

TEMA: La Ciencia de la Biología

OBJETIVOS:

-Establecer el concepto de Ciencia y la metodología que le es propia.

-Reconocer algunos de los factores que inciden en el desarrollo de la ciencia.

INTRODUCCION:

EL MÉTODO HIPOTÉTICO DEDUCTIVO:

El ejemplo que vamos a tomar es el estudio hecho por el médico inglés John Snow (1813-1858) sobre la epidemia de cólera acaecida en Londres en el siglo pasado. El texto donde se relata la experiencia es el siguiente:

LA TRANSMISION DEL COLERA

“Las epidemias se atribuyeron, mayoritariamente, hasta finales del siglo XIX al castigo divino; hoy sabemos que sus causas son otras. El estudio realizado por John Snow sobre la epidemia del cólera, a mediados del siglo pasado en Londres, es una de las primeras investigaciones científicas relacionadas con las causas de las epidemias. Uno de los problemas más urgentes de los casos de epidemias, es el modo de evitar el contagio ya para eso es necesario tener una buena explicación de la forma en que éste se produce.

En el siglo XIX, existía la teoría (en el sentido de hipótesis) de los “efluvios”, según la cual, la causa de la transmisión de la enfermedad es la inhalación de los “efluvios” exhalados al aire por los pacientes vivos u originados por los muertos.

Sin embargo había muchos motivos para dudar de la hipótesis de los efluvios. Entre ellos estaba el hecho de que era una enfermedad muy localizada en el intestino, mientras que con esa hipótesis era de esperar más bien una enfermedad que afectase al cuerpo de una forma más generalizada.

Estos motivos influyeron para que Snow buscara otra explicación al contagio. Además, él creía, como muy pocas personas entonces, que las enfermedades como el cólera, eran producidas por lo que hoy llamamos microorganismos. En sus propias palabras: “ la materia mórbida del cólera, al tener la propiedad de reproducir su propia especie debe tener necesariamente, algún tipo de estructura, muy probablemente, una estructura celular”. (John Snow, 1854)

La confirmación de estas ideas tuvo que esperar algunas décadas. Sin embargo Snow, guiado por esta creencia, formuló una hipótesis sobre las causas de la transmisión del cólera que guió su estudio de epidemia en Londres. Conjeturó que el cólera se transmitía por la ingestión de pequeñas pero suficientes cantidades de “materia mórbida”, procedente de los excrementos y los vómitos de los enfermos. Averiguó que existía en Londres una zona importante de la ciudad en la que el agua era suministrada por dos compañías distintas. Cada casa recibía el suministro de una de las dos compañías, pero ocurría frecuentemente, que dos casas contiguas, eran suministradas cada una por una compañía distinta. Lo que hacía interesante este caso era que una de las compañías recogía el agua del río Támesis al que iban a parar los desagües de parte de la ciudad, mientras que la otra lo hacía aguas arriba, en un sitio alejado de los desagües. Dadas estas circunstancias y partiendo de su hipótesis, Snow dedujo que debería haber una notable diferencia en la cantidad de enfermos de cólera entre las casas que recibían el agua de una compañía y las que recibían de la otra.

Había grandes dificultades en averiguar si lo predicho por Snow era cierto. No era fácil saber qué compañía suministraba el agua a cada casa. Pero Snow utilizó ingeniosamente una diferencia en la compañía química del agua (cantidad de cloruros) que suministraba cada compañía para determinar qué casa recibía el agua de una o otra. Esto se realizó agregando nitrato de plata al agua. La que tenía más cloruros formaba una nube blanca de cloruro de plata insoluble.

De esta manera, recogidos los datos pertinentes, se averiguó, que, efectivamente, la proporción de enfermos de cólera entre los usuarios de la compañía que recogía el agua cerca de los desagües era mucho mayor que la existente entre usuarios de la otra compañía. Para comenzar este análisis vamos a identificar los elementos básicos de la **CONTRASTACIÓN, LA HIPÓTESIS Y LA PREDICCIÓN.**

HIPOTESIS

Se mencionan en el texto dos hipótesis sobre las causas del cólera:
el castigo divino

los microorganismos

Se dice que Snow adhería a esta última, pero no se habla de su contrastación. Aparecen luego otras dos hipótesis, esta vez sobre las causas de la transmisión del cólera:

la hipótesis de los “efluvios”, que no aparece contrastada.

La hipótesis cuya contrastación se detalla: “la ingestión de materia mórbida” (hoy diríamos materia contaminada con determinados microorganismos), es la causa de la transmisión del cólera.

Conviene analizar el término hipótesis.

Podemos definir una hipótesis como un enunciado que se propone como base para explicar por qué o cómo se produce un fenómeno o conjunto de fenómenos relacionados.

En la formulación de una hipótesis se encierran dos problemas distintos:

¿Cómo se origina?

¿Cómo se justifica?

Así, al hablar de las hipótesis es importante que nos situemos en una u otra perspectiva, es decir que es importante distinguir entre el contexto de descubrimiento y el contexto de justificación de la hipótesis.

Algunas hipótesis se justifican por vía inductiva, es decir como generalizaciones a partir de la observación de casos particulares. Otras veces el científico opera por analogía y también por vía deductiva.

A las hipótesis científicas se llega en suma, de muchas maneras, pero la única invariante es el requisito de verificabilidad. La inducción, la deducción y la analogía proveen puntos de partida que deben ser elaborados y probados.

En el texto no aparece información suficiente para saber cómo llegó Snow a formular esa hipótesis.

Según el método hipotético deductivo, una vez que se ha formulado una hipótesis los pasos a dar a continuación son: deducir de la hipótesis básica una serie de consecuencias y confrontar tales consecuencias, con la experiencia. A este proceso se lo llama contrastación de la hipótesis y significa someter a prueba su valor.

ELEMENTOS DE UNA CONTRASTACION

Además de la hipótesis, hay otros elementos imprescindibles. Estos son:

1) las predicciones: son posibles hechos que se desprenden lógicamente de la hipótesis, si ésta fuera cierta.

En el caso que nos ocupa, la predicción es: "...la proporción de enfermos de cólera entre los que habitan las casas suministradas por la compañía que recoge el agua cerca del desagüe es notablemente mayor que entre los que habitan las casas suministradas por la otra compañía".

2) las condiciones iniciales: son los hechos que se dan en momentos y lugares y que son pertinentes para derivar la predicción a partir de la hipótesis. Tomaremos como condiciones iniciales, no los hechos sino los enunciados que los describen. Las condiciones iniciales caracterizan las propiedades que tienen los objetos estudiados o las relaciones que hay entre ellos o el estado en que se encuentra un cierto sistema en un determinado momento. Frecuentemente, ese momento coincide con el inicio de la experimentación, pero es necesario que así sea. Lo que sí es imprescindible es que los hechos descritos por las condiciones iniciales sean distintos de los hechos que se especifican en la predicción.

En el ejemplo que seguimos las condiciones iniciales (o circunstancias que se daban en la epidemia) son:

-hay una parte de Londres que recibe suministro de agua de dos compañías distintas.

-ese suministro no se puede discriminar con facilidad.

-una de las compañías (A), recoge el agua cerca del desagüe de cloacas.

-la otra compañía (B), recoge el agua de otra zona del Támesis alejada de los desagües.

3) Los supuestos auxiliares: cuando se va a realizar un experimento, es normal suponer que se dan también una serie de circunstancias en torno a los hechos u objetos investigados, o también sobre el lugar o el momento en que se realiza el experimento, que no impedirán que el suceso predicho se siga de las circunstancias descritas por las condiciones iniciales, en el caso de que la hipótesis sea verdadera. Estas supuestas circunstancias adicionales son los supuestos auxiliares o hipótesis auxiliares. Estos supuestos no siempre aparecen explícitos en la descripción del experimento. El proceso de confrontación de consecuencias con la experiencia permite una disparidad de procedimientos. A veces es posible reproducir y controlar las condiciones en que se han de encontrar los sucesos predichos a través de una situación estrictamente controlada, en la cual un factor varía mientras los otros se mantienen constantes. Otras veces esta experimentación no es posible y entonces se entiende que se efectúa la contrastación empírica mediante la observación de los hechos implicados por la hipótesis. Pero esta observación va guiada por la hipótesis y no es causal ni independiente de ella. Por ello llamaremos experimento o experimentación al proceso controlado de recolección de datos, incluyendo la observación así entendida.

En el texto que analizamos no aparecen explícitamente supuestos auxiliares pero podemos inferirlos. Por ejemplo sabemos que la cantidad de cloruros que tenía el agua de una de las compañías fue usado para identificar la procedencia del agua, pero no tuvo relación con la predicción; es decir, podemos suponer que Snow consideró que la cantidad de cloruros no estaba en relación con el contagio de la enfermedad. También podemos pensar que Snow supuso que la cantidad de "materia mórbida" que tenía el agua de la compañía "A" era suficiente para contagiar la enfermedad. También tuvo que suponer, aunque no aparezca en el texto, que el agua de la compañía "B" no se mezclaba con "materia mórbida". Por último también hubo de suponer que ninguna de las compañías hacía algo para purificar el agua que suministraban.

De esta manera tenemos los siguientes supuestos auxiliares:

-las pequeñas diferencias de composición química del agua de las dos compañías no influye decisivamente en el proceso de contagio.

-la cantidad de "materia mórbida" que lleva el agua de la compañía "A" es suficiente para producir contagio.

-en el proceso de recolección y conducción del agua de las dos compañías no ocurre nada que anule las diferencias en el contenido de "materia mórbida" del agua suministrada por cada una de ellas.

Como sabemos, luego de efectuado el experimento de Snow, el resultado dio como verdadera la predicción. A partir de esto, podríamos suponer que la hipótesis es verdadera, aunque con un carácter provisional, esto es, hasta que pueda ser refutada. Mientras no sea refutada, la hipótesis seguirá en pie.

HIPOTESIS, LEY Y TEORIA

Cuando una hipótesis es suficientemente general e importante y ha salido victoriosa de uno o varios procesos de comprobación, va siendo gradualmente considerada como una ley científica.

A su vez, con el desarrollo de una ciencia, muchas de las leyes científicas se organizan y sistematizan por su generalidad, su subordinación, etc. Se llega entonces a una teoría científica.

En síntesis, la investigación científica comienza con el planteo de problemas y culmina con la construcción de teorías, las cuales a su vez plantean nuevos problemas.

No existen respuestas definitivas y ello simplemente porque no existen preguntas finales.

(Bunge, Mario. La ciencia, su método y su filosofía)

ACTIVIDAD N° 1: Busca información y responde

1.- ¿Quién fue Eratóstenes?

¿Qué actitudes de Eratóstenes le permiten inferir que fue un científico? ¿Cuál fue su hipótesis y su descubrimiento? ¿Dónde, cuándo y cómo realizó la experiencia?

2.- Con sus conocimientos actuales de trigonometría (Recordar: la trigonometría es una rama de la matemática, cuyo significado etimológico es 'la medición de los triángulos') y, los siguientes datos: a) distancia entre Siena y Alejandría= 800 km; b) Angulo de incidencia del sol en pozo de agua de Alejandría= 7 grados, realice los cálculos para estimar la circunferencia de la tierra,

3.-¿Qué actitudes y/o circunstancias pueden actuar negativamente en el desarrollo de la ciencia?

ACTIVIDAD N° 2: A continuación se transcribe un texto publicado en 1667 por el alquimista Jan Baptiste Van Helmont (1577-1644) sobre sus opiniones y experiencias sobre la forma en que aparecían los ratones.

Lea el texto y luego responda a las preguntas que siguen:

"UNA VIEJA RECETA PARA FABRICAR RATONES..."

"...Las criaturas tales como los piojos, garrapatas, pulgas y gusanos son nuestros miserables huéspedes y vecinos, pero nacen de nuestras entrañas y excrementos. Porque si colocamos ropa interior llena de sudor con trigo en un recipiente de boca ancha, al cabo de veintiún días, el olor cambia y el fermento, surgiendo de la ropa interior, y penetrando a través de las cáscaras de trigo, cambia al trigo en ratones.

Pero lo que es más notable aún es que se forman ratones de ambos sexos, y que éstos se pueden cruzar con ratones que hayan nacido de manera normal...Pero lo que es verdaderamente increíble es que los ratones que han surgido del trigo y la ropa íntima sudada no son pequeñitos, ni deformes ni defectuosos, sino que son adultos perfectos!..."

(Ortus Medicinae. 1667)

-Cuando guardamos harina en un recipiente cerrado durante un tiempo, es posible encontrar gorgojos (insectos) en gran cantidad. Este fenómeno ¿guarda alguna similitud con la experiencia de Van Helmont?

-Una de las recomendaciones dadas en textos para obtener paramecios (organismos microscópicos), a fin de observarlos en el microscopio, consiste en tomar una gota de agua de un jarrón que tuvo flores durante varios días. ¿De dónde provienen éstos organismos?

-Teniendo en cuenta las cuidadosas condiciones en que debe realizarse la experimentación científica. ¿Cuáles serían las deficiencias de la experiencia de Van Helmont?. Considere los siguientes aspectos:

.cuestiona ideas predominantes

.propone nuevas alternativas.

.controla variables.

.registra y cuantifica.

ACTIVIDAD N° 3- Realiza La lectura del texto que sigue y resuelve las consignas que siguen

"...Claude Bernard observó que ciertos conejos que habían sido traídos del mercado y dejados sobre una mesa, eliminaban una orina clara y ácida.

Este hecho llamó la atención del científico por la incoherencia que guardaba con los conocimientos existentes hasta el momento. Los herbívoros tienen orina turbia y alcalina. Los carnívoros tienen orina clara y

ácida. Los conejos, por ser herbívoros, debían orinar turbio y alcalino.

Bernard se preguntó entonces: a qué se debe que los conejos orinen claro y ácido?. La explicación posible sería que dichos conejos comen su propia carne y que esta autofagia los convierte en carnívoros. Situación similar se daría en todo animal en ayuno. El ayuno produciría orinas claras y ácidas.

Tomó entonces varios conejos, los sometió a tres situaciones diferentes, y obtuvo resultados diversos: * los conejos alimentados con hierbas orinaban turbio y alcalino. * los conejos alimentados con albóndigas de carne orinaban claro y ácido. * los conejos sometidos a ayuno orinaban claro y ácido.."

a- Subraya en el texto el problema planteado.

b.-Escribe las observaciones hechas por Bernard.

C-Expresa la hipótesis que formuló el científico para tratar de explicar el fenómeno.

d.-Indica a qué tipo de experimentos sometió a los conejos.

e.-A qué conclusión arribó después de la experimentación?

f- Expresa la generalización que se puede aplicar a todos los animales, surgida del experimento de Claude Bernard.

ACTIVIDAD N° 4:

Lea atentamente los dos relatos de experiencias de investigación con animales que se describen a continuación:

A) En 1898, Edward Thorndike publicó su famosa monografía "Inteligencia Animal", en la cual describía un proceso de pensamiento y resolución de problemas. Thorndike colocó un gato en lo que él denominó "caja rompecabezas". Si el gato producía ciertas repuestas como hacer bajar un cabo de una cuerda o empujar una palanca, la puerta se abría, le permitía escapar y obtener un alimento colocado allí cerca. Thorndike supuso (correctamente) que a los gatos, no les gusta estar encerrados en una caja y que aprecian la posibilidad de salir y comer un bocado.

A partir de estas observaciones de gatos en la caja rompecabezas, Thorndike desarrolló una teoría del pensamiento y la resolución de problemas que constituyó la base de lo que denominaremos teorías conductistas del aprendizaje. Una de las más famosas observaciones de Thorndike fue que los gatos resolvían el problema de la caja por ensayo y error, es decir, que respondían de una forma casi al azar sin demasiada evidencia de ningún pensamiento. El gato podía maullar, o apretar un barrote, o arañar un objeto suelto o saltar hasta que accidentalmente, daba con la solución requerida para abrir la puerta. También observó que la próxima vez que el gato era colocado en la caja, aún intentaba por ensayo y error, probando varias respuestas hasta que una daba con la solución, pero a medida que la práctica aumentaba, el animal tenía una tendencia a realizar las respuestas que no funcionaban con menos frecuencia que las que funcionaban. Después de haber sido colocado en la caja varias veces, el animal se dirigía a la cuerda y tiraba inmediatamente. Según Thorndike, el gato estaba aprendiendo por ensayo y error, y por éxito accidental. El proceso de pensamiento, puede, entre otras cosas, ser concebido como un aprendizaje de respuestas.

B) Durante la primera guerra mundial, Wolfgang Kohler, uno de los fundadores de la Psicología de Gestalt, se encontraba varado en la isla de Tenerife en el Océano Atlántico. Como buen científico, Kohler se impuso no malgastar su tiempo, por lo que dispuso de siete años para estudiar la resolución de problemas con los sujetos más dispuestos de la isla: los monos. Posteriormente publicó una monografía basada en sus investigaciones "La mentalidad de los monos" (1925). Allí, tal como informa, expone un problema típico: Suponga que usted es un mono, y que está dentro de una caja, que hay en ella algunos cestos y que hay además, bananas suspendidas del techo y fuera de su alcance.

¿Cómo alcanzaría usted las bananas?

Lo que Kohler quería era que los monos colocaran los cestos uno encima del otro, para formar una escalera y alcanzar los plátanos. Kohler informa que la solución fue precedida de un período de intensa reflexión por parte del mono al que siguió algo similar a un destello de intuición, insight. Los gualtistas creen que este tipo de problemas conllevan soluciones nuevas o creativas, pero sin apropiadas experiencias pasadas (el caso de los monos moviendo cestas), tales problemas no podían ser resueltos. Resolver problemas significa desde esta postura reorganizar los elementos de forma tal que se produzca una comprensión estructural del mismo, y en esto consiste el pensamiento.

Compare ambos textos en base a los siguientes puntos:

1. ¿Cuál es el problema que se plantean ambos investigadores?
 2. ¿Qué hipótesis sostiene cada uno?
 3. ¿Cómo se produce la contrastación de la hipótesis en ambos casos?
 4. ¿A qué conclusiones llegaron?
 5. ¿Cómo explicaría usted esto?
-

ACTIVIDAD N° 5:

Resume en un diagrama los pasos y procesos que incluiría en una investigación científica
