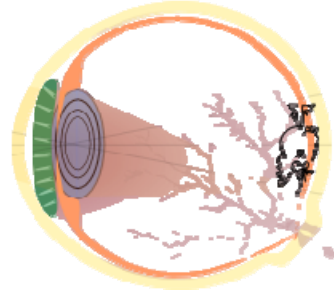


Introducción al Método Científico



Si usted deja caer juntos una moneda y un zapato, estos llegan al suelo al mismo tiempo. ¿Por qué no es el zapato el que llega primero, debido a que la gravedad tira más fuerte de él?

¿Cómo funciona el lente de nuestros ojos, y por qué los músculos de nuestros ojos necesitan deformar sus lentes en diferentes formas para poder enfocar objetos cercanos o lejanos?

Estas son la clase de preguntas que la física intenta responder acerca de la conducta de la luz y la materia, los dos elementos esenciales que componen el universo.

El Método Científico

Hasta recientemente en la historia, ningún progreso fue hecho para responder preguntas como éstas. Peor que eso, las respuestas equivocadas escritas por pensadores como el antiguo físico griego Aristóteles, fueron aceptadas sin cuestionamiento por más de mil años. ¿A que se debe que el conocimiento científico ha progresado más desde el renacimiento que lo que había hecho en todos los milenios precedentes, desde el comienzo de la historia documentada? Sin dudas la revolución industrial es parte de la respuesta. Construir el elemento central, la maquina a vapor, requirió técnicas avanzadas de construcción precisa y medición. (Anteriormente, se consideró un gran avance cuando las industrias inglesas de maquinaria aprendieron a construir pistones y cilindros que calzaban uno dentro de otro con una brecha más pequeña que el ancho de una moneda.) Pero aún antes de la revolución industrial, el ritmo de descubrimientos se había elevado, debido principalmente a la introducción del método científico moderno. Aunque éste ha evolucionado en el tiempo, la mayoría de los científicos estarían de acuerdo en algo así como la siguiente lista de los principios básicos del método científico:



1. La ciencia es un ciclo entre teoría y experimento. Las teorías científicas son creadas para explicar los resultados de experimentos que se hicieran bajo ciertas condiciones. Una teoría exitosa debería también hacer nuevas predicciones acerca de nuevos experimentos bajo nuevas condiciones. Aunque eventualmente, siempre parece suceder que aparece un nuevo experimento, mostrando que bajo ciertas condiciones la teoría no es una buena aproximación o no es válida. La pelota es entonces

devuelta al campo de los teóricos. Si un experimento no está de acuerdo con la teoría actual, se debe cambiar la teoría, no el experimento.

2. Las teorías deberían predecir y explicar. El requerimiento de poder predictivo, significa que una teoría sólo es de valor si predice algo que se pueda corroborar con mediciones experimentales que el teórico no tenía a su disposición. Eso es, una teoría debería ser confirmable. Valor explicativo, significa que muchos fenómenos deberían ser explicados con unos pocos principios básicos. Si usted responde cada pregunta “por qué” con “debido a que esa es la manera de comportarse”, entonces su teoría no tiene valor explicativo. Recolectar muchos datos sin ser capaz de encontrar un principio básico que los guíe no es ciencia.
3. Los experimentos deberían ser reproducibles. Un experimento debería ser tratado como sospechoso si sólo funciona para una persona, o sólo en una parte del mundo. Cualquier persona con los equipos y habilidades necesarias, debería ser capaz de obtener los mismos resultados de el mismo experimento. Esto implica que la ciencia trasciende barreras nacionales o étnicas: usted puede estar seguro que nadie está haciendo ciencia verdadera si proclama que su trabajo es “Ario, no Hebreo”, “Marxista, no Capitalista”, o “Cristiano, no ateaísta”. Un experimento no se puede reproducir si es secreto, de manera que la ciencia es esencialmente una empresa pública.

Como ejemplo del ciclo entre teoría y experimento, un paso vital hacia la química moderna fue la observación experimental de que los elementos químicos no se podían transformar entre ellos, por ejemplo no se podía convertir plomo en oro. Esto llevó a a la teoría de que las reacciones químicas consistían en rearreglos de los elementos en diferentes combinaciones, sin ningún cambio en las identidades de los elementos mismos. La teoría funcionó por cientos de años, y fue confirmada experimentalmente en un gran rango de presiones y temperaturas, y con muchas combinaciones de elementos. Sólo en el siglo veinte aprendimos que un elemento podría transformarse en otro bajo condiciones de presiones y temperaturas extremadamente altas, como las que existen dentro de la explosión de una bomba atómica o dentro de una estrella. Esta observación no invalida completamente la teoría original de la inmutabilidad de los elementos, pero mostró que ésta era sólo una aproximación, válida a temperaturas y presiones ordinarias.

Ejemplo de los pasos esenciales al aplicar el método científico

Observación del fenómeno que nos interesa

Al observar un objeto circular como una moneda, una rueda o una sección de un tubo, nos damos cuenta que debería haber una relación entre el radio del objeto y el perímetro (o circunferencia). Es fácil darse cuenta que al dibujar círculos uno fija la posición del centro y el tamaño del radio, quedando entonces completamente definido el tamaño de su perímetro (incluso antes de dibujarlo).

De la observación detallada del fenómeno, podemos hacer explícitas diferentes etapas en este ciclo entre teoría y experimento, que es la esencia del método científico.

Título: Relación entre el perímetro y el radio de objetos circulares

Resumen: Al observar distintos objetos circulares parece haber una relación entre el radio del círculo y su perímetro, por lo que intentaremos obtener una relación entre estas dos cantidades, en la forma de un modelo matemático, que funcione para distintos objetos circulares.

Hipotesis: El tamaño de un círculo queda definido por su radio.

Modelo propuesto por usted: Si modificamos el tamaño del radio de un objeto circular, su perímetro cambiará de acuerdo a una expresión matemática (función) que sólo depende del radio. Intentaremos encontrar, de forma empírica (experimental), una expresión explícita para el perímetro del círculo como función del radio.

Definición de variables:

radio **r**: distancia entre el centro del círculo y cualquier punto de su circunferencia.

lo mediremos en centímetros (cm), ejemplo: $r = 5,2 \pm 0,1$ cm

perímetro **p**: longitud del borde de un objeto circular.

lo mediremos en centímetros (cm), ejemplo: $p = 30,0 \pm 0,2$ cm

Planificación del experimento: Mediremos los radios y perímetros de diferentes objetos circulares, confeccionando una tabla con los datos obtenidos (no olvidar estimar el error de las mediciones). Con estos datos, confeccionamos un gráfico del perímetro en función del radio, con la finalidad de establecer la existencia de una correlación entre las cantidades medidas. Si existe correlación, intentaremos obtener una expresión matemática que las relacione y que de cuenta de todas nuestras mediciones.

Detalles del procedimiento experimental: Indicar en un documento anexo el protocolo del experimento, de manera que otras personas puedan analizar o repetir este experimento en forma independiente. No olvide explicar la manera de usar los instrumentos de medición.

Conclusiones: Hemos encontrado experimentalmente que existe una relación simple entre el radio de objetos circulares y sus perímetros. La expresión matemática que se ajusta dentro de los errores de medición, a nuestros resultados es la siguiente:

$$p = 6,28 r$$

Pauta para aplicar el método científico

Fecha:

Nombre:

Carrera:

Observación del fenómeno que nos interesa

Al observar un objeto circular como una moneda, una rueda o una sección de un tubo, nos damos cuenta que debería haber una relación entre el radio del objeto y el perímetro (o circunferencia). Es fácil darse cuenta que al dibujar círculos uno fija la posición del centro y el tamaño del radio, quedando entonces completamente definido el tamaño de su perímetro (incluso antes de dibujarlo).

De la observación detallada del fenómeno descrito arriba, redacte su propia explicación del fenómeno completando el siguiente formulario:

Título:

Resumen:

Hipotesis:

Modelo propuesto por usted:

Definición de variables:

Planificación del experimento:

Detalles del procedimiento experimental: Indicar en un documento anexo el protocolo del experimento, de manera que otras personas puedan analizar o repetir este experimento en forma independiente. No olvide explicar la manera de usar los instrumentos de medición.

Conclusiones: