientes: cada paso sucesivo implica costes crecientes para obtener un progreso menor. Ej., lo que hay que estudiar para llegar al estado de conocimiento sobre algo.

- Límite de la finitud humana. En las Olimpiadas se ve patente: hace 60 años el récord de 100m lisos estaba en 12s, hoy está en 8s, claramente hay un límite. Y así con todas nuestras capacidades.

- Límites con otros conocimientos. Por su propio método empírico sólo puede concluir sobre lo que es cuantificable y experimentable (premio Nobel en Física solo a cuestiones experimentadas). No es legítima la pretensión de considerar como único objeto de conocimiento lo que se puede medir, contar, verificar y expresar matemáticamente (cientificismo y positivismo). La ciencia es uno de los modos de ejercitar la razón, pero no el único. De hecho, las cosas más importantes en la vida de una persona no son expresables con una fórmula matemática, la amistad, el amor,... Cuando un escritor escribe una novela está poniendo en marcha su razón, construye frases con sentido que nos muestran un mundo que el imagina o unas experiencias vividas. La leemos y nos aporta un conocimiento, no es científico, pero tampoco es irracional. Algo parecido le pasa a la fe.

1) Cuestiones éticas: Hiroshima y Nagasaki, experimentación con seres humanos, manipulación genética, ...

2) Cuestiones filosóficas y religiosas. La pregunta sobre la finalidad y el principio del mundo no la resuelve la Física. ¿Por qué y para qué existe el mundo y nosotros? Parece que apareció de la nada; pero de la nada no sale nada (dicho ‘donde no hay mata no hay patata’). ¿Existe Dios? El realismo demuestra que sí por el orden, el movimiento, la causalidad,... pero ni la Física, ni ninguna ciencia empírica pueden decir nada sobre el asunto sin salirse de su método. La pregunta metafísica radical ¿por qué existe algo?

2. Técnica y transformación del mundo

La finalidad del método científico es ir más allá de la mera descripción del mundo y descubrir los mecanismos que permiten el funcionamiento de la realidad. Para reproducir de forma dirigida ese comportamiento en la técnica (ej., los que estudian y reproducen el vuelo de los insectos para espionaje), predecir y prevenir situaciones futuras (tiempo meteorológico),...

La técnica es un tipo de actividad propia del hombre que aparece en vista a la supervivencia y el bienestar. La acción técnica se caracteriza por la producción de cosas, es decir, artefactos. Griegos: *poiesis* (producción), frente a *teoría* (contemplación) y *praxis* (acción entre los propios hombres: ética y política). La técnica es la creación o producción de algo que no existe en la naturaleza, aunque para conseguirlo se utilicen elementos naturales. Así se fabrica lo artificial. La técnica es acción productiva de lo artificial, para lo cual el hombre necesita de recursos naturales y de su propio saber. Es un hacer orientado y perfectamente dirigido por el hombre, pero para ello se necesita que esté asociado a cierto saber. La búsqueda de la máxima eficacia y productividad han hecho que la técnica se sitúe cerca de la ciencia. Este fundamento científico de la técnica moderna es lo que suele denominarse tecnología. Estudiamos la forma de actuar de la naturaleza y la copiamos en nuestro provecho.

Lo propio de la técnica no es hacer instrumentos para situaciones que no se han presentado y nunca se van a presentar; es hacer en una situación instrumentos que no solo sirven para resolverla, sino que previenen todas las demás situaciones. El chimpancé amontona cajas para alcanzar un plátano, pero jamás se pone a amontonarlas para cuando haya un plátano que arrebatar. Ahí está la diferencia radical y fundamental entre la técnica y todo hacer biológico. El hombre, con su intervención ulterior, va a entrar en la realidad no simplemente modificándola de una manera biológica, sino de una manera específicamente humana: dominándola. La técnica no sólo es una modificación, es poder sobre las cosas. X. Zubiri. Sobre el hombre. Madrid, Alianza.

La técnica en la perspectiva antropológica

Las raíces biológicas del ser humano (filogénesis) parece ser que se remontan al tronco común de los primates. Hace más de cien mil años aparece el *homo sapiens*, muy conocido por los hallazgos en Neandertal (Alemania) y Cro-Magnon (Francia). Del hombre de Cro-Magnon parece descender la especie humana actual. Hay restos de distintos antropoides anteriores que se extinguieron, pero con ninguno hay una relación de continuidad con el hombre (el eslabón perdido). El hombre actual proviene de un mismo y único tronco común. Esos antropoides no tienen las características de desarrollo social e instrumental que

caracterizan al hombre. La técnica, el elaborar intencionalmente un utensilio para resolver una necesidad, es una característica de humanidad.

Conducta animal y conducta humana. La conducta animal es siempre la respuesta a los datos captados del mundo circundante. Adecuación estímulo-respuesta. Conducta innata y automática que se llama instinto. Alimentarse y reproducirse son los fines de todo animal. La función del conocimiento animal no es alterar estos fines, sino alcanzarlos del mejor modo posible. El hombre en cambio puede establecer sus propias finalidades. El comportamiento animal está esculpido por el estímulo: A implica B. El hombre es capaz de considerar los objetos por sí mismos, para un lobo un cordero es comida y punto. Para una persona puede ser un elemento de belleza en el paisaje. El hombre sale del tiempo y del espacio: puede estar interesado en el pasado (arqueología) o en el futuro (estudiante). Por su inteligencia y libertad.

Experimento de Pavlov: simio en una balsa que flota en el centro de un lago. Entre el y la comida hay un fuego y un depósito de agua y un cubo, se le enseña a sacar agua del depósito y apagar el fuego para llegar a la comida. Un día no se le pone agua en el depósito y el simio sigue metiendo el cubo en el depósito vacío sin pensar que puede llenarlo del agua del lago. No tiene una idea abstracta del agua como tal. El animal ve siempre en el agua una sustancia capaz de saciar su sed o el peligro de ahogarse, algo en relación con su supervivencia. El hombre la manipula (la evapora, la congela, navega, riega, etc.) porque sabe en alguna medida, lo que es el agua. La técnica es una demostración definitiva de la inteligencia humana y de la no inteligencia animal, pues la conversión de un objeto en instrumento requiere haber entendido qué es y qué propiedades tiene. La lanza para los animales grandes, las flechas para los pájaros. Sería un error pensar que el hombre inventa la flecha sólo porque tiene necesidad de comer pájaros. También el gato tiene esa misma necesidad y no inventa nada. El hombre inventa la flecha porque su inteligencia descubre la oportunidad que le ofrece la rama. El hombre sólo impulsa a comer, no a inventar flechas: son dos cosas muy diferentes. Por eso, no es correcto explicar al hombre sólo desde sus necesidades. El hombre gracias a su inteligencia consigue de la realidad lo que ningún animal puede. Actualmente una parte de la técnica está desligada de las necesidades vitales, más bien crea necesidades para que consumamos.

La inteligencia del hombre primitivo. Igual que la del actual. Solo que ahora tenemos acumulación de saberes. Hay que ser muy inteligente para inventar algo, a ver cuantos de los presentes inventan algo como hizo el del fuego o el de la rueda, que tiene mucho más mérito que muchos actuales que solo saben lo que aprenden que otros descubrieron.

Cerebro y actividad psicofísica: por medio del cerebro entra en el hombre el mundo exterior, y por medio del cerebro sale del hombre su respuesta al mundo. Entre la entrada y la salida está todo lo demás: las sensaciones, las ideas, las emociones, la memoria, los proyectos y todo lo que hace que el hombre sea plenamente humano. Pero hemos de confesar que no sabemos casi nada sobre el papel del cerebro en tales procesos. La concepción mecanicista no explica la libertad, en una máquina no habría tal, no son pronosticables los comportamientos humanos, que no se explican solo con química. Sabemos que todo conocimiento comienza por la acción física de un estímulo sobre un sentido. Pero se convierte, desde su inicio, en un fenómeno suprasensible: la impresión sensorial subjectivamente vivida. Gracias a las sensaciones se nos hace presente el mundo, formamos un reflejo subjetivo del mundo objetivo. Ese reflejo es, además de función del cerebro, un fenómeno psíquico, algo que procede de la interacción de las cosas con la actividad nerviosa, pero que ni el cerebro ni las cosas pueden por sí solas explicar. La experiencia sensible es un acto subjetivo, accesible en exclusiva al que lo ejecuta, manifestativo de esa inmaterialidad que permitió definir la sensación como la captura de formas inmateriales de las cosas. Toda cualidad sensible es algo material, pero la sensación no es algo material, es algo más que el estímulo y la respuesta nerviosa porque soy consciente de ello. Un hecho que manifiesta claramente la naturaleza metaneuronal de la sensación es la capacidad de objetivar la cosa sentida. No sólo nos damos cuenta de que sentimos algo, sino que también apreciamos que la sensación y el objeto sentido son dos cosas distintas (ver, árbol), la consciencia, que es tan ajena al sistema nervioso que los neurólogos ni se lo han planteado dentro de su campo de investigación.

“Desde un punto de vista objetivo, podemos llegar a conocer bastante bien el cerebro. Cuando el lector se detiene en esta página, hay un revoloteo de procesos: los fotones inciden en su retina, las señales eléctricas remontan el nervio óptico y atraviesan áreas diferentes de su cerebro para que, al final, responda con una sonrisa, una expresión de perplejidad o un comentario. Pero se da también un aspecto subjetivo. Cuando el lector mira la página es consciente de que lo hace; percibe imágenes y palabras, como parte de su vida interior, privada, mental. Todos tenemos vivas impresiones de las flores con sus colores, del cielo estrellado. Puede que sintamos además algunas emociones y formemos determinados pensamientos. Juntas, estas experiencias constituyen la conciencia, la vida subjetiva, interior, de la mente”. D.J. Chalmers: “El problema de la conciencia”, en Investigación y Ciencia, 1996.

¿Qué diferencia hay entre las piedras del acueducto de Segovia en el suelo y el acueducto? ¿qué añade el arquitecto a la piedra para que esta se sostenga en el arco? Un orden particular, algo tan evidente como inmaterial: sin orden las piedras no pesan más ni menos, pero no se sostendrían sobre nuestras cabezas, y tampoco las palabras formarían un poema, ni los colores un cuadro. El orden es algo exterior a las piedras y un factor que denota inteligencia. Aristóteles: de la causa de la vida sólo conocemos sus efectos: por ella vivimos, sentimos, nos movemos y entendemos los hombres. ¿De donde viene esa causa? no de la materia, sino de ‘fuera’. Eso es lo que llamamos alma.

Inteligencia y lenguaje. El lenguaje ofrece una incomparable demostración de inteligencia. Toda palabra se expresa en una dimensión física (el sonido), pero su significado no es de ninguna manera algo físico, puesto que el mismo sonido que es palabra para el que lo entiende es ruido para el que no lo entiende. Por tanto, es en el oyente donde se produce la metamorfosis del sonido en signo. De ahí que la palabra

sea una realidad que se sale de lo puramente físico, y que todos, al hablar, pisemos un terreno metafísico sin darnos cuenta de ello.

La naturaleza humana. La naturaleza de un ser expresa su forma de ser y de actuar; sus cualidades esenciales y sus operaciones. Es la esencia de los seres que poseen en sí mismos el principio de su movimiento. ¿Es lo racional una cualidad derivada de lo animal o, por el contrario, son dos formas de vida irreductibles, aunque aparezcan inexplicablemente compenetradas? La autoconciencia es el misterio del alma. Cómo un sistema físico puede ser consciente. Amar, entender, autoentenderse y conducirse libremente, no es material, trasciende la materia.

Apenas conocemos lo que es un cuerpo vivo; menos aún lo que es un espíritu; y no tenemos la menor idea de cómo pueden unirse ambas incógnitas formando un solo ser; aunque eso somos los hombres. Pascal.

Técnica desde la perspectiva filosófica

"La refutación más decisiva de esta extravagancia filosófica es la práctica, sobre todo la experiencia y la técnica. Si podemos comprobar la exactitud de nuestra concepción de un fenómeno natural creándolo nosotros". Marx.

"La técnica es la reforma que el hombre impone a la naturaleza en vista a la satisfacción de sus necesidades. Es el esfuerzo por ahorrar esfuerzo. Sin la técnica el hombre no existiría ni habría existido nunca. Un hombre sin técnica, sin reacción contra el medio, no es un hombre. Hombre, técnica, bienestar son, en última instancia sinónimos. Actos técnicos no son aquellos en que hacemos esfuerzos para satisfacer nuestras necesidades, sean éstas elementales o francamente superfluas, sino aquellos en que dedicamos el esfuerzo, primero a inventar y luego a ejecutar un plan de actividad que nos permita: 1) asegurar la satisfacción de nuestras necesidades, por lo pronto elementales; 2) lograr esa satisfacción con el mínimo esfuerzo; 3) creamos posibilidades completamente nuevas produciendo objetos que no hay en la naturaleza del hombre." Ortega y Gasset. Meditación de la técnica. Revista de Occidente, Vol. V.

Wallace: desde el momento que la primera piel fue usada como prenda de abrigo, se utilizó una lanza o se plantó una semilla se produjo una revolución sin precedentes. Ser superior a la naturaleza porque la puede controlar. Animal técnico, capaz de utilizar, modificar y crear cosas para satisfacer sus necesidades y deseos. No nos adaptamos al medio, sino al revés, adaptamos el medio a nosotros. La técnica es un producto específico de la inteligencia humana, que manifiesta nuestra capacidad creativa y nuestro poder sobre la realidad.

Cuadro pag. 33 de Domingo y col. Y tb. El de la pag. 32.

3. Historia de la ciencia y de la técnica

La ciencia y la técnica tienen unos orígenes desconectados. La ciencia se ha dirigido a entender el mundo, mientras que la técnica a resolver necesidades cotidianas. Sólo en la modernidad se están uniendo en la tecnología.

"Un rasgo destacado de la gran cantidad de información adquirida en el curso de la experiencia corriente es que, si bien esta información puede ser suficientemente exacta dentro de ciertos límites, raramente está acompañada de una explicación acerca de por qué los hechos son como se les presenta. Así, las sociedades que han descubierto el uso de la rueda habitualmente no saben nada de las fuerzas de fricción ni acerca de las razones por las cuales las mercancías transportadas sobre vehículos con ruedas son mucho más fáciles de trasladar que otras arrastradas por el suelo. Muchos pueblos conocen la conveniencia de abonar sus campos, pero sólo unos pocos se han preocupado por las razones de ello. Las propiedades medicinales de hierbas como la dedalera son conocidas desde hace siglos, aunque no se ha dado de ellas ninguna explicación de sus benéficas virtudes. Además, cuando el sentido común trata de dar explicaciones de los hechos –por ejemplo, cuando se explica la acción de la dedalera como estimulante cardíaco por la semejanza de la forma entre la flor de esa planta y el corazón humano-, con frecuencia las explicaciones carecen de pruebas críticas de su vinculación con los hechos. El deseo de hallar explicaciones que sean al mismo tiempo sistemáticas y controlables por elementos de juicio fácticos (de experiencia) es lo que da origen a la ciencia; y es la organización y la clasificación del conocimiento sobre la base de principios explicativos lo que constituye el objetivo distintivo de las ciencias." E. Ángel. La estructura de la ciencia. Paidós.

Hay técnicas sin base científica, que funcionan y no se sabe por qué, también las hay que no funcionan en absoluto. Y hay ciencia sin aplicación técnica.

La técnica existe de los tiempos prehistóricos: en Altamira y Atapuerca se fabrican arpones y puntas de flecha, vestidos,... Se trata de una actividad asociada a las formas tradicionales de caza, pesca, ganadería, agricultura, vivienda, desplazamiento, vestido y ornamentación, común a todas las sociedades preindustriales. El invento de la rueda señala el principio de un mayor desarrollo mecánico, porque tras ella aparecen el carro y el torno del alfarero, y con ellos una mayor división de los oficios y el auge de la técnica artesanal. El escaso progreso de las herramientas hace que el artesano haya sido muy importante durante miles de años, pues contrarresta las limitaciones de la técnica con su destreza y fuerza física.

La escritura, el gran invento. Historia (4000 a.C.): Mesopotamia: escritura cuneiforme, sistema de pesos y medidas, construcciones, calendario, sistema sexagesimal y decimal. Egipto: escritura jeroglífica, pirámides, agrimensura, relojes de sol y agua, calendario, medicina,... India y China: medicina, sistema de numeración,...

Hasta el s. XVIII, las únicas formas de energía procedían del aprovechamiento del viento, del agua (molinos de agua y viento), de los animales y del propio ser humano. La revolución industrial nació cuando se aplicó el fuego a la máquina de vapor y se consiguió transformar la energía calorífica en mecánica (1815, James Watt). La máquina, que es la expresión más elocuente de la técnica, liberó al

hombre del esfuerzo físico y dignificó su trabajo, pero también le arrebató protagonismo y le redujo, en ocasiones, a la condición pasiva de vigilante del proceso de producción, como si fuese una pieza más de la maquinaria productiva.

En la segunda mitad del s. XX tiene lugar una segunda revolución industrial al sustituir de forma generalizada el carbón por nuevos combustibles y formas de energía: derivados del petróleo, nuclear, hidráulica, eólica,... Las nuevas tecnologías reducen considerablemente el esfuerzo físico del trabajador, y requieren ciertos conocimientos técnicos para ser manejadas. La disminución de la jornada laboral y el aumento del poder adquisitivo originan una cultura y una industria del ocio y del consumo. S. XXI Internet.

La técnica se convierte en tecnología cuando sus inventos son impulsados y determinados por el conocimiento científico. El primer ejemplo podría ser el telescopio de Galileo, el siglo pasado se hicieron montones de patentes. Muchas de ellas en la lucha contra la enfermedad y la muerte.

En cuanto a la ciencia, entender el mundo es una búsqueda permanente del hombre: por qué existe la realidad, el orden de la naturaleza, por qué no se caen las estrellas, qué es lo que me rodea, qué soy yo, la vida, la muerte,..., en el fondo, aunque se ha avanzado mucho en muchas cuestiones, siempre están ahí las mismas preguntas porque siempre hay un por qué más profundo. Qué hay de común a todas las cosas que hace nacer, crecer y morir,... Primeras respuestas: presocráticos decían que los componentes básicos comunes son cuatro: fuego, tierra, agua y aire (la tabla periódica más primitiva) (si siembras una semilla en la tierra, la riegas, le da la luz y el aire, entonces crece, algo hay en la tierra que pasa a la planta, además necesita agua, luz (fuego, calor, energía) y aire. Primeras preguntas sobre la constitución de los seres materiales, sobre los astros, su movimiento y equilibrio. De aquí han surgido las modernas física, química, biología, astronomía y cosmología.

1) Aristóteles (s. IV a.C.) y Ptolomeo (s. II d.C.).

Nacimiento de la filosofía y de la ciencia: explicar el mundo racionalmente.

Pitágoras (s. V a.C.): la Tierra es redonda y todos los astros. Inmovilidad y centralidad de la Tierra y movimiento circular uniforme en torno a la Tierra de los demás cuerpos celestes. Nada cambia en el firmamento. Está formado por un quinto elemento (de ahí quintaesencia), el éter. Esto no explicaba el movimiento de los planetas que parecía como que retrocedían. Aristóteles: esferas concéntricas que transportan a los planetas y estrellas fijas. Ptolomeo con su teoría de epiciclos, de manera que a su vez cada planeta se mueve de forma circular en torno a otro punto. Así hasta el s. XVI., salvo Aristarco de Samos (heliocentrismo).

2) Copérnico y Kepler.

Decadencia del mundo griego, caída del imperio romano (derecho y obras públicas). Árabes, judíos y cristianos medievales se limitaron a recopilar, conservar, traducir y comentar los conocimientos humanísticos y científicos de Grecia y Roma. Gracias a esto (escuela de traductores de Toledo importantísima) se pudo producir la revolución cultural y científica del Renacimiento.

Nicolás Copérnico (*De revolutionibus orbitum coelestium*, 1543), sacerdote polaco diplomático e investigador pone el Sol en el centro: la Tierra y los planetas giran alrededor del Sol, pero de forma circular. Movimiento de rotación de la Tierra.

Tycho Brahe negó la existencia de las esferas concéntricas porque los cometas no se ajustaban a ninguna. Johannes Kepler, alemán, órbitas elípticas: los cuadrados de los tiempos que cada planeta invierte en recorrer su órbita son proporcionales a los cubos de sus distancias al Sol. Introdujo el concepto de fuerza. No pensabais que los de las antípodas se tenían que caer.

3) Galileo Galilei (1564-1643) e Isaac Newton.

Ambos son cristianos convencidos de que la naturaleza es la obra de un Dios infinitamente sabio. La racionalidad del universo se puede expresar matemáticamente:

Es el gran impulsor del método científico moderno, cuya clave es la unión entre matemática y experimento. Popularizó el telescopio. Sistema de referencia, movimiento uniformemente acelerado, caída de los cuerpos,... Famoso por su enfrentamiento con la Inquisición por defender el sistema copernicano que se resolvió con la abjuración y arresto domiciliario. Se suele poner como ejemplo de conflicto entre razón y fe, que no existe porque la fe es un conocimiento superior que se fundamenta en la razón.

Newton (1642-1727). *Philosophiae Naturales Principia Matemática*. Inventa el cálculo matemático y aplica a fondo la unión entre matematización y experimentación. Sus leyes: inercia, fuerza=masa x aceleración, acción-reacción. Ley de la gravitación universal: los cuerpos se atraen en proporción directa de su masa e inversa a su distancia. Gravedad + impulso inicial que se conserva por inercia. Por primera vez leyes básicas que rigen multitud de fenómenos: todos a nivel macroscópico. Optimismo.

4) El siglo de la electricidad: Oersted (1777-1851), Ampere (1775-1836), Faraday (1791-1867), Maxwell (1831-1879) electromagnetismo. Herz (1857-1894) ondas de radio. Lavoisier (1743-1794), Dalton (1770-1831) química. Todos estos avances de la ciencia tienen su contrapartida en la técnica con todos los aparatos eléctricos o que funcionan con pilas.

1815 máquina de vapor de James Watt anterior a la ciencia en la que se basaba, la termodinámica, cuyas leyes fueron definidas en 1824 por Sadi Carnot, después de observar el funcionamiento de una máquina de vapor (Ej. de 1º técnica y después ciencia).

Volta: 1800 pila (corriente eléctrica con un proceso químico).

Oersted: electricidad genera efectos magnéticos -> telegrafía en 1820.

Ampere: expresión matemática de las fuerzas que actúan.

Faraday: principios del motor eléctrico (hilo por el que pasa una corriente gira alrededor de un imán-> movimiento a partir de la electricidad).

Maxwell: teoría completa del campo electromagnético.

1837: primer sistema comercial de telegrafía en Inglaterra, la Electric Telegraph Company fue la primera compañía en explotar industrialmente la electricidad. 1870: profesión de ingeniero telegrafista. El descubrimiento de Oersted dio pie a imaginar la posibilidad práctica de la telegrafía, una vez abierta la puerta, inventores y científicos avanzaron. Trabajos de producción y utilización de conductos eléctricos, aislantes, baterías, instrumental telegráfico, electricidad,...-> necesidad de escuelas.

Necesidad de enseñanzas: el laboratorio de Thomson en Glasgow fue el primero en enseñar electricidad. La gutapercha, material aislante para pasar los cables del telégrafo bajo el mar. Convenios y tratados internacionales para las nuevas necesidades.

Maxwell: radiación electromagnética -> emisión de ondas electromagnéticas cuando se aceleran cuerpos cargados. Hertz -> comunicación sin hilos, Edison, Tesla, Marconi,..., Siemens -> tren eléctrico.

5) Vacunación: viruela (Jenner, 1798), Pasteur (rabia, 1885), hepatitis B (ingeniería genética, 1986), Koch (bacilo de la tuberculosis), Ramón y Cajal (neuronas) Medicina muy vinculada a los avances en física: láser, escáner de resonancia magnética,...

Radiactividad: Becquerel (1891), Marie Curie,...

6) Darwin y Mendel.

Charles Darwin (1809-1882) y su teoría de evolución de las especies suministró por primera vez un principio organizador capaz de explicar la diversidad y el desarrollo de plantas y animales. Lamarck (1809) transformismo: las especies han ido apareciendo dentro de un proceso evolutivo en el que unas se transforman en otras. El mecanismo de transformación era la herencia de los caracteres adquiridos por los seres vivos en su esfuerzo por adaptarse al medio. Ej.: la jirafa tendría ese cuello a base de esfuerzos repetidos por alcanzar el alimento de las ramas. Se desarrolla el órgano y se transmite de forma hereditaria. Darwin tomó de Lamarck el transformismo y de Malthus otro mecanismo diferente: la selección natural. En todos los seres vivos se da una lucha por la vida, la supervivencia del más fuerte originaba la selección natural que conservaba y transmitía las variaciones favorables, produciendo especies cada vez mejor adaptadas al medio ambiente. *El origen de las especies*.

En 1865 Gregor Mendel descubrió las leyes de la transmisión hereditaria, no se conoció hasta 1900. Los caracteres adquiridos no se incorporan al patrimonio genético, no se transmiten por herencia, por lo que tiene un fallo claro la teoría. En el ejemplo evolucionista más clásico la jirafa tiene el cuello tan largo porque prosperaron solo las que pudieron alcanzar el alimento de las ramas altas. El inconveniente es que no han aparecido jirafas en vías de desarrollo, puesto que son iguales desde su aparición, hace dos millones de años. Además, las crías de jirafa se hacen grandes alimentándose de las hojas bajas, y las hembras, que miden un metro menos que los machos tampoco tienen problemas de supervivencia.

Neodarwinismo: mutaciones genéticas al azar. ¿Moleculares programadas? La evolución no se opone a la existencia de dimensiones fuera de su marco experimental, como son las dimensiones espirituales o la existencia de Dios. No se puede exponer la negación de la existencia del alma humana y de Dios como una conclusión de la teoría de la evolución.

Ciencia contemporánea.

7) Teoría de la relatividad. Einstein (1879-1955). Especial: La velocidad de la luz en el vacío es constante. Las leyes de la física tienen que tener la misma forma cuando se refieren a sistemas inerciales, que se mueven uno respecto del otro con una velocidad rectilínea y uniforme. Las mediciones de distancias son distintas dependiendo del sistema de referencia, la masa no es constante, cambia con la velocidad, equivalencia entre masa y energía $E=mc^2$, consecuencias a nivel atómico y espacial. A nivel macroscópico las leyes de Newton son válidas. Relatividad general: amplía las ideas a los sistemas acelerados, tiene un formalismo matemático complejo. En absoluto quiere decir que todo es relativo.

El hecho de que Einstein utilice una geometría no euclídea, no quiere decir que en esa geometría todo esté permitido y no tenga leyes; tiene unas leyes muy claras, distintas de la euclídea, de las que se deducen propiedades y leyes, completamente deterministas y racionales. El mundo sigue estando igual de programado, pensado y determinista. Algunos filósofos sacan unas elucubraciones absurdas partiendo de estas teorías científicas que proceden de su incultura científica.

8) Física cuántica. Max Plank (1858-1947) para explicar la distribución de energía en la radiación del cuerpo negro postuló que la energía se emite o absorbe en forma de paquetes, 'cuantos', no de forma continua. Principio de incertidumbre de Heisenberg. Mecánica cuántica o física estadística habla sólo de función de probabilidad de encontrar un electrón en un espacio o de encontrar unas moléculas en un gas. Pero esto es debido a que nuestro conocimiento tiene ese límite, no podemos simular el movimiento de millones de moléculas, nos tenemos que conformar con una descripción estadística de las mismas: probabilidad de que en un determinado tiempo se encuentren en un determinado espacio. Es un límite de nuestro conocimiento. Pero no quiere decir que ocurran las cosas al azar en el mundo físico. Todo se mueve siguiendo unas leyes fijas y completamente deterministas, salvo el hombre. Einstein dijo aquello de "Dios no juega a los dados".

9) Biología molecular. ADN, Watson, Crick y Rosalind Franklin (1953).

10) Física del caos y la complejidad. Lorenz (1963). Sistemas en los que hay una gran sensibilidad a las condiciones iniciales. Si una condición inicial es un poco distinta de otra, la evolución del sistema en cada caso es completamente distinta (efecto mariposa: el aleteo de una mariposa en Tokio provoca un huracán en Florida); el tiempo climático es un sistema caótico, por eso hay algunos días a lo largo del año en los que es imposible predecir el tiempo o las predicciones son erróneas y es imposible llegar a las verdaderas. Los sistemas caóticos presentan otro límite a nuestro conocimiento.

11) La informática. Babbage (1833) como un ordenador, pero con ruedas dentadas, engranajes y palancas. MIT (1925) Vannevar Bush computadora mecánica. John von Neumann (1903-1957) y el ENIAC (Electronic numerical integrator and calculator) (1944), 1949 primera programable.

Tendencia actual: matematizar la biología.

12) Cosmología: Big Ban, la gran explosión primera, formación de estrellas y planetas, especie de hueco central en expansión junto con el universo, movido todo por el impulso de la primera explosión que permite, junto con la gravedad, el equilibrio en el movimiento general. Cada vez es más lenta, cuando se pare, todo volverá al inicio.

13) La gran ciencia. Buscando instrumentos que fuesen capaces de suministrar cada vez mayor energía a partículas atómicas para que éstas pudiesen chocar con el núcleo atómico y ver así cuál era la estructura de los distintos elementos, surgen los ciclotrones o aceleradores de partículas (partículas cargadas se mueven circularmente gracias a la acción de un campo magnético ganando energía en cada vuelta). Tienen kilómetros de radio y cuestan miles de millones de euros (CERN). Espacio: NASA, ESA,..., Hubble. Proyectos globalizados.

Laboratorios industriales. Guerras: agudizan el ingenio, cambian esquemas de comportamiento. Proyecto Manhattan para elaborar la bomba atómica. Al lanzar neutrones lentos sobre núcleos de uranio se partían generándose energía->reacción de este tipo en cadena. Militarización de la ciencia.