

¿POR QUÉ NO DAN “CIENCIAS OCULTAS” EN BACHILLERATO?

LA CIENCIA COMO PROBLEMA FILOSÓFICO

[I] ¿CUÁNDO APARECIÓ LA CIENCIA POR PRIMERA VEZ?

La filosofía nació en la Grecia Antigua, en torno al s. VI a. C., como explicación alternativa al mito: surgió así, por primera vez en la historia, una nueva manera de explicar el mundo que, lejos de apelar a los dioses, se basaba en la razón y la experiencia. Este nuevo modo de explicación era tan parecido a la Ciencia –en comparación con otros–, que suele considerarse que los primeros filósofos fueron también *casi* los primeros científicos y que **la Filosofía es el antecedente de la Ciencia**, o por decir así, la «madre de la Ciencia». ¿Cuándo nació la Ciencia, tal y como hoy la entendemos? **La Ciencia nace en la llamada “revolución científica”**, de los siglos XVI y XVII, cuando **se independiza de la Filosofía, adoptando un objeto y un método propio**, el “método científico”, que tiene como piedra de toque **la experimentación y la medición**. Este proceso de desarrollo de un objeto y un método propios no es algo que se diera en bloque y a la vez para todas las ciencias, sino que cada ciencia particular tuvo que sufrir su propio proceso para ser reconocida como tal, “ciencia”: primero nació la Física (moderna) con Galileo en el s. XVII, después nació la Química (moderna) con Lavoisier en el s. XVIII, después la Biología..., y después la Psicología..., la Sociología..., etc.

[II] ¿QUÉ ES LA CIENCIA? ¿Cuál es su meta y cómo la alcanza?

Según la **visión tradicional**, la Ciencia es una **actividad intelectual de investigación** que **1-** tiene como **objetivo** alcanzar un **conocimiento fiable de la realidad**, que permita **explicar y predecir** lo que ocurre en ella, y **2-** el **medio** que usa para ello es el llamado **“método científico”**. En realidad, la Ciencia no solo explica y predice, sino que también describe y clasifica, especialmente algunas Ciencias como la Zoología. Además, hay algunas Ciencias, como las Matemáticas, que no se ocupan del “mundo”, sino de otras cosas, como los números; y hay quien piensa que algunas Ciencias, concretamente las Ciencias Sociales, no tratan de explicar ni predecir, sino de comprender. Pero como un primer acercamiento, vale.

[III] ¿QUÉ QUIERE LA CIENCIA? La explicación científica

La palabra 'explicar' es **polisémica**, no siempre la usamos en el mismo sentido: **1-** a veces, significa **‘narrar (o contar)’** una historia, como en: “Pedro me explicó lo que le ocurrió durante el viaje”; **2-** a veces, significa **‘aclorar’ o ‘hacer comprender’** algo a alguien, como en: “¿Explícame qué es un neutrino?”; y **3-** a veces, significa **‘dar razón’ de algo**, con la intención de decir *por qué* ha ocurrido o es así, como en: “El hecho de que nuestras mejores jugadoras estuvieran enfermas explica que perdiéramos el partido”. Pues bien, cuando hablamos de “explicación científica” estamos usando ‘explicación’ en el último sentido. Pero, ¿En qué consiste explicar en este sentido?, y ¿Qué hace que una explicación sea científica?

1- ¿QUÉ ES UNA EXPLICACIÓN?

Explicar **consiste** en **dar razones de algo para comprender por qué ha ocurrido u ocurre**; y ya veremos más tarde que, en Ciencias, ese dar razones se hace a través de hipótesis que pueden ser contrastadas. Quien explica intenta responder a la **pregunta “¿Por qué?”**, y por eso, la estructura lingüística típica de las explicaciones es: **«A porque B, C y D»**, donde ‘B’, ‘C’ y ‘D’ son las razones de que ocurra A. **Por ejemplo**: «Las cañerías de casa se rompieron porque (i) hubo un extremado descenso de las temperaturas y (ii) las cañerías estaban llenas de agua, y (iii) siempre que la temperatura sufre un descenso extremo, el agua se congela y (iv) cuando se congela el agua de las cañerías, éstas se rompen». Como puede verse en el ejemplo, las explicaciones tienen **estructura argumental**, o sea, que son argumentos, con premisas y conclusión: están hechas de enunciados que se relacionan entre sí, de manera que unos (las premisas) conducen a otra (la conclusión), haciendo comprender por qué ocurre. En el **ejemplo**:

Pr.1. Si la temperatura sufre un descenso extremo, el agua se congela.

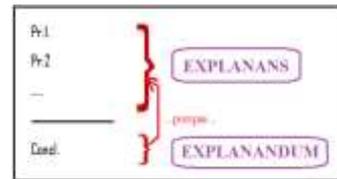
Pr.2. Si las cañerías de una casa están hechas de agua y el agua se congela, entonces las cañerías se rompen.

Pr.3. Hubo un extremado descenso de las temperaturas, y las cañerías de casa estaban llenas de agua.

Concl. Las cañerías de casa se rompieron.

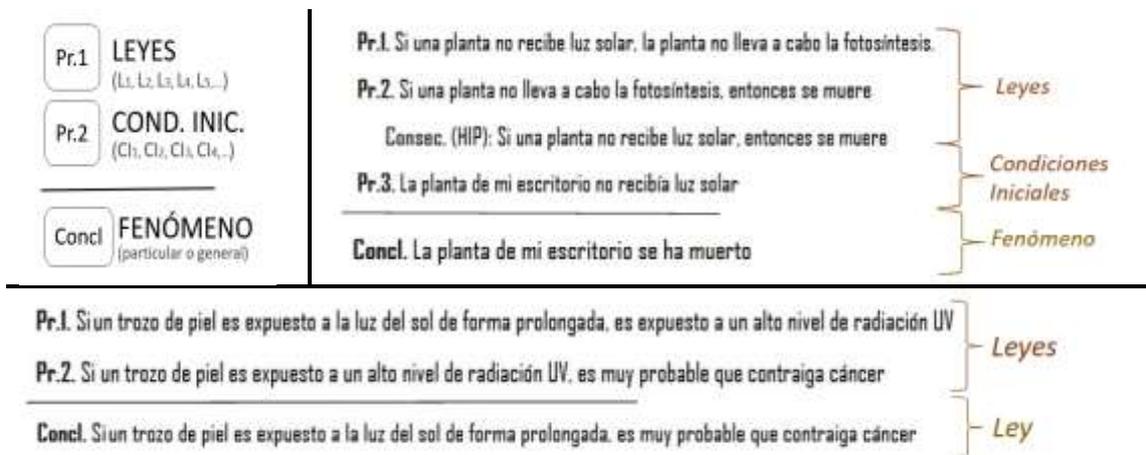
Ocurre algo que no comprendemos: las cañerías se han roto. ¿Por qué? **Explicarlo consiste en construir un argumento** que tenga por conclusión que “las cañerías se han roto”, y sus premisas permitan comprender esa conclusión.

Como se ve, toda explicación consta de **dos partes**. Por un lado, **1-** el **explanandum** es lo que se quiere explicar, la conclusión. Se trata de algo que no comprendemos, en el sentido de que desconocemos por qué ocurre. Por otro lado, **2-** el **explanans** es lo que explica o permite comprender por qué ocurre el explanandum. Son las razones o premisas.



2- ¿CUÁNDO ES CIENTÍFICA UNA EXPLICACIÓN?

Según el filósofo de la ciencia, **Carl Hempel** (siglo XX), todas las explicaciones científicas tienen la **misma estructura**: son **argumentos** en los que las **premisas** contienen (a) al menos un **enunciado general**, que expresa una **ley natural** o estadística, tipo "todos los metales conducen electricidad", "la aceleración de un cuerpo varía en razón inversa a su masa" o "todas las plantas contienen clorofila", y, muchas veces, (b) **enunciados particulares**, que recogen las llamadas "**condiciones iniciales**", o sea, los hechos concretos circunstanciales que ocurren cuando se produce eso que queremos explicar -el explanandum-, como por ejemplo: "esta planta no recibe nunca la luz del sol", "esta pieza es de metal", etc.



Además, según Hempel, para que una explicación sea científica, debe cumplir dos **requisitos**: 1) el explanans debe ser **relevante** para el explanandum, es decir, necesario a efectos explicativos, y 2) todos los enunciados de una explicación deben ser **contrastables**, o sea, que se puede comprobar su verdad mirando al mundo.

CONDICIÓN DE RELEVANCIA:

Imagina que digo: "Juan no se queda embarazado, porque toma pastillas anticonceptivas y ningún varón que toma pastillas anticonceptivas, se queda embarazado".

Esto no es una auténtica explicación, porque, al ser Juan un varón, **es irrelevante que tome o no las pastillas: /a conclusión sería la misma, aunque no las tomara.**

CONDICIÓN DE CONTRASTABILIDAD:

Imagina que digo: "Dios está aquí presente porque hay más de dos personas pensando en Él, y siempre que esto ocurre, Dios está presente".

Esto no es una auténtica explicación, porque no puedo saber, mirando al mundo, si es o no verdad que "Si hay más de dos personas pensando en Él, Dios está presente", ni tampoco si "Dios está aquí presente". **No son contrastables.**

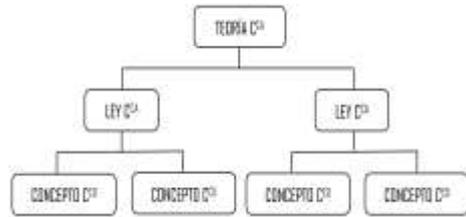
Para realizar explicaciones, la ciencia recurre a **leyes**, que siempre forman parte de alguna **teoría**. ¿Qué es una teoría?

[IV] ¿DE QUÉ ESTÁ HECHA LA CIENCIA? La teoría científica

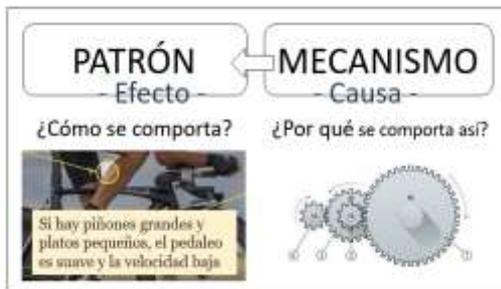
Una **teoría** es una construcción mental que permite "ver" -entender- la realidad. No en vano, el término 'teoría' viene del griego 'theoría', que significaba "mirada" o "visión". Una **teoría científica es un conjunto coherente de leyes, enunciados particulares y conceptos acerca de una parte de la realidad, que, relacionados entre sí, tratan de explicar su funcionamiento**. Son ejemplos: la teoría general de la relatividad, la teoría cinética de gases, la teoría de la evolución o la teoría del Big Bang... ¿Cuáles son los componentes básicos de una teoría científica y cómo se relacionan entre sí? Toda teoría científica **está hecha de** conceptos y leyes relacionados entre sí, formando una **estructura piramidal**:

Cada **teoría** es un conjunto de **leyes** articuladas entre sí; y a su vez, cada **ley** es un conjunto de **conceptos** articulados. A veces también se ha dicho que **una teoría es como una red de pescar**: en este caso, las leyes serían cada uno de sus hilos, y los conceptos, los nudos.

>> Por eso, igual que no se puede dibujar sin líneas ni pintar sin colores, tampoco se pueden construir teorías sin leyes, ni se pueden construir leyes sin conceptos.



¿Pero qué son las leyes? Una **ley científica es un enunciado universal que, al poner en relación unos hechos con otros, expresa una regularidad que -supuestamente- se encuentra en la realidad, del tipo «Todos los A son B» o «Siempre que ocurre A, ocurre B»**. Esa regularidad hace referencia a mecanismos, pero a veces también solo a patrones.



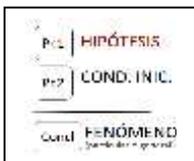
Ejemplos de leyes científicas son: **[A] la 2ª Ley de Kepler**, según la cual «Los planetas giran en órbitas elípticas, con el Sol en uno de los focos, barriendo áreas iguales en tiempos iguales», **[B] la Ley de la gravitación universal, de Newton**, según la cual «sobre un cuerpo cualquiera x de masa m_1 la presencia a una distancia d de otro cuerpo cualquiera y de masa m_2 produce sobre el primero una fuerza atractiva de magnitud $G \times (m_1 \times m_2 / d^2)$, siendo 'G' una constante».

¿Qué son los conceptos? Los **conceptos científicos** son **ideas -o significados (de términos)- que nos permite clasificar, comparar o medir las cosas que conforman la realidad**. Los conceptos científicos constituyen los **ladrillos** sobre los que se levanta el conocimiento científico, sus unidades más básicas e imprescindibles. Ejemplos: *átomo, electrón, protón, neutrón, ... o masa, fuerza, velocidad, aceleración, ...* o también *mamífero, aviparo, ...*

[V] ¿CÓMO ACTÚA LA CIENCIA? El método científico y el sistema de publicaciones

1 - EL MÉTODO CIENTÍFICO

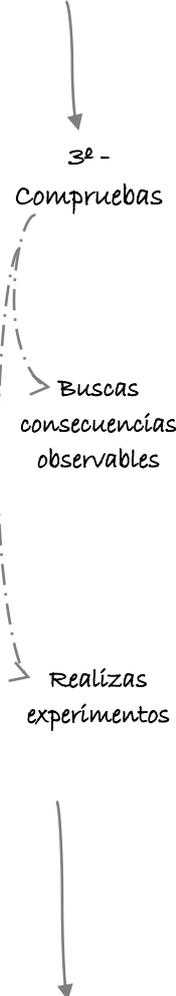
Para explicar el mundo, el científico construye teorías, y para construirlas usa un método. ¿Qué es un método? La palabra 'método' viene del griego 'metá-hodos', que significa "camino", pasos a seguir para alcanzar una meta. Así pues, un **método** es un **procedimiento que establece, de forma planificada -paso a paso-, cómo pensar y/o actuar para lograr un objetivo marcado**, y en este sentido, se opone a espontaneidad, arbitrariedad o azar. Por ejemplo: si quiero viajar de Granada a Asturias, puedo salir de casa "a ver lo que pasa" o puedo planificarlo, marcarme los pasos a seguir: medios de transporte, lugares donde hospedarme, etc. Pues bien, las Ciencias -o buena parte de ellas- siguen un método conocido como **"método científico"**. ¿En qué consiste éste? Hay distintas formas de verlo. La **concepción tradicional**, que es una concepción muy extendida aún, incluso entre los propios científicos -pero criticable-, entiende el método científico como un **"método inductivo"**, que consiste en seguir **4 pasos**: **[1]** Primero se **observa** un fenómeno, que requiere explicación -pues se desconoce su causa- y se **plantea un problema**, una pregunta. Por ejemplo: te das cuenta de que el tenedor se calienta cuando lo coges con la mano y te preguntas "¿Por qué?" **[2]** Después, se elabora una **hipótesis**, que es un **enunciado general que explica el fenómeno que se quiere explicar, aunque su verdad no ha sido aún comprobada**. Es "una" respuesta a la pregunta por qué, aunque no se sabe aún si es "la" respuesta adecuada. Así pues, toda hipótesis aspira a convertirse en la Ley que explique el fenómeno que queremos explicar; y se convierte en ley, si se comprueba su verdad. Ahora bien, **¿Cómo elabora hipótesis un científico?** Primero,



realiza una **observación controlada**, que es una observación que, lejos de ser al tun tun, está dirigida o guiada por cuestiones en torno al fenómeno que se quiere explicar, como, por ejemplo: ¿El tenedor se calienta igual, si es grande que si es pequeño? ¿Y si en lugar de ser de metal, es de madera? ¿Y si lo meto en agua u otro líquido caliente, pasa lo mismo? ¿Y si en lugar de un tenedor, es un cuchillo u otro objeto de otra forma? ¿Cambia de temperatura el cuerpo que se pone junto al tenedor? Y si lo hace, ¿Cuánto cambia su temperatura? ¿Cambia de temperatura lo mismo que el tenedor, o cambia más, o menos? ¿El cambio de temperatura es instantáneo o requiere un tiempo? ¿Cuánto tiempo dura? ¿Es siempre el mismo, independientemente del material y/o del tamaño?... De esta manera, el científico **reúne datos** en torno al fenómeno que quiere explicar, y tras un **análisis** de esos datos, a veces logra **ver con qué está relacionado el fenómeno** a explicar: en este caso, el cambio de temperatura del tenedor -u otro cuerpo- parece estar relacionada con la temperatura inicial relativa de ambos cuerpos, con su tamaño relativo, pero no con su forma, etc. Y en base a esto, se **formula una hipótesis**, verbigracia: «Un cuerpo (como el tenedor) variará de temperatura si se pone en contacto con otro que está a diferente

1ª - Observas y preguntas
↓
2ª - Buscas explicación: la hipótesis

temperatura (como mi mano), hasta que se igualen en temperatura». ¿Será ésta la hipótesis adecuada? [3] El siguiente paso es **contrastar la hipótesis**, o sea, ponerla a prueba, para comprobar si es verdadera –y sirve realmente para explicar el fenómeno– o es falsa –y no sirve–. ¿Cómo hacerlo? Para contrastar una hipótesis, los científicos extraen, de esa hipótesis, predicciones sobre hechos observables, y comprueban si estos hechos se dan o no: 1- si no se dan, esto es considerado una prueba de que la hipótesis es falsa, y ésta es, en consecuencia, rechazada o, como dicen en Ciencias, “refutada”; y 2- si se dan los hechos, esto es considerado una prueba de que la hipótesis es verdadera, y ésta es, en consecuencia, aceptada o, como dicen en Ciencias, “confirmada” (aunque éste último proceso es algo más complejo). Así pues, para poner a prueba una hipótesis, (i) el primer paso es **realizar una predicción**. ¿Y qué es una predicción? Predecir, en sentido científico, consiste en anticipar el futuro, estableciendo *qué ocurriría, si una hipótesis fuera verdadera*. Más exactamente, una **predicción** es un **enunciado condicional** del tipo: “Si la hipótesis X es verdadera y se dan ciertas condiciones iniciales, entonces se da cierto hecho observable”, o: **(H y CI) -> CO**. Por ejemplo: «Si es verdad que “un cuerpo varía de temperatura al ponerse en contacto con otro que está a diferente temperatura, hasta que se igualen en temperatura” y se meten dos trozos de hielo en el congelador a la misma temperatura todo, entonces se observará que ninguno de ellos cambia de temperatura». (ii) El segundo paso –para comprobar una hipótesis– es **diseñar un experimento**, o sea, recrear una situación en condiciones controlables (de laboratorio o naturales), para ver qué pasa. En el ejemplo, meter dos trozos de hielo en el congelador a la misma temperatura todo. A veces, sin embargo, no hay experimento, sino mera **observación**: ver qué ocurre, sin alterar la realidad, simplemente esperando; por ejemplo, medir la temperatura de algo. (iii) El tercer paso es **comprobar** si la predicción se cumple o no, o sea, si lo que establece la predicción que ocurriría se corresponde o no con lo que ocurre realmente. En el ejemplo: «Los trozos de hielo no han cambiado de temperatura, como decía la predicción». (iv) En cuarto lugar, pueden ocurrir dos cosas: (a) *si*/la predicción no se cumple, **se refuta la hipótesis**: se considera demostrado que es falsa –al menos en parte–; y (b) *si*/la predicción sí se cumple, **se considera “confirmada”** la hipótesis y pasa a considerarse “ley”. La contrastación de hipótesis mediante predicciones tiene una **estructura argumental**, en esquema:



REFUTAR:	CONFIRMAR:
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Pr.1 H --> CO</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Pr.2 ¬ CO</div> <hr style="border: 0.5px solid black;"/> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Concl ¬ H</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Pr.1 ¬ H --> ¬ CO</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Pr.2 CO</div> <hr style="border: 0.5px solid black;"/> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Concl H</div>
<p>«Si un cuerpo varía de temperatura al ponerse en contacto con otro que está a diferente temperatura, hasta que se igualen en temperatura, entonces los dos trozos de hielo no cambian de temperatura». Pr.2. «Los dos trozos de hielo si cambian de temperatura». Concl.: «No es verdad que un cuerpo varía de temperatura al ponerse en contacto con otro que está a diferente temperatura, hasta que se igualen en temperatura».</p> <p>* Ejemplo ficticio: “Pr.2” es falsa.</p>	<p>«Si no ocurriera que un cuerpo variara de temperatura al ponerse en contacto con otro que está a diferente temperatura, hasta que se igualen en temperatura, entonces los dos trozos de hielo si cambiarían de temperatura». Pr.2. «Los dos trozos de hielo no cambian de temperatura». Concl.: «Si es verdad que un cuerpo varía de temperatura al ponerse en contacto con otro que está a diferente temperatura, hasta que se igualen en temperatura».</p> <p>* Esto es lo que de hecho ocurre</p>

ESQUEMA ERRÓNEO DE CONFIRMACIÓN

Pr.1 H --> CO

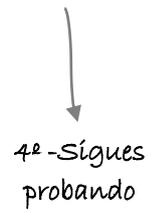
Pr.2 CO

Concl H

FALSA!

* **ACLARACIÓN:** H = Hipótesis, y CO = Consecuencia Observacional. “Pr.1” es la predicción, que **debería incluir las CI, Condiciones Iniciales**, pero las he quitado para que se viera mejor la estructura argumental.

[4] El cuarto y último paso del método científico consiste en **poner a prueba la solidez de la ley** que acaba de descubrirse, con más y más atrevidas predicciones. Esto, si la hipótesis resultó confirmada, pero si fue refutada, entonces el científico trata de **elaborar una hipótesis (total o parcialmente) nueva**, y el proceso vuelve a empezar.



2 – EL SISTEMA DE PUBLICACIONES CIENTÍFICAS

La actividad científica no se acaba cuando el científico, con ayuda del método científico, realiza una investigación y descubre algo –o no-. Al contrario, cuando esto ocurre, el científico publica su trabajo en una **revista científica**. Naturalmente, no todos los trabajos que se envían son aceptados en una revista, sino solo aquellos que superan su **proceso de admisión**, que consiste en: **1** – la revista admite recibir el trabajo, únicamente si éste es enviado de forma anónima, sin que conste el nombre del autor, después **2** – somete el trabajo a una “revisión por pares”, en la que quienes valoran el trabajo son “pares”, es decir, otros científicos-expertos, a ser posible del mismo campo o de un campo muy cercano, pues solo ellos están en condiciones de valorar si el trabajo es o no de calidad, y por último, **3** – tras la revisión, la revista puede hacer tres cosas: aceptarlo sin más, rechazarlo sin más o pedir a los autores que lo mejoren (con más experimentos) y que vuelvan a enviarlo. Cuando un trabajo pasa a formar parte de una revista científica, los demás científicos trabajan con él, usándolo para otras investigaciones o poniéndolo a prueba, repitiendo sus experimentos o diseñando otros con el mismo fin...

[VI] ¿QUÉ TIPOS DE CIENCIAS HAY? Ciencias formales y Fácticas

Hay dos **tipos de ciencias**: (1) las **Ciencias Formales**, como las Matemáticas y la Lógica, que se ocupan de seres ideales, que se caracterizan por ser atemporales y por tanto inmutables, –como los números o las figuras geométricas-, y (2) las **Ciencias Fácticas**, que se ocupan de seres reales, que se caracterizan por ser temporales y por tanto mutables. Las Ciencias Fácticas, a su vez, se dividen en dos grupos: (2.1) las **Ciencias Naturales**, como la Física, la Química, la Geología o la Biología, que se ocupan de fenómenos naturales, y (2.2) las **Ciencias Humanas y Sociales**, como la Psicología, la Sociología, la Politología, la Historia, la Economía o las Filologías, que se ocupan del ser humano y sus producciones. **A cada tipo de ciencia le corresponde un método**: (a) el método de las Ciencias Formales es el **Método Axiomático –deductivo-**; (b) el método de las Ciencias Naturales es el **Método Hipotético-Deductivo**, que es la versión mejorada del **Método Inductivo**. Además, algunos defienden que (c) el método de las Ciencias Humanas y Sociales es –al menos en parte- el **Método Hermenéutico**, pero otros defienden que debe ser el **Método Hipotético-Deductivo**.

Es necesario **advertir** que, aunque las Ciencias Formales y las Fácticas tienen cada una su propio campo de estudio y su propio método, esto no quiere decir que no haya relación entre ellas. Concretamente, **las Ciencias Formales (las Matemáticas y la Lógica) son el lenguaje de las Ciencias Fácticas**, pues, **por ejemplo**, « $2 + 2 = 4$ » se puede aplicar a cualquier ser, ya sean átomos, células, personas, etc.