

Intro:

En la física de Newton y Galileo, el tiempo es un cronómetro absoluto que mide todas las transformaciones y los desplazamientos: es el «nombre del movimiento» de Aristóteles.

En la física de Einstein, el tiempo es una dimensión del mundo, que se distorsiona cuando se está sometido a una aceleración, a la vez que determina qué aceleración produce para estas masas. Salvando muchas distancias, estamos + cerca de la visión de Platón: el tiempo es el movimiento mismo del universo, la única manera de dar cuenta de ello es la geometría, y en el fondo el sentimiento de duración, de simultaneidad, de sucesión, de que existen un pasado, un presente y un futuro, es una ilusión producida por nuestras condiciones locales.

Cf. Einstein: “comparando un segundo entre los brazos de una hermosa mujer, con un segundo sentado en la placa al rojo vivo de una cocina, tendremos una idea de la relatividad del tiempo”.

¿Significa que el tiempo es una ilusión subjetiva? ¿Qué tenemos la sensación que las cosas duran, y se suceden, pero que en realidad no es así? En cierto modo sí: “el presente, el pasado y el futuro son meras ilusiones, aunque tozudas”.

¿Qué permite a Einstein decir esto?

- La relatividad de la simultaneidad: 2 acontecimientos son “simultáneos” si se producen a la vez. Pero como el tiempo y el espacio son relativos a la posición y a la velocidad del observador, mientras que un observador puede ver A y B simultáneamente, mientras que otro puede ver A y después B, y un tercero puede ver B y después A.
- La relatividad de la duración (puesto que el tiempo se contrae o se extiende bajo el efecto de la velocidad o de la gravedad).

Entonces el “orden” que percibimos en el tiempo es relativo a nuestra posición y velocidad. Como nos movemos (y todo nuestro medio ambiente) mucho más lentamente que la luz, no nos damos cuenta de nada, pero el mundo real, él, es totalmente distinto.

Pero esto viola el principio de causalidad:

El principio de causalidad:

Se enuncia clásicamente de la manera siguiente: “si una causa produce un efecto, entonces el efecto no puede preceder la causa”.

2 comentarios:

1º es un principio: en física, un principio es algo como una hipótesis. Es una ley aparente del universo, a la cual aparentemente los fenómenos obedecen, aunque no se haya demostrado aún (ejemplo: la velocidad de la luz es constante e absoluta). Es un poco como un postulado en matemáticas, que es una proposición que no se puede demostrar, y tampoco hace falta, porque el sentido común detecta inmediatamente que es válido (por ejemplo: “Dados dos puntos se puede trazar una y solo una recta que los une”: tremendamente difícil de definir y sin embargo evidente).

Fueron los griegos, en particular Aristóteles y Euclides, quienes establecieron que una ciencia, para no decir tonterías, tiene que deducir (es decir, sacar conclusiones mediante reglas lógicas muy estrictas) sus afirmaciones de otras afirmaciones ciertas (de una afirmación cierta puedo sacar otra afirmación cierta si respeto reglas formales, ej: “los hombres son mortales entonces Sócrates es mortal”). O sea que cualquier verdad científica es deducida de otra verdad anterior. Pero... ¿hasta dónde llega la cadena de deducciones? Hay que para en algún momento, no podemos regresar al infinito, hay un momento en el que no hay respuesta a la pregunta “¿porqué?”. ¿Por qué la velocidad de la luz es constante en el vacío, y no es relativa como todas las demás velocidades? no hay respuesta científica: es un principio.

Un principio sirve de *fundamento* a una ciencia: es el suelo sobre el que se edifica una pirámide de deducciones. Aristóteles dice que la filosofía es “el conocimiento de los principios” (arkhè: fundamento como en “arquitectura”, principio como en “arquetipo”, origen como en “arqueología”, príncipe como en “monarquía”). Un principio sustenta, causa y manda.

Entonces la ciencia es una cosa muy sencilla: a partir de 4 principios que son evidentes “no hay efecto sin causa”, “la naturaleza no soporta el vacío”, “cualquier cuerpo persiste en su estado de reposo si ninguna fuerza lo mete en movimiento”, y de reglas lógicas, se pueden deducir todos los elementos de una ciencia. Esto es lo que establece Aristóteles, en su *Física* y en su *Organon*.

2º es distinto del “principio de determinación” (“ningún efecto sin causa”). La diferencia es que parece que incorpora el tiempo (“precede”). ¿Qué significa preceder? Significa que no puede ocurrir después: suena a bobada, pero la ciencia medieval conoce una causa que ocurre después de sus *efectos*: ¡es Dios!

¿Qué es la *Providencia*? Es la orientación de todo lo que acontece a una finalidad predeterminada: es la causa final de Aristóteles (4 causas: material, el mármol; eficiente, la mano del escultor;

formal: el modelo que sigue el escultor; final: el por qué este escultor esculpe esta estatua).

La Providencia es causa final, el mundo está orientado hacia el Juicio Final: la causa se sitúa al final de los tiempos, y los efectos la preceden en el tiempo.

Postular que ningún efecto puede preceder su causa, es romper con este modelo. Es evacuar a Dios del mundo físico : el movimiento de la física moderna es doble : por una parte, unificar el mundo y su ciencia en una astrofísica, y por otra, constatar que Dios no tiene sitio en esta ciencia, igual que no lo tiene en el cielo que descubre Galileo.

Consecuencia: la visión del mundo cambia. Imposibilidad de una clase de saber (precognición, visiones, profecía). El tiempo es una línea recta irreversible, que encadena causas y efectos. Visión "mecanicista" del mundo que se ve muy claramente por ejemplo en la obra de Darwin, que evacua el finalismo a favor del mecanismo: no se explica la complejidad del mundo por la intención de un creador, sino por la mecánica de las causas y los efectos.

Volviendo a lo que nos interesa: la causalidad es un principio, sobre el cual se construye la física clásica. Pero la teoría de la relatividad parece ponerlo en duda. Entonces de 2 cosas una:

- O la causalidad es objetiva y universal (algo causa un efecto) y entonces la teoría de la relatividad es incompleta, o al menos necesita precauciones (tipo: una cosa es la teoría matemática, según la cual el efecto puede preceder la causa), y otra la teoría física, que solo debe retener de la teoría matemática aquellas conclusiones que no entran en contradicción con la realidad.
- O la causalidad es subjetiva, es una sensación que yo tengo, pero no es una calidad de los objetos reales del mundo real, y entonces puede ser que nosotros tengamos la sensación de que la causa precede el efecto, pero que esta sensación no sea + que esto: una sensación, sin realidad.

Cf Hume.

En realidad el problema es el siguiente: el tiempo ¿está en mí o fuera de mí? ¿es una propiedad de las cosas, o es la manera que yo tengo de percibir las cosas? Cuando digo "A es causa de B", se corresponde con algo real en el mundo real, o es una ilusión debida a la perspectiva desde la cual percibo el mundo?

Por ejemplo: tiro de la mesa un vaso lleno de agua. El vaso se rompe y el agua se derrama sobre el suelo. Tengo la sensación de que es natural, y puedo asignar una relación de causa a efecto entre los 2 sucesos. También puedo describir, aunque sea tremendamente complejo, todo lo que sucede a partir de leyes físicas : con la gravedad explico la trayectoria de caída, la fuerza del impacto; con el conocimiento de las fuerzas internas que mantienen unidos las partículas que componen el vidrio, y de las fuerzas externas que se le aplican a causa del impacto, puedo explicar porque el vidrio se rompe en tantos pedazos y en determinados sitios y en otros no (aunque me parezca fortuito, TODO tiene una causa, el azar solo es una simplificación, como en el caso de las bolas de lotería). Y con la mecánica de fluidos, incluso puedo explicar porque el agua se derrama sobre el suelo dibujando tal figura y no otra: esto tampoco es fortuito.

La física corrobora mis impresiones.

En cambio, imaginemos el mismo hecho a la inversa, ie que remontamos el tiempo. Lo podemos filmar y proyectar la película al revés. ¿Qué ocurre?

1º tengo la sensación de que no es natural. Pero cf Hume, podría ser el efecto de mi costumbre.

2º no hay física que me permita describir por qué los trozos de vidrio se unen espontáneamente hasta conformar un vaso, ni como el agua puede saltar dentro del vaso.

Aquí también la física corrobora mis sensaciones.

La ciencia que permite explicar el porqué de todo esto es **la termodinámica**

La termodinámica es la ciencia que estudia el calor y las máquinas térmicas. Trabaja a partir de una pregunta casi tan peliaguda como la nuestra. “¿qué es el calor?”. Sadi Carnot, a principios del s. XIX, y Ludwig Boltzmann, a finales del mismo siglo, son los principales autores de una ciencia que llega a una serie de conclusiones (solo daré aquí las que nos interesan):

- Lo que llamamos calor es en realidad un intercambio desordenado de energía molecular. El calor es la energía cinética que producen las moléculas cuando se agitan.
- Cada vez que un cuerpo caliente se encuentra en contacto con un cuerpo + frío, ocurre un intercambio de calor, ie de energía, siempre del + caliente al + frío, y siempre hasta llegar al equilibrio.
- (primer principio). La energía de un sistema cerrado es constante (entre el cuerpo caliente y el frío, hay

- intercambio, pero ni creación ni destrucción). Ley de conservación de la energía: ni se pierde, ni se crea, ni se transforma. Einstein la puso en ecuaciones con $E=mc^2$: si rompo un átomo, producirá una energía proporcional a su masa multiplicada por el cuadrado de la velocidad de la luz.
- (segundo principio). Cada transfer de energía implica una degradación de la energía, desde energías con + potencia hasta energías con – potencia (roces, calor). Esta degradación se llama “entropía”.
 - $1 + 2 \Rightarrow$ los fenómenos físicos son irreversibles: el mundo físico tiende a la uniformización. Ej: tiro un terrón de azúcar en mi vaso. En el instante 0, mi vaso contiene algo totalmente heterogéneo: concentración infinita de azúcar en una parte del vaso, y cero en todos los demás lugares. Cuando el azúcar se ha disuelto totalmente, mi vaso contiene algo totalmente homogéneo, con la misma concentración de azúcar en todas las partes. No hay evolución espontánea posible: el terrón de azúcar no se puede reconstruir naturalmente.
Se puede reconstruir artificialmente, aportando energía exterior (neguentropía): evaporo el agua, recupero el azúcar, le vuelvo a dar forma de terrón. La vida es neguentropía (extrae energía exterior para fabricar formas materiales que remontan el curso de la entropía).

No es todo: Claude Shannon, ingeniero americano fallecido hace 10 años, descubrió una cosa fundamental:

Cuando tiro mi terrón de azúcar en el vaso, puedo extraer del vaso una información: “aquí está el azúcar, aquí está el agua”. Cuando el azúcar se haya disuelto, no puedo distinguir la localización del azúcar y la del agua: se ha perdido información.

(Shannon trabaja para Packard-Bell, empresa que quiere mandar información de forma + segura y + económica posible. Elabora una teoría de la información que postula que la información se puede medir, que su unidad + pequeña es el bit, y poniéndolo todo en ecuaciones se da cuenta de que su ecuación para describir la información es exactamente la misma que la que se usa en termodinámica para describir la entropía, pero inversa: cuando crece la entropía de un sistema, decrece la información necesaria para describirla). No es una coincidencia, sino el descubrimiento que permitirá el nacimiento de los ordenadores y de internet: la información es (en el sentido etimológico de la palabra) la *forma* que ha recibido un sistema. Cuanto + compleja la forma de un sistema, mayor el número de bits necesario para describirlo.

Cuanto + homogéneo, menor la cantidad de información necesaria para describirlo).

Hasta aquí todo bien: no puedo rebobinar la película del vaso que se rompe, o del azúcar que se disuelve, porque estoy violando los principios de la termodinámica. El tiempo es irreversible y es un fenómeno natural. Además, mi percepción, ie la información que capto del mundo, corresponde estrechamente a estas leyes. No es una ilusión: hay un determinismo conjunto del universo (crecimiento de la entropía) y de la información que puedo sacar de él (diminución de la cantidad de información necesaria para describirlo).

Determinismo, relación causa-efecto, irreversibilidad: el tiempo existe, es una propiedad física del universo. Tema resuelto.

Solo nos queda saber donde está:

- La relatividad nos dice que es una dimensión del universo, pero que esta dimensión es como una tela flexible que se puede torcer y hasta enrollar. No encontramos el tiempo en la teoría de Einstein. ¿puede que sea una propiedad microscópica de las partículas? La termodinámica nos insta a buscar en esta dirección.
- Pero la física cuántica ¡nos dice lo mismo que la relatividad! No solo no encontramos el tiempo a escala subatómica, sino que nos encontramos con una serie de paradojas extremas. (...) cuya conclusión es: el tiempo es como el calor, una función estadística que emerge en el mundo macroscópico pero no existe en el mundo microscópico [que significa emerger].
- Queda la termodinámica: pero bien considerado, la termodinámica no explica por qué el tiempo pasa. Tan solo dice que el mundo es asimétrico. La flecha del tiempo es una buena representación: no porque el tiempo se mueve, sino porque el tiempo no es simétrico, de la misma manera que la flecha de la brújula no se está desplazando hacia el norte, sino que indica que un campo magnético no es simétrico, que tiene orientación, de la misma manera la flecha del tiempo indica que el universo es asimétrico, sino orientado: no implica un tiempo que pasa, únicamente que "se puede pasar de A a B pero no de B a A".
- ¿Conclusión? Parece que vivimos en un bloque espacio-tiempo donde es nuestra conciencia que nos da la sensación que el tiempo fluye.

Volvemos a nuestra pregunta: el tiempo ¿es algo físico? ¿es un producto de mi conciencia? ¿Aristóteles y Newton, o Platón y Einstein?

Kant

Puntos esenciales de la filosofía de Kant

Estética trascendental: este título = toma de posición clara y atrevida en el gran debate de los siglos XVII y XVIII. Por un lado los “**idealistas**” (cf Platón y las “ideas”: conocer => postular la existencia de ideas que dan razones – proporciones – de las cosas: ilustración: las cuerdas de un instrumento o el movimiento de los planetas). Por otro lado los “**empiristas**” (Bacon s XIII, Newton s XVII, Hume s XVIII): solo conocemos mediante la sensación. Vemos, tocamos, oímos, experimentamos, y sacamos conclusiones “como las abejas sacan miel de recoger el polen de una multitud de flores distintas” (Bacon).

“Estética”: teoría de la sensación, ie de lo que conocemos por nuestros sentidos. Kant parte de la base que no podemos conocer nada por la inteligencia pura, sino que siempre conocemos a través de los sentidos.

“Trascendental”: conocemos a través de los sentidos, pero siempre vamos + allá. De que hemos visto que el sol se ha levantado cada mañana inducimos una ley universal según la cual el sol se tiene que levantar cada mañana. Pero hay que reconocer que no hay nada en la sensación que nos permita inducir esta regla: la cuestión central de la crítica de la razón pura es, entonces. “si razonamos en base a la experiencia, pero si siempre sacamos conclusiones universales que trascienden la experiencia, ¿es posible estudiar qué pasa cuando “despegamos”? ¿se puede estudiar los procesos que ocurren cuando la razón sobrepasa la experiencia y empieza a elaborar teorías universales? ¿podríamos incluso decir qué procesos son legítimos y qué no? (ie: ¿qué saber es legítimo y qué no?)

La estética trascendental establece que hay estructuras *a priori* de nuestro conocimiento, que conforman nuestra sensación: son la “forma a priori del sentido”. Ejemplo de tales formas a priori: el número (si algo existe, necesariamente existe según un número); la sustancia (si algo existe, necesariamente su existencia se relaciona con alguna manera de subsistir); el espacio (si algo existe, necesariamente está localizado, ocupa espacio); y el tiempo (si algo existe, necesariamente existe antes o después o simultáneamente a otra cosa).

le:

Es una estética pero es trascendental: conocemos por nuestras sensaciones, pero estas sensaciones solo pueden producir un conocimiento si están organizadas por una serie de principios que no proceden de la experiencia (son a priori).

Es trascendental pero es una estética: nuestro conocimiento no es divino, no lo sabemos todo inmediatamente, solo podemos conocer si organizamos las sensaciones (o "intuición") en función de principios.

Consecuencia: nada nos dice que otros seres percibirían el mundo de otra manera que nosotros. Solo podemos conocer "fenómenos", no las cosas en si: solo podemos conocer lo que nos aparece a través de la sensación y que organizamos gracias a las categorías que conforman la mente. No sabemos cómo son las cosas "en si", solo sabemos por ejemplo que tal cosa tiene tal color, pero también sabemos que el color no es exactamente (o exclusivamente) una propiedad de las cosas, sino que es nuestra manera de percibir las cosas a través de nuestra capacidad de recibir la reflexión de la luz (cf daltonismo). Y sin embargo la luz no incide en los objetos de cualquier manera, sino que hay algo, que si es propiedad del objeto, que determina que la luz incida en él con tal frecuencia: el color ni es totalmente objetivo, ni es totalmente subjetivo, sino que es algo que se construye a medio camino entre la cosa en si y nuestra capacidad de tratar la información. Este algo a medio camino entre el objeto y el sujeto, Kant lo llama "fenómeno".

= "revolución copernicana" en la teoría del conocimiento: en lugar de pensar que la razón da vueltas al "objeto" intentando conocerlo, Kant piensa que un "objeto" es una construcción a medio camino entre el sujeto y la "cosa en si".

Sobre el tiempo:

Comentario texto:

- 1) El tiempo no existe en sí. Si lo fuera, nos lo podríamos representar como un objeto determinado, como nos podemos representar una manzana en el vacío. No nos podemos representar el tiempo sin representarnos "algo que está cambiando". Fuera idealismo.
- 2) El tiempo no es una propiedad de las cosas, porque sino lo conoceríamos a posteriori, sería algo que induciríamos de nuestras observaciones (ie: "esto dura, esto también dura. Ayer era ayer, hoy es hoy y mañana será mañana, consecuentemente: existe el tiempo que es duración y sucesión de las cosas). No es así, sino que es algo que intuimos y conocemos a priori. Es +: nos podemos

representar el tiempo sin objetos (= como algo subyacente a los objetos), pero no nos podemos representar los objetos sin el tiempo. Fuera empirismo.

- 3) Conclusión: “el tiempo no es nada + que la condición subjetiva bajo la cual tan solo pueden intuiciones tener lugar en nosotros”. = **es una estructura de nuestra mente.** Es “la forma del sentido interno”, de la misma manera que el espacio es “la forma del sentido externo”. ¿significa esto que el tiempo es subjetivo, que no existe objetivamente, que es una ilusión? En absoluto: Kant no dice “el tiempo es subjetivo”, sino “es la condición bajo la cual podemos percibir el mundo”. Hay que profundizar un poco:

Subjetivo NO significa: “personal”, sino “propio de un sujeto” (= de cualquier sujeto, de todos los sujetos). El tiempo es real: no en el sentido que fuera un objeto tangible o visible, sino en el sentido que es una forma universal del espíritu humano. Somos humanos, ie somos criaturas que perciben el mundo a través del tiempo. Puede haber variaciones en esta percepción, e incluso conflictos (“dura poco / dura demasiado”), como puede haber variaciones y conflictos en la percepción de los colores. Pero a pesar de estas variaciones, todos organizamos el caos confuso del mundo “en si” gracias al tiempo: sucesión y duración.

Dicho de otra manera: el tiempo es subjetivo porque pertenece a la mente humana. Pero como pertenece a la mente de TODOS los humanos, es objetivo en el sentido que todos los humanos percibimos “en el tiempo” y lo podemos “compartir”.

Sobre los relojes:

Se trata de medir un ciclo de movimiento perfectamente regular. El péndulo parece que ofrece tal regularidad, pero no. Estudiando las propiedades de las cicloides, descubre que 1º “forzando” un péndulo a describir una cicloide se respeta una regularidad perfecta, y 2º se puede forzar un péndulo poniéndole entre 2 cicloides.

Otro invento comercial: son las compañías comerciales inglesas que necesitan poder medir el tiempo en un barco de forma fiable. Sin medición precisa del tiempo no hay cálculo de longitudes posibles (se determina una longitud comparando la hora local en la que se produce un fenómeno astral con la hora en la que se produce en el meridiano de referencia – el de Greenwich, lo que implica poder llevar consigo la hora de Greenwich). Se dice que

Colón giraba un reloj de arena cada $\frac{1}{2}$ hora, la verdad es que no sabía dónde estaba. En 1714, después de un espectacular naufrago, el parlamento inglés promete 20.000 libras a quien inventará un reloj suficientemente preciso para cruzar el atlántico. El movimiento del mar imposibilita el uso de péndulos, Huygens inventa el reloj con un muelle espiral y un balanceo entre 2 pesos, pero es demasiado impreciso (sensible a las temperaturas) y hace falta esperar 1761 para que el premio inglés sea otorgado a... un inglés, Harrison, que ha conseguido anular los efectos de la temperatura.