



# Introducción a la fisiología como ciencia experimental

## Propósito general

Acordar con el profesor el encuadre para el trabajo en las sesiones del laboratorio de fisiología (planeación, didáctica y evaluación del curso).

Analizar los pasos del método científico para responder preguntas de investigación.

## Propósito específico

Discutir los puntos que normarán la interacción profesor – alumno durante el curso.

Explicar el método de enseñanza- aprendizaje y los criterios de evaluación del laboratorio.

Realizar una evaluación diagnóstica para identificar los conocimientos previos de fisiología.

Discutir la importancia del método científico y cada uno de sus pasos en la experimentación científica.

Comprender la importancia de definir las variables, el muestreo, la formulación de una hipótesis.

Analizar la relación entre el método científico y método clínico.

Aprender a elaborar un reporte de laboratorio.

## 1. Introducción

El estudio científico de la naturaleza nace de la necesidad del hombre de conocer el porqué de los fenómenos que nos rodean. Las ciencias naturales y la fisiología como una de sus ramas, abre las puertas a poder conocer el funcionamiento de los seres vivos, la fisiología humana se centra en el estudio de tu propio cuerpo.

Probablemente el requisito más importante para poder estudiar fisiología o cualquier disciplina científica sea la curiosidad.

Si bien se pueden aprender datos sobre el funcionamiento del cuerpo humano a través de la lectura de textos, la mejor forma de comprender la fisiología es acercándose a ella desde un modo experimental.

El laboratorio es el lugar ideal para lograr este acercamiento, es el lugar donde los científicos pueden probar sus ideas a través del método científico. En la clínica también nos enfrentamos diariamente a interrogantes sobre la naturaleza de diferentes fenómenos fisiológicos y fisiopatológicos, la aplicación del método científico a la resolución de estas interrogantes se denomina “método clínico” y constituye una rica fuente de nuevos conocimientos sobre nuestra naturaleza.



## 2. El método científico

El abordaje que los científicos usan para realizar investigaciones sobre sus temas de interés es el método científico. Este método no es una lista de pasos que se deban seguir estrictamente, sino un abordaje lógico, práctico y confiable a la resolución de diversos problemas, el método se compone de al menos los siguientes partes principales:

- *Observación y pregunta de investigación:* es un paso crucial que involucra la identificación de algún fenómeno de interés, es decir, el aislamiento de un **problema** en el que se desee enfocar la investigación. En la mayoría de las prácticas en el laboratorio de fisiología, los problemas a los que deseamos enfocarnos se han seleccionado previamente.
- *Planteamiento de la hipótesis:* una vez que decidimos nuestro objeto de estudio, tenemos que diseñar una pregunta que deseemos contestar, esta pregunta debe formularse como una hipótesis (una conclusión no probada que intenta explicar un fenómeno). Una buena hipótesis tiene que cubrir ciertos criterios: a) debe ser verificable, (se pueden hacer experimentos para ver si es cierta o no), es importante mencionar que un solo experimento no es suficiente para probar la veracidad de una hipótesis, existen variaciones biológicas o errores de medición que pueden llevarnos a conclusiones erróneas; b) deben ser específicas, se debe acotar la hipótesis para que pueda ser probada con los métodos de los que se dispone, una hipótesis muy general no dice nada (i.e. “cantarles a tus plantas hace que aumenten el número de hojas que poseen” es una mejor hipótesis que “cantarles a tus plantas hace que crezcan mejor”); c) deben ser medibles y susceptibles de ser descritas, no podemos basar nuestras hipótesis en afirmaciones sobre hechos que no hemos probado, i.e. no podemos hacer la hipótesis de que el espíritu radica en el cerebro antes de haber probado que el espíritu existe; d) deben ser simples y claras, (En igualdad de condiciones, la explicación más sencilla suele ser la más probable). Es importante conocer que existen dos conceptos de hipótesis: La hipótesis nula ( $H_0$ ) es una hipótesis que el investigador trata de refutar, rechazar o anular, mientras que la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) es lo que el investigador realmente piensa que es la causa de un fenómeno. La conclusión de un experimento siempre se refiere a la nula, es decir, rechaza o acepta la  $H_0$  en lugar de la  $H_1$ .
- *Recolección de datos:* una vez que se formula una hipótesis se colectan datos que permitirán verificarla (si es verdadera o falsa). Estos datos son observaciones cualitativas o cuantitativas que obtenemos por medio del uso de nuestros sentidos o por medio de distintos instrumentos como cámaras, microscopios, amplificadores, entre otros, que permiten ampliar nuestras capacidades. En términos generales podemos decir que aquellas observaciones cualitativas no suelen estar en un formato numérico y aquellas observaciones cuantitativas si lo están. Una forma para generar datos es diseñar un experimento (un procedimiento que describe la relación causa- efecto entre dos o más factores, es decir, cómo la variación en un factor afecta al otro en determinadas condiciones). Es importante tener en cuenta que se deben seguir algunas reglas generales para diseñar un experimento. La primera regla es que se deben controlar las variables (el control de los posibles factores que afectan el resultado de un experimento debe ser controladas de forma estricta por el



investigador). Las variables independientes pueden ser modificadas por el investigador, y las variables dependientes son aquellas en las que se observa el efecto de la modificación hecha en las variables independientes. Otra regla es que se debe tener un grupo control, sin un control no se puede hacer una comparación de los efectos observados en la variable dependiente cuando se modificó la variable independiente. Otra regla importante es que para poder llegar a resultados conclusivos se requiere una muestra adecuada, es casi imposible controlar todas las variables en un organismo biológico y puede haber variaciones biológicas importantes, es por esto que los estudios para que pueda salir al mercado un fármaco requieren que se pruebe en diferentes especies, en varios experimentos y por último en ensayos clínicos con múltiples voluntarios. Aún más la ciencia siempre se continúa verificando por los resultados de otros grupos de investigación que realicen los experimentos, la repetibilidad y reproducibilidad es una parte crucial del método científico y es una de las bases principales para poder aceptar o desechar las hipótesis propuestas. Durante los experimentos es importante recolectar los datos cuidadosamente, normalmente en una tabla donde se tengan identificadas las variables dependientes e independientes.

- *Análisis de los datos:* dependerá del tipo de datos colectados (cuantitativos o cualitativos), en la mayoría de los casos se procesan los datos crudos para poder obtener un promedio o un porcentaje. Es importante presentar los datos en una forma que sea más accesible al lector, (por ejemplo, en vez de presentar todos los datos obtenidos de un experimento se puede presentar el promedio, el rango y la desviación estándar). Además, en algunos casos se pueden hacer gráficas que ilustren la relación entre las variables con las que se diseñó un experimento, normalmente el eje de las X, se asigna a la variable independiente y el eje de las Y a la variable dependiente, no debe olvidarse poner los rótulos de cada eje y las unidades, además de una leyenda que indique de que se trata la figura.
- *Conclusiones:* En esta sección se ponen en contexto los resultados obtenidos, discutiéndolos con la literatura relacionada y se resaltan los hallazgos del experimento. También se pueden discutir nuevas ideas para investigaciones futuras (perspectivas).

## 2.1 El método científico

En un interesante comentario editorial titulado “los doctores no son científicos”, Richard Smith dice “algunos doctores son científicos, al igual que algunos políticos son científicos, pero la mayoría no lo son”. En dicho comentario critica que la mayoría de los médicos no han recibido una formación para poder tener un abordaje científico en la resolución de problemas y que en su mayoría solo aplica el conocimiento obtenido, realiza reconocimiento de patrones y en el mejor de los casos hace algunas improvisaciones con el conocimiento que posee. Sin embargo, esto no tiene que ser así, un buen médico debe acercarse a cada paciente con curiosidad científica y aplicar el método científico al tratamiento del paciente, a esta adecuación del método científico a la clínica se le llama el método clínico.

La medicina es una ciencia cuyo objeto de estudio es el paciente y sus enfermedades. A través del reconocimiento de un conjunto de signos y síntomas, el médico establece un síndrome para después categorizar al paciente en una



enfermedad específica. Este proceso se llama diagnóstico y para llegar a él, el clínico puede valerse principalmente de cuatro estrategias.

**Estrategia de reconocimiento del patrón:** Es la comprensión inmediata de que la presentación del paciente corresponde a una descripción aprendida previamente (o patrón) de la enfermedad. Este reconocimiento no es reflexivo.

**Estrategia de arborización:** Progreso a través de un gran número de vías potenciales, preestablecidas mediante un método en que la respuesta a cada interrogante diagnóstica determina de manera automática la siguiente pregunta y finalmente lleva al diagnóstico correcto. Este proceso debe incluir todas las causas o conductas relevantes respecto del problema presentado.

**Estrategia exhaustiva:** Investigación concienzuda e invariable (sin prestarle atención inmediata) de todos los hechos médicos respecto del paciente, seguida de la selección de los datos útiles para el diagnóstico.

**Estrategia hipotético-deductiva:** Es la formulación, a partir de los primeros datos acerca del paciente, de una lista breve de diagnósticos o acciones potenciales, seguido de la realización de aquellas conductas clínicas (historia y examen físico) y paraclínicas (estudios de gabinete o laboratorio) que reducirán mejor la longitud de la lista. Esta última estrategia es la que toma los principios del método de la ciencia, por lo tanto, es la que mejor se acerca como herramienta para obtener un conocimiento. El pensamiento científico y, por lo tanto, sistemático, es la base para el desarrollo de la estrategia hipotético-deductiva que utilizan los clínicos. La delimitación de un problema médico, la posterior formulación de una pregunta clara y precisa que pueda ser respondida por varias hipótesis y después, una vez formulado el camino para contrastar éstas hipótesis con la realidad, ayudarse de todas las herramientas que tiene el clínico a la mano para aceptar o rechazar sus hipótesis, será el método que caracterizará a un médico con mente científica y es por eso que para cualquier estudiante de medicina, y profesional de la salud, es de suma importancia conocer y dominar el Método Científico.

A continuación, ejemplificaremos la aplicación del método científico a la solución de un problema de investigación:

1. Observación del Problema: En este caso, no sabemos cuál es la relación entre el humo del tabaco y las alteraciones de ciertos factores fisiológicos. Es importante tener el espíritu científico de querer saber ese aspecto de la Naturaleza.
2. Definición del Problema: Es necesario que definamos muy bien el problema. Nuestro problema se centra en el humo de tabaco y su repercusión sobre variables fisiológicas como la frecuencia cardíaca, la frecuencia respiratoria y la temperatura corporal. Habrá que dividirlo para facilitar el estudio y tratar de minimizar lo más que podemos las confusiones sobre las variables. En este caso, tomaremos sólo una variable, la frecuencia cardíaca y su relación con el humo de tabaco.
3. Formulación de una pregunta: “¿Cuál es la relación entre la frecuencia cardíaca y el humo de tabaco?” De esta forma hemos definido el problema a una relación entre dos variables, y habrá mayor control sobre ellas. Lo que sigue es sugerir una hipótesis, recordando siempre que deberá ser una que pueda ser comprobada con la realidad por medio de un diseño experimental.
4. Enunciar una hipótesis: “Al inhalar humo de tabaco, la frecuencia cardíaca aumenta”. Hay que hacer notar que nuestra hipótesis relaciona dos factores, donde uno de ellos afectará directamente al otro, la variable dependiente y la independiente. Así pues, cuando diseñemos el experimento, modificaremos una variable, la independiente, para medir los cambios sobre la dependiente.



5. Diseñar un experimento: Habrá que definir bien las variables. En este caso, el humo de tabaco se puede interpretar de muchas maneras. Debemos controlar la cantidad, el tiempo de espera, el tipo de filtro que contengan los cigarros, etc. También deberemos establecer el formato de medida en cuanto a la frecuencia cardiaca. Puede ser que midamos el número de pulsaciones de una arteria, que igualmente deberemos definir, o el número de ruidos cardiacos, todo esto por un minuto. “El humo de tabaco lo definiremos como el consumo de un cigarrillo en un tiempo determinado” “La frecuencia cardiaca se medirá de acuerdo con el número de ruidos cardiacos por un minuto” Primero se tomará un control, donde el sujeto experimental estará en reposo total y se le medirá su frecuencia cardiaca. Después se le pedirá que fume un cigarro con filtro. Se medirá la frecuencia cardiaca a intervalos de medio minuto. Se anotarán los datos en una tabla para que su manejo sea más fácil.

#### **Ejecutar el diseño experimental:**

- Contrastar la Hipótesis con la realidad: ¿La hipótesis fue certera? En caso contrario, ¿qué cambios se le pueden hacer? En nuestro experimento, la hipótesis fue correcta, pues la frecuencia cardiaca aumenta con el humo de cigarro.
- Aplicar el nuevo conocimiento: ¿Qué nuevas preguntas surgen a partir de este nuevo conocimiento? ¿Se podrá realizar un mejor diseño experimental? ¿Qué más se puede controlar dentro de las variables? ¿Sería mejor controlar el tiempo de inhalación del humo de cigarro?, ¿Los resultados cambian de acuerdo con el sujeto de experimentación? *Una vez que sabemos lo anterior, surgen nuevas dudas y nuevos problemas de conocimiento.*  
¿Qué otros cambios fisiológicos se relacionan con el humo de tabaco?  
¿Podrían ser objeto de estudio?

### **3. Actividad en clase**

Ahora los invitamos con guía de su profesor a aplicar el método científico para resolver alguna pregunta fisiológica.

Recuerden anotar la definición del problema, la pregunta de investigación, su hipótesis, su diseño experimental, sus resultados y conclusiones.

### **4. Elaboración de un reporte de laboratorio**

Los reportes de laboratorio deben explicar de una forma clara, concisa y precisa:

1. Una introducción que se enfoque a sentar las bases de lo que se desarrolló en la práctica.
2. El propósito de realizar la práctica.
3. La metodología empleada.
4. Los datos obtenidos.
5. Un análisis crítico de los datos obtenidos.
6. Las conclusiones derivadas de dichos datos.



Normalmente se espera un reporte organizado como un artículo de investigación, de aproximadamente seis páginas, sin incluir portada o bibliografía.

Su reporte debe incluir lo siguiente:

- **Carátula:** Escribir el nombre de la práctica realizada, los nombres de los integrantes del equipo, el grupo, la sección de laboratorio y profesor a cargo y la fecha.
- **Introducción:** Incluir información básica y relevante para los experimentos que realizó. (Enfocarse a los temas necesarios para discutir los experimentos realizados, no es adecuado extenderse más allá de lo necesario). Se deben poner referencias confiables (libros de texto o artículos) para cada argumento / concepto que se presente, dicha información debe ser expresada en sus propias palabras y citar la fuente. En la introducción también se debe describir cuáles son los objetivos o el propósito de los experimentos, y las hipótesis o preguntas específicas que se abordan.
- **Metodología:** Esta sección describe lo que usaron e hicieron para realizar el experimento, debe escribirse en tiempo pretérito y describir con detalle (de modo que sea repetible por otra persona), los procedimientos/actividades que realizaron y los experimentos que se llevaron a cabo, no se trata de repetir lo que dice la guía proporcionada por el departamento. Se debe incluir el equipo usado, especificar nombre y marca de los aparatos/sustancias/programas utilizados (es importante para que el experimento pueda ser repetido), también al describir el uso de los equipos o software, se debe ser preciso, pero no ser muy específico, por ejemplo en vez de decir: “abrimos el programa de sierrawave, introducimos los nombres, edad... de los usuarios, le dimos click a aceptar, luego salió un menú que decía XYZ, y le dimos click al estudio de velocidad de conducción nerviosa (NCV), posteriormente le dimos click al botón de ganancia, y ajustamos la ganancia a 10 mv/V...” *se puede decir* “hicimos un estudio de velocidad de conducción nerviosa (NCV), con el equipo SierraWave, usando una ganancia de 10 mV/V”.
- **Resultados:** Aquí es donde presentan los datos que se recopilaron de cada experimento. Al igual que las otras tres secciones en el cuerpo del documento, esta sección debe estar en forma narrativa (es decir, párrafo), en lugar de solo enlistar los resultados. Algunos datos pueden/deben presentarse de forma más adecuada en forma de tabla o gráfico, aunque también puede describir cualquier tendencia general o patrón que se vea en estos datos. Si usa una tabla o gráfico, debe hacer referencia a él en un punto apropiado en el cuerpo de su texto. Por ejemplo: La amplitud en los registros electromiográficos aumentó linealmente con el aumento en la carga (figura 1). Cada figura o tabla debe tener un pie de página que explique lo que se presenta. En los casos en que se pudo registrar un gran número de valores de datos, puede ser útil utilizar medidas estadísticas (promedio, rangos, etc.) en lugar de los valores individuales y aún mejor si puede realizar algunas pruebas básicas de estadística (e.g. prueba de T de Student, Chi cuadrada) para mostrar las diferencias entre sus mediciones control y experimentales.
- **Discusión/conclusiones:** Esta es la sección donde interpreta o explica sus resultados. Al menos parte de su discusión debe relacionarse con las ideas, preguntas o hipótesis presentadas en la Introducción. Por ejemplo, ¿fue capaz de responder las preguntas que planteó? ¿Sus hipótesis fueron



aceptadas o rechazadas? ¿Sus datos estaban de acuerdo con sus predicciones? También puede señalar cualquier problema que pueda haber tenido, o cualquier forma en que los experimentos podrían mejorarse. Si hay otros datos (o "típicos") disponibles, puede comparar sus resultados con estos. Es posible que también le hayan quedado preguntas sin contestar, y es posible que desee proponer otros experimentos que podrían realizarse para seguir examinando el sistema que investigó. Es importante notar que en esta sección se debe hacer una descripción de las conclusiones experimentales que obtienes de tus resultados, (no sobre si te pareció buena práctica o si te divertiste o si aprendiste), posteriormente hacer una comparación con los resultados de otros investigadores (en algunos casos podrías comparar con tus compañeros, algunos artículos o libros de texto), y en caso de haber diferencias con otros resultados o con lo que esperabas debes discutir porque puede ocurrir esto. Recuerda que puede haber muchas variables que afecten un experimento (variaciones biológicas, estado de salud, exactitud de los instrumentos de medición, variables no controladas...) al tratar de explicar porque una hipótesis no se cumplió se puede aprender mucho más que probar que es correcta.

- Referencias: Se debe utilizar consistentemente a lo largo del curso algún formato de referencias: APA, numerado, Autor-fecha. Se sugiere que se usen al menos 10 referencias.

## 5. Referencias

1) El método de las ciencias: nociones elementales. Elí de Gortari. Editorial Grijalbo México 1979 12ª Edición.

2) La ciencia, su método y su filosofía. Bunge, Mario. Editorial Nueva Imagen, México, 1990.

3) Introducción al estudio de la medicina experimental. Claude Bernard. UNAM 1987 México.

4) Doctors are not scientists. Richard Smith, BMJ 2004;328:0-h



CC BY

Esta obra está bajo una  
Licencia Creative Commons  
Atribución 4.0 Internacional