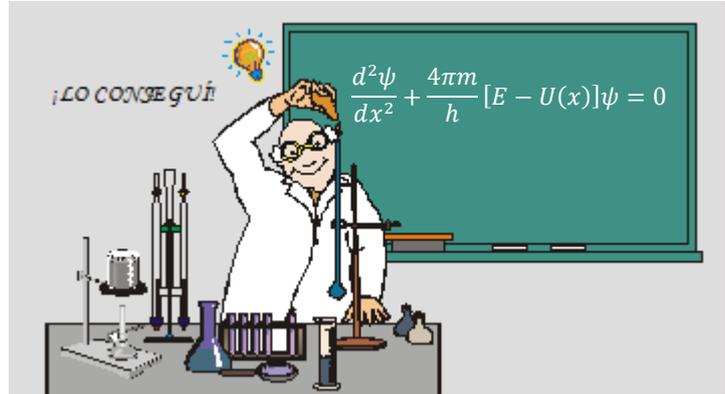


## Boletín de Actividades (I) EL MÉTODO CIENTÍFICO

1. Elabora una lista con todas las ideas simplistas sobre la ciencia, los científicos y el trabajo científico, que en un principio podamos tener. La figura de la derecha puede ayudarte.

2. ¿Qué es una hipótesis científica? ¿Qué es más importante en una hipótesis científica, que sea verosímil o que se pueda contrastar experimentalmente?

3. Señala algunos de los requisitos que debe cumplir un experimento para ser considerado como científico.



4. ¿Qué condiciones se tienen que dar para que una teoría científica sea rechazada?

5. Explica las diferencias existentes entre ley y teoría científica.

6. Rellena la siguiente tabla (añadiendo las filas que sean necesarias), distribuyendo adecuadamente en cada columna los términos y proposiciones que se enumeran a continuación. (Puede que sobren algunos).

Aspectos esenciales de la metodología científica	Ideas simplistas sobre la ciencia, los científicos y su trabajo	Cualidades importantes para hacer investigación científica

Planteamiento de problemas de interés, religiosidad, emisión de hipótesis, la ciencia es cosa de hombres, trabajar en equipo, análisis de resultados, imaginación, creatividad, la ciencia es algo tan difícil que está reservada solo a unos cuantos genios, búsqueda de coherencia y de globalidad, muchos descubrimientos científicos ocurren por casualidad, moralidad, despiste, desorden, elaboración de diseños experimentales, castidad, dogmatismo, seguir al pie de la letra un método, capacidad crítica.

7. Dibuja un cómic inventando una historia sobre una investigación científica (no importa que no sea real) en la que se reflejen la mayor parte posible de las características esenciales de la metodología científica que hemos comentado en el tema y, a su vez, se salga al paso de ideas simplistas sobre la ciencia y/o el trabajo científico.

8. A continuación se describe, de forma cualitativa, una investigación llevada a cabo por el doctor Semmelweis entre 1844 y 1848. Señalad qué hipótesis se emiten, qué diseños experimentales se llevaron a cabo para comprobarlas y cuáles fueron los resultados.

*Como miembro del equipo médico del hospital general de Viena, Semmelweis se sentía angustiado al ver que una gran proporción de mujeres que habían dado a luz en el departamento A de dicho hospital, contraían una seria y, con frecuencia, fatal enfermedad, conocida como "fiebre puerperal" o fiebre después del parto. Así en 1844, hasta 260 de un total de 3.157 madres del departamento A (un 8'2 % ) murieron de esa enfermedad; en 1845 el índice de muertes era del 6'8 % y en 1846 del 11'4%. Estas cifras eran sumamente alarmantes, porque en el departamento de maternidad B, de ese mismo hospital (que se encontraba al lado mismo del A), el porcentaje de muertes por fiebre puerperal había sido mucho más bajo: 2'3%; 2'0% y 2'7% en los mismos años.*

*Una opinión ampliamente aceptada en la época atribuía las olas de fiebre puerperal a "influencias epidémicas" que se describían vagamente como cambios "atmosféricos, cósmicos y telúricos".*

*Sin embargo, para Semmelweis era difícil admitir que fuera posible que dichas influencias se manifestasen preferentemente en el departamento A y menos en el B. Una epidemia de verdad, como por ejemplo el cólera, no sería*



tan selectiva. Por otra parte se daba el hecho de que algunas mujeres que vivían lejos y habían dado a luz en la calle yendo de camino hacia el hospital, a pesar de ser internadas en el departamento A, no solían contraer la enfermedad.

Según otra opinión, la causa de la elevada mortandad por fiebre puerperal era el hacinamiento y la mala alimentación. Semmelweis señala a este respecto que el hacinamiento era mayor en el departamento B que en el A (en parte como consecuencia de los desesperados esfuerzos de las pacientes por evitar que las ingresaran en el tristemente famoso departamento A), lo cual debería hacer que muriesen más en dicho departamento, cuando, sin embargo, el fenómeno era justamente el contrario. Por otra parte, la alimentación era la misma en ambos departamentos.

En el año 1846 una comisión creada para investigar el asunto, atribuyó la elevada frecuencia de la enfermedad en el departamento A, a los reconocimientos poco cuidadosos a que las pacientes eran sometidas por los estudiantes de medicina que realizaban sus prácticas de obstetricia en dicho hospital.

No obstante, a Semmelweis tampoco le convenía demasiado esta explicación ya que los daños y lesiones que se producen de forma natural durante el proceso del parto, son mucho mayores que los que podían causar los estudiantes de medicina menos hábiles. Además estaba el hecho de que en el departamento B, las mujeres eran reconocidas por comadronas que empleaban para ello las mismas técnicas y procedimientos que los estudiantes del departamento A.

Se acudió entonces a explicaciones psicológicas. Una de ellas hacía notar que el departamento A estaba situado de forma que, un sacerdote que iba hacia la enfermería de ese departamento a llevar los últimos sacramentos a las moribundas, tenía que pasar por todas sus salas. Mientras que, para entrar en la enfermería del departamento B, no debía de atravesar ninguna de sus salas, ya que ésta tenía otro acceso más directo. Se sostenía que era precisamente la aparición de la negra figura del sacerdote, precedida por un monaguillo haciendo sonar una campanilla, la que producía un efecto terrorífico y debilitaba a las pacientes de las salas, que se hacían así más propicias a contraer la enfermedad.

Para contrastar esta posibilidad, se facilitó al sacerdote otro acceso a la enfermería del departamento A, que evitaba pasar por delante de las pacientes. A pesar de ello, no se produjo ninguna variación notable en la incidencia de la enfermedad y seguían muriendo más pacientes del departamento A que del B.

Finalmente, en 1847, un médico del mismo hospital, recibió una herida penetrante en un dedo, producida por el escalpelo de un estudiante con el que estaba realizando una autopsia. Dicho médico murió poco después de padecer una agonía durante la cual mostró los mismos síntomas que se habían observado en las mujeres víctimas de fiebre puerperal.

Para Semmelweis no pasó desapercibida esta observación y, aunque en aquella época todavía no se había descubierto el papel de los microorganismos en este tipo de infecciones, pensó que el escalpelo del estudiante había introducido "materia cadavérica" en la corriente sanguínea de su profesor y que ello había sido la causa de su muerte. De igual forma, las mujeres que morían por fiebre puerperal, sufrían un envenenamiento en la sangre del mismo tipo: tanto él mismo como sus colegas y los estudiantes de medicina que hacían las prácticas, habían sido los portadores de la materia infecciosa, porque todos solían llegar a reconocer a las pacientes del departamento A, poco después de haber realizado disecciones en la sala de autopsias y reconocían a las parturientas tras haberse lavado las manos de un modo tan superficial que éstas conservaban a menudo un característico olor a suciedad. En apoyo de este razonamiento, estaba el hecho de que las comadronas que reconocían a las pacientes del departamento B, no realizaban prácticas de disección para su preparación profesional y también que la mortandad fuese menor en los casos de "parto callejero" ya que a las mujeres que llegaban con su niño en brazos, casi nunca se les sometía a reconocimiento después de su ingreso.

Para poner a prueba esta nueva posibilidad Semmelweis pensó en prevenir la fiebre puerperal destruyendo químicamente el material infeccioso adherido a las manos, mediante una disolución de cal clorurada, que se utilizaría para lavarse las manos previamente a cualquier reconocimiento de parturientas.

Se dictó una orden por la que tanto profesores como estudiantes de medicina o comadronas, debían de lavarse concienzudamente las manos con dicha solución antes de reconocer a ninguna enferma y se puso inmediatamente en práctica.

Al poco de ponerse en vigencia dichas normas, la mortalidad puerperal comenzó a decrecer y en el año 1848 descendió hasta el 1'27% en el departamento A y el 1'33% en el B.



1. A menudo, cuando se piensa en una persona que se dedica a la investigación científica, la gente se imagina a un hombre solo, calvo (o con el pelo desordenado), mayor, con gafas, bata blanca y aislado dentro de un laboratorio en el que se encuentra rodeado de extraños aparatos y papeles con fórmulas y cálculos muy complicados que tan solo él y unos pocos como él pueden entender. También se piensa que los científicos suelen ser personas con una inteligencia fuera de lo común, raros, despistados, que pasan la mayor parte de su tiempo investigando en su laboratorio, sin que les interese lo que ocurre fuera (aunque algunos son seres malvados, que buscan dominar a la humanidad con sus descubrimientos). Finalmente, existe también la idea de que muchos descubrimientos científicos se realizan por casualidad, que, de repente, al científico se le “enciende una bombilla” dentro de su cabeza y... ¡eureka! ya tiene la solución; o bien que se le caen al suelo los reactivos que estaba manejando y al mezclarse obtiene el producto milagroso que buscaba.

2. Por hipótesis científica se entiende una conjetura verosímil (es decir, sin contradicciones evidentes) que se pueda contrastar experimentalmente. Este requisito de verosimilitud pone el acento en el hecho de que las hipótesis se elaboran a partir de un determinado cuerpo de conocimientos generalmente aceptado y al que hay que referirse explícitamente para fundamentar la hipótesis. Desde este punto de vista, la verificación o falsación de las hipótesis concretas puede afectar también de alguna forma a dicho cuerpo de conocimientos.

Formular una hipótesis contrastable implica la introducción de conceptos que sean operativos, es decir, que de alguna manera (experimentación, operaciones matemáticas, etc.) podamos obtener su valor (cuantificarlos), tales como: velocidad, masa, carga eléctrica, etc. A dichos conceptos se les denomina magnitudes.

La contrastación directa de una hipótesis no siempre es posible. En esos casos se recurre a la deducción de consecuencias lógicas que sí sean susceptibles de contrastación. Tanto la introducción de conceptos operativos como esta derivación de consecuencias lógicas hacen ver la importancia de las matemáticas y de todo el aparato lógico de la ciencia. En cierto modo, otro de los aspectos específicos del trabajo científico es la utilización del lenguaje riguroso de las matemáticas. Ello no disminuye el aspecto creativo del trabajo científico, bien patente en lo que se refiere a la emisión de hipótesis, cuya fecundidad ninguna “regla” va a poder garantizar; lo que no quiere decir que esta emisión de hipótesis esté regida por el puro azar: la sólida preparación científica, la práctica misma de la investigación, el conocimiento profundo del problema..., favorecen la propuesta de buenas hipótesis.

La contrastación experimental de la hipótesis exige el diseño de montajes adecuados, en los que es preciso detenerse. A este respecto los diseños de aborde múltiple, que permiten la contrastación de una misma hipótesis por caminos distintos, juegan un papel muy importante en dicha contrastación ya que, poder contrastar una misma hipótesis por diferentes vías aumenta la fiabilidad de las conclusiones que se alcancen.

3. El carácter de observación cuantitativa, el control riguroso de las condiciones del experimento y su reproducibilidad son aspectos que caracterizan al experimento científico. Un experimento científico no es más que un acto de observación, pero en condiciones preestablecidas y cuidadosamente controladas, que pueden ser reproducidas posteriormente, sin lo cual sus resultados no podrían ser aceptados por otros investigadores.

En general se trata, además, de una observación cuantitativa traducible a resultados numéricos (datos) que hay que contrastar con los predichos por la hipótesis. Este doble aspecto -condiciones controladas y carácter cuantitativo de la observación- es el que diferencia fundamentalmente el experimento de la observación ordinaria. El control de las condiciones se hace teniendo en cuenta la necesidad de descomponer los fenómenos complejos en partes más fácilmente abordables (análisis). Ello hace que el experimento se realice con frecuencia en condiciones especiales que no se dan en la naturaleza (lo que afectará al campo de validez de los resultados que se obtengan).

En el planteamiento de experimentos hay un indiscutible aspecto creativo, tanto en el diseño de los montajes experimentales adecuados como en la superación de todas las dificultades que aparecen en la práctica. También desempeñan un papel esencial el uso de la tecnología, la capacidad organizativa, etc., convirtiendo así la investigación en un proceso en el que se ponen en juego necesariamente toda una multiplicidad de facetas de la actividad humana en sus aspectos individual y colectivo.

4. Para que una teoría científica sea eliminada hace falta no solo una amplia y rigurosa evidencia experimental reiterada y en contra, sino también que exista una nueva teoría capaz de suplirla con ventaja y además, que ésta sea aceptada por la mayoría de la comunidad científica.

5. A veces, en el lenguaje cotidiano se utiliza teoría o teórico como sinónimo de hipótesis o hipotético (de algo que falta comprobar); sin embargo, en el lenguaje científico una teoría no es una hipótesis sino un gran cuerpo coherente de conocimientos en el que hay conceptos, hipótesis, leyes, relaciones entre distintas magnitudes, modelos, etc. Una teoría científica es un sistema que tiene una gran coherencia interna. Se habla así de la teoría de la relatividad, la teoría electromagnética, la teoría atómica y molecular de la materia, etc. A veces las hipótesis confirmadas pueden ser expresadas mediante relaciones matemáticas más o menos complicadas que funcionan bien para resolver muchos problemas. Se denominan leyes. Por ejemplo, las leyes de conservación de la masa, de la energía y de la cantidad de movimiento.



6.

Aspectos esenciales de la metodología científica	Ideas simplistas sobre la ciencia, los científicos y su trabajo	Cualidades importantes para hacer investigación científica
Planteamiento de problemas de interés. Emisión de hipótesis. Análisis de resultados. Elaboración de diseños experimentales.	La ciencia es cosa de hombres. la ciencia es algo tan difícil que está reservada solo a unos cuantos genios. Muchos descubrimientos científicos ocurren por casualidad. Despiste. Desorden. Seguir al pie de la letra un método.	Trabajar en equipo. Imaginación. Creatividad. Búsqueda de coherencia y de globalidad. Capacidad crítica.

religiosidad , moralidad, castidad, dogmatismo.

7. Un cómic podría ser el que se muestra en la siguiente página.

8.

<i>Hipótesis emitidas</i>	<i>Diseños experimentales</i>	<i>Resultados obtenidos</i>
Influencias epidémicas (cambios atmosféricos, cósmicos y telúricos)	--	Realmente NO es una hipótesis como tal, puesto que no es verosímil. Sin influencia
Hacinamiento y mala alimentación.	Controlar el número de pacientes en cada sala y comprobar que la alimentación sea la misma.	Había más pacientes en la sala B, puesto evitaban entrar en el fatal departamento A. La alimentación era la misma. Sin influencia.
Reconocimientos poco cuidadosos realizados por los estudiantes de medicina en prácticas.	Control del trabajo realizado por los estudiantes en prácticas.	El trabajo de aprendizaje realizado por los estudiantes en la sala A era el adecuado, igual que el realizado por las comadronas en la sala B. Sin influencia.
Presencia de un sacerdote que suministraba los últimos sacramentos a las moribundas en las proximidades de la sala A, que debilitaba psicológicamente a las pacientes y las hacía más propicias a contraer la enfermedad.	Se facilitó al sacerdote otro acceso a la enfermería de la sala A, que evitaba pasar por delante de las pacientes.	Seguían muriendo más pacientes de la sala A que de la B. Sin influencia.
Uso de materiales que estuvieron en contacto con materia cadavérica.	Desinfección de materiales y personal que trata a las pacientes.	Se igualaron los porcentajes de muertes por la enfermedad. La infección después de tratar materia cadavérica es la responsable.



<p>OTRO NAUFRAGIO Y OTRA MAREA NEGRA. EL HABITAT MARINO OTRA VEZ EN PELIGRO.</p> <p>¡HAY QUE HACER ALGO!</p>	<p>REUNION DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>¡VAMOS A PEDIR UN NUEVO PROYECTO. DE ENTRE LAS LINEAS PRIORITARIAS, HEMOS PENSADO DESARROLLAR UN TENSIOACTIVO QUE AYUDE A CONTROLAR LAS MAREAS NEGRAS</p> <p>JUSTO AYER COMENTABAMOS ESTE PROBLEMA</p>	<p>TRAS MESES EN LA HEHEROTECA...</p> <p>ESTOY MUY CONTENTA DE PARTICIPAR ME INTERESA MUCHO LAS Q.S.A.R.</p> <p>TE PRESENTO A JUANA. ES BIOLOGA Y NOS AYUDARA EN LOS ESTUDIOS DE TOXICIDAD</p> <p>HEMOS ENCONTRADO UNA FAMILIA DE TENSIOACTIVOS QUE PODRIAMOS USAR</p>
<p>MUCHAS FRUSTRACIONES DESPUES...</p> <p>TENIA RAZÓN PEDRO. NO ERA UN PROBLEMA DE LA RUTA DE SINTESIS SINO DE LA TEMPERATURA. AL FIN LO TENEMOS. HA LLEGADO EL MOMENTO DE DAR A CONOCER LOS RESULTADOS EN UN CONGRESO</p>	$R \begin{matrix} NH_2 \\   \\ C_6H_4 \\   \\ SO_3^- \end{matrix} R_2 \xrightarrow{H^+} A_1 + G_1$ <p>SU RUTA DE METABOLIZACION NO ES CORRECTA. DEBERA CORREGIR SU ESTUDIO</p> <p>ES MUY ORIGINAL LA SUSTITUCION QUE HACEN Y CREO QUE TIENE GRAN INTERES INDUSTRIAL</p> <p>SIN EMBARGO NO PODRA SER USADA EN MEDIOS MARINOS VNO DE SUS PRODUCTOS DE DEGRADACION SE ACUMULA EN LOS MOLUSCOS</p>	<p>NO PODREMOS USAR EL PRODUCTO EN EL MAR. ME SIENTO HUNDIDO</p> <p>NO DEBES DEPRIMIRTE ES UN PASO ATRAS COMO TANTOS OTROS EN LA HISTORIA DE LA CIENCIA</p> <p>TIENES RAZON DEBEMOS ENSAYAR OTROS SUSTITUYENTES</p>
<p>VUELTA AL PRINCIPIO...</p> <p>ESTA VEZ NO HAY RIESGOS DE BIODACUMULACIÓN Y EL PRODUCTO ES CASI TAN EFICAZ COMO EL PRIMERO. CREO QUE LO TENEMOS</p> <p>JUANA SE HA PUESTO EN CONTACTO CON GRUPOS ECOLOGISTAS. COLABORAREMOS CON ELLOS, ES GRATIFICANTE VER QUE PODEMOS AYUDARLES</p>	<p>MIRA LO QUE DICE EL PERIODICO, EUFRASIA. LIMPIAN EL PETROLEO ENCERRANDOLO CON ESAS BARRAS QUE SIMULAN LA SUSTANCIA DISPERSÁNDOLO EN GÓTITAS</p> <p>EL CORREO EXPRES</p> <p>CIENTIFICOS DE BURJASOT DESCUBREN UN PODEROSO AGENTE ANTICONTAMINANTE INDUCO</p>	<p>¿Y DESPUÉS?. PUBLICARON LOS RESULTADOS EN UNA PRESTIGIOSA REVISTA. LA NUEVA FAMILIA DE MOLECULAS SE INCORPORÓ A LOS TENSIOACTIVOS ANIÓNICOS DE USO INDUSTRIAL, DERIVÁNDOSE NUEVAS VARIETADES.</p> <p>NUEVOS USOS Y NUEVAS PREGUNTAS...</p> <p>¿Y NUESTROS HÉRDOS</p> <p>EN HAWAI, DISFRUTANDO DE UNAS VACACIONES, COMO HUMANOS QUE SON...</p>



## Etapas del Método Científico

