

INTRODUCCION AL METODO CIENTIFICO

Por: Luis Darío Escobar Uribe
Luis Alberto Urán Cardona (1)

INTRODUCCION

El método científico es uno de los temas de mayor difusión en textos, manuales de laboratorio, clases, conferencias, etc.. No obstante lo anterior se hace poco énfasis en su aplicación por varias razones, principalmente a nivel de cursos teóricos en los cuales es muy difícil su seguimiento.

Ahora bien, en cuanto a prácticas de laboratorio éstas constituyen uno de los campos más propicios para la aplicación de este método. Desafortunadamente son pocos los manuales o guías de laboratorio que orientan sus prácticas dentro del marco del método científico limitándose a la narración fría y monótona de conceptos y experimentos teóricos de los cuales se esperan resultados absolutos, previamente establecidos. Como puede verse, lo dicho antes constituye la negación del método científico ya que priva al estudiante de la posibilidad de razonar y lo condiciona a encontrar determinados resultados teniendo como premisa la idea de que si no se obtiene tal o cual "resultado", el "experimento está mal hecho o el experimento no dió".

Por todo lo expuesto creemos conveniente presentar un *laboratorio modelo* del método científico con la esperanza de que su aplicación se haga extensiva a las demás prácticas y, en general, a todas las situaciones en las que este método pueda ser aplicado; criterio sin el cual, como es sabido, no se puede llegar a ser un verdadero investigador.

OBJETIVOS

Con este laboratorio se pretende que el estudiante:

1. Comprenda y aplique la filosofía del método científico a las situaciones teóricas y prácticas sugeridas en este laboratorio.
2. Aplique el método científico en las demás prácticas y/o situaciones en las que éste pueda operar.

(1) Profesores del Departamento de Biología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia S.A.

3. Entienda que el método científico es la herramienta fundamental para el investigador quien no debe ser un simple repetidor mecánico de "recetas" de laboratorio.

MATERIALES Y EQUIPO

1. Para Grupos de Cuatro (4) Estudiantes.

Cuatro (4) cajas de cartón selladas (cajas negras), de tamaño mediano (cajas vacías de cubos de azúcar o de tiza, por ejemplo) marcadas de 1 a 4 y conteniendo distintos objetos.

Nota.

Los objetos deben ser los mismos en la caja número 1 de todos los equipos; los mismos para la número 2 y así sucesivamente.

Dos (2) pedazos de membrana animal (intestino de cerdo) de unos 10 cm de longitud. Cien (100) ml de solución de cloruro de sodio (sal común) al 10o/o.

Cien (100) ml de solución de almidón soluble al 10o/o.

Cinco (5) ml de solución acuosa de nitrato de plata al 1o/o.

Cinco (5) ml de solución yodo-yodurada (lugol) al 1o/o.

Dos (2) goteros medicinales.

Dos (2) beakers de 1000 ml de capacidad u otros recipientes similares (frascos de boca ancha, por ejemplo).

Quinientos (500) ml de agua destilada.

Dos (2) tubos capilares de unos 25 a 30 cm de longitud.

Dos (2) tapones de corcho (o caucho) horadados, ajustables a los tubos mencionados antes.

Dos (2) soportes universal, con pinzas.

Seis (6) tubos de ensayo de tamaño pequeño.

Un (1) tubo de ensayo con solución de rojo neutro.

Una (1) gradilla.

Un (1) par de tijeras.

Una (1) vela.

Una (1) caja de fósforos.

Una (1) probeta graduada con agua a cualquier altura.

Un (1) termómetro graduado (-10 a 110°C).

Un (1) recipiente con agua o temperatura ambiente.

Una (1) regla graduada.

2. Para todo el Grupo.

Láminas, fotografías, cuadros y/o cualquier clase de ilustración que de lugar a diferentes interpretaciones.

INFORMACION GENERAL SOBRE CONCEPTOS FUNDAMENTALES RELACIONADOS CON EL METODO CIENTIFICO

El método científico consta, por así decirlo, de una serie de etapas que guardan entre sí una relación lógica, lo cual conduce, normalmente, a la formulación de conclusiones basadas en consideraciones teóricas y/o prácticas, aspecto de gran importancia en el campo de la investigación científica. Ahora bien, el orden de estas etapas NO es rígido y es así como cada investigador utiliza la secuencia que mejor se acopla a su modo de pensar y a las circunstancias, sin olvidar que un buen número de los descubrimientos científicos que han contribuido al progreso de la humanidad han sido catalogados como verdaderos "golpes de suerte" sin que con ello se quiera significar que no ha habido detrás de estos hechos uno o más investigadores que hicieron posible el éxito de tales sucesos. Para ilustrar lo anterior recordemos el descubrimiento del fenómeno de la radioactividad por los esposos Curie. Efectivamente, ambos habían llegado a la idea de que el uranio y sus compuestos producían radiaciones similares a los rayos X. Para someter su hipótesis a experimentación colocaron trozos de sales de uranio sobre placas fotográficas envueltas en papel negro (opaco a la luz) y el conjunto lo expusieron a la luz solar. Al revelar las placas hallaron marcadas, nítidamente, las figuras del mineral. Con base en lo anterior dedujeron, erróneamente en principio, que el uranio y sus sales producían radiaciones

por acción de la luz del sol. Ahora bien, la parte propiamente accidental de este descubrimiento se presentó al dejar el señor Curie placas fotográficas bien protegidas y sales de uranio en los cajones de su escritorio, *sin ningún fin experimental*. Unos días después cuando las fue a utilizar las encontró reveladas en forma más fuerte que cuando las había expuesto al sol. Estos resultados permitieron a estos científicos deducir, ahora sí con certeza, que el uranio y sus sales producían radiaciones en forma totalmente independiente de la luz solar.

Volviendo al aspecto de la secuencia de etapas del método científico digamos que una de las más comunes es la siguiente: OBSERVACION, FORMULACION DE POSIBLES EXPLICACIONES A LO OBSERVADO (HIPOTESIS), EXPERIMENTACION, ANALISIS DE LOS RESULTADOS (CONFRONTACION DE LOS EXPERIMENTOS CON LAS HIPOTESIS PROPUESTAS, FORMULACION DE NUEVAS HIPOTESIS Y NUEVOS EXPERIMENTOS), ESTRUCTURACION DE CONCLUSIONES (TEORIAS) CON BASE EN LA COMPROBACION REPETIDA Y/O EN LA ACEPTACION MAS GENERAL POSIBLE DE UNA SERIE DE HIPOTESIS QUE CONFORMAN UN TODO ARMONICO. FINALMENTE ESTRUCTURACION DE POSTULADOS O LEYES (BASADOS EN LA SECUENCIA Y COMPLEMENTACION DE UNA O MAS TEORIAS).

PROCEDIMIENTOS

1. IMPORTANCIA DE LA OBSERVACION EN LA APLICACION DEL METODO CIENTIFICO.

1.1. Observación de una ilustración dada.

1.1.1. Observe la ilustración que sus instructores pondrán a su disposición e interprete ésta en forma individual. Anote su interpretación y haga esquemas de lo observado, si es el caso.

1.1.2. Compare su interpretación y su(s) esquema(s) con los de sus compañeros de equipo. ¿Cuáles son sus conclusiones?

1.2. Observación de figuras impresas.

1.2.1. Observe figuras que se ilustran a continuación y analice individualmente lo siguiente:

1.2.2. ¿Parecen iguales los cuadros de las figuras 1a y 1b? ¿Parecen desiguales? En este caso, ¿cuál parece mayor? ¿Parecen iguales las longitudes AB de las figuras 1c y 1d? ¿Parecen desiguales? ¿Cuál parece mayor? ¿Cómo podría comprobar sus interpretaciones (hipótesis)?

1.2.3. Mida individualmente las longitudes de las figuras en discusión y confronte sus predicciones al respecto. Compare sus hipótesis y resultados

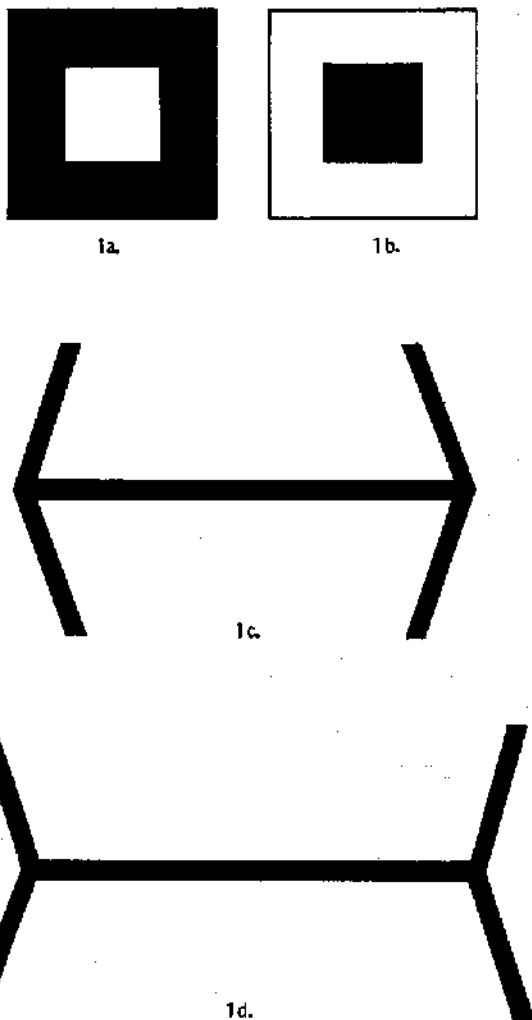


Figura 1.
Parecen iguales los cuadros de las Figuras 1a y 1b? Parecen iguales las longitudes AB de las figuras 1c y 1d?

con los de sus colegas de equipo. ¿Cuáles son sus conclusiones? ¿A qué factores podría atribuirse la variedad de hipótesis y/o resultados? Suponiendo que las hipótesis hubieran sido iguales, ¿qué factor explicaría la diversidad de conclusiones?

1.3. Observación de fenómenos físico-químicos.

1.3.1. Observe una vela apagada, luego encendida por espacio de unos cinco (5) minutos y finalmente de nuevo apagada. Describa en forma individual lo observado en cada caso.

1.3.2. Compare sus observaciones con las de sus compañeros de equipo. ¿Cuáles son sus conclusiones?

2. IMPORTANCIA DE LA APRECIACION DE RESULTADOS (LECTURA DE MEDICIONES, APRECIACIONES DE COLORES, ETC.) EN LA APLICACION DEL METODO CIENTIFICO.

2.1. Ejercicios Varios.

2.1.1. Utilizando una regla graduada mida, individualmente, el ancho de su mesa de trabajo en el laboratorio. Anote el resultado en términos de cm y mm.

2.1.2. Lea individualmente la temperatura que señala el termómetro en su mesa de trabajo. Anote su lectura en términos de grados y fracciones de grado.

2.1.3. Observe, individualmente, el nivel del líquido en la probeta que encuentra en su mesa de trabajo. Anote el volumen en términos de número de ml y fracción de ml.

2.1.4. Observe, individualmente, el color de la sustancia provista por sus instructores y anote su apreciación.

2.1.5. Compare los datos de los ejercicios anteriores con los de sus colegas de equipo. ¿cuáles son sus conclusiones?

3. APLICACION DEL METODO CIENTIFICO

3.1. Modelos teóricos.

3.1.1. El caso de las palomas mensajeras (u otros ejemplos a elección de los instructores).

Es bien conocido que estos organismos son capaces de regresar a sus lugares de origen después de que han sido llevados a sitios distantes. El transporte de las palomas se ha llevado a cabo bajo toda clase de circunstancias, tanto naturales como artificiales, incluyendo su encierro en cajas especiales o utilizando un vendaje en sus ojos para evitar que "reconozcan" el camino o marcas especiales en éste, etc.

Pese a todo lo anterior, y salvo uno que otro caso de extravío, una vez puestas en libertad en el nuevo sitio, emprenden el vuelo de regreso a sus lares venciendo grandes distancias y aún bajo condiciones atmosféricas difíciles. Además, según parece, el vuelo de regreso lo hacen directo, es decir, "sin escalas" y aparentemente a gran velocidad. ¡He aquí, en resumen, un fenómeno biológico fascinante!

3.1.2. (Los cuatro (4) estudiantes de cada equipo). Con base en la información anterior (y/o en la que poseen al respecto) haciendo uso del método científico: 1) Establezcan hipótesis sobre los posibles meca-

nismos de orientación de las palomas mensajeras para encontrar su hogar. 2) Diseñen experimentos para someter a prueba las diferentes hipótesis. 3) Formulen teorías presuntamente válidas para explicar el fenómeno en estudio.

3.1.3. Comparen sus hipótesis, experimentos y teorías con las de otros equipos y analicen de nuevo la situación.

3.2. Modelos Prácticos.

3.2.1. *El modelo de la caja negra.* (Cada estudiante). Utilizando el método científico trate de deducir el contenido (clase de objetos, cantidad de cada uno, variedad de éstos, etc.) en la caja que le correspondió analizar. Anote sus observaciones individualmente. Entérese de las observaciones que sobre el contenido de sus respectivas cajas hicieron sus compañeros de equipo y el por qué de aquellas.

Cada estudiante debe reunirse ahora con los estudiantes de otros equipos que utilizaron una caja similar a la suya (por ejemplo, la número 4). Una vez reunidos analicen las hipótesis sobre el contenido de sus cajas y las razones de estas hipótesis (suposiciones). No eliminen ninguna de las posibilidades ya que ninguna de ellas es, en sí, "buena" o "mala", es simplemente una hipótesis que será confirmada o desechada al abrir la caja.

(Los estudiantes que utilizaron una caja con el mismo número y con la misma clase de objetos). Abran cuidadosamente las cajas sin dañarlas; observen los objetos que contienen y confronten sus predicciones. Regresen a sus equipos originales y entérense de lo sucedido con las demás cajas. Analicen la situación global y formulen sus conclusiones.

3.2.2. *Un modelo biológico: ¿Cómo entran y salen las sustancias en la célula?*

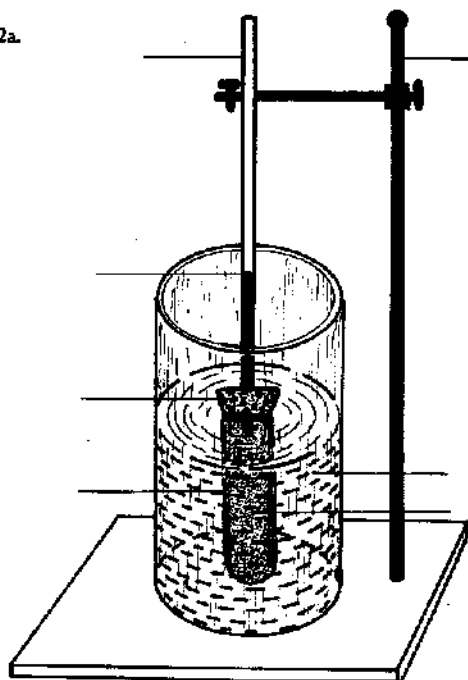
(Los cuatro estudiantes de cada equipo). Sus instructores les entregarán dos (2) montajes como los que ilustran las figuras 2a. y 2b.

Analicen los elementos que componen cada uno de los montajes anteriores y observen lo que pueda ocurrir en cada uno en el transcurso (o al final) de unos 20 a 30 minutos. Anoten sus observaciones y confróntelas con las de otros equipos. Estructuren ahora posibles explicaciones (hipótesis) que pudieran justificar lo observado hasta el momento. Examinen si los resultados, hasta ahora observados, satisfacen las hipótesis propuestas. ¿Cómo comprobarían las hipótesis que aún les quedan sin solucionar? Por ejemplo, ¿cómo demostrarían si las sustancias empleadas en cada montaje se movieron en alguna dirección a través de las membranas?

Nota: Sus instructores les ayudarán a organizar sus hipótesis y a elaborar las experiencias pertinentes. Una vez efectuados los experimentos analicen si éstos satisfacen las hipóte-

sis propuestas y con base en lo anterior formulen conclusiones sobre las causas o efectos del fenómeno observado.

2a.



2b.

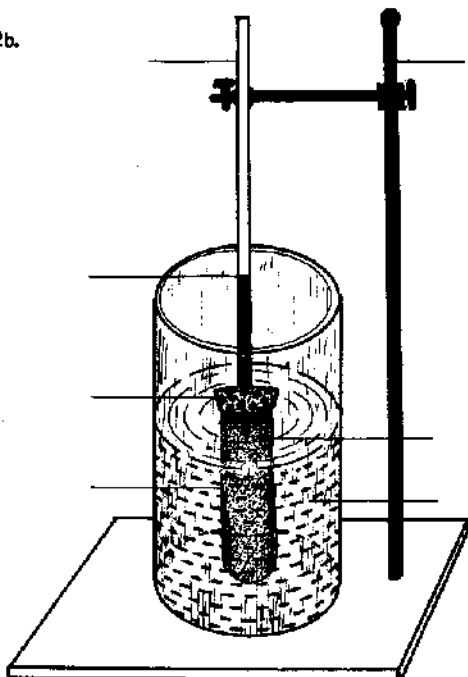


Figura 2. Cómo se demostraría si las sustancias empleadas en cada montaje se movieron en alguna dirección a través de las membranas?

EJERCICIOS

(Resolverlos individualmente o por equipos, fuera del laboratorio).

1. Para todos es muy familiar el comportamiento de los perros cazadores (y aún de los no-cazadores) en lo relacionado con su extraordinaria habilidad para seguir las huellas de otros animales (incluyendo al hombre). Con base en lo anterior, y aplicando el método científico, planear las **OBSERVACIONES—HIPOTESIS —EXPERIMENTOS—CONCLUSIONES —TEORIAS—LEYES** que pudieran explicar satisfactoriamente el fenómeno mencionado.

2. Otro fenómeno que seguramente hemos observado con frecuencia (aunque no nos hayamos detenido a pensar en él) es el siguiente: Una cucaracha muerta, después de cierto tiempo, es invadida por las hormigas. Ahora bien, aplicando el método científico trate de explicar el fenómeno al cual nos referimos.

3. Los instructores pueden presentar a sus alumnos otros ejemplos de fenómenos de ocurrencia común con el objeto de que los analicen según la mecánica del método científico.

BIBLIOGRAFIA

B.S.C.S., Ciencias Biológicas. *De las moléculas al hombre*. Compañía Editorial Continental, S. A. México, 1978. 999p.

Baker, J. W. y Allen G. E. *Biología e Investigación Científica*. Fondo Educativo Interamericano, S. A. 1967. 665 p.

Escobar, L. D. *Laboratorio: Los fenómenos de difusión*. Actualidades Biológicas, Vol. 1, No.2, Oct-Dic. 1972.