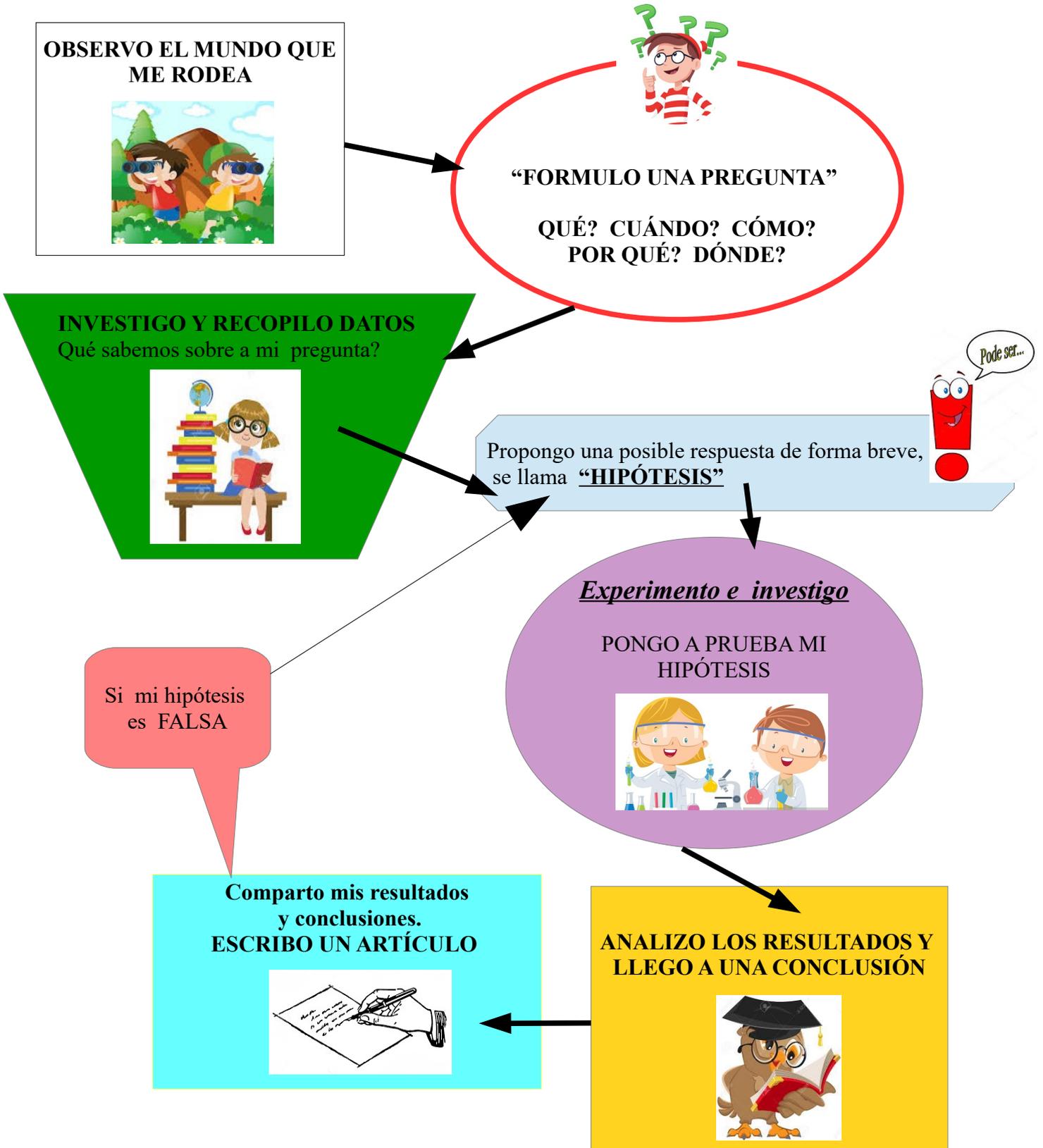


1. EL MÉTODO CIENTÍFICO

La actividad científica consiste en descubrir las leyes que rigen la naturaleza mediante un procedimiento válido y fiable que recibe el nombre de

MÉTODO CIENTÍFICO.

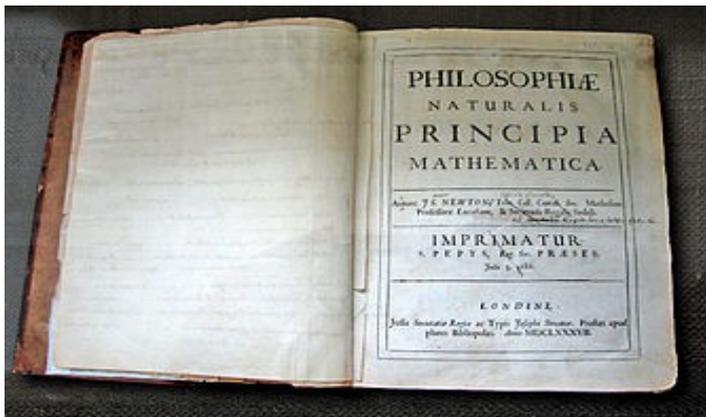
Consta de las siguientes etapas:



COMUNICACIÓN DE RESULTADOS:

Una vez finalizado el proceso, la ciencia logra avanzar gracias a la comunicación de los resultados de los estudios científicos, bien publicando un **ARTÍCULO** o un **LIBRO**. Debe constar de los siguientes apartados:

1. **TÍTULO** : incluye el título del trabajo, el nombre del autor, el lugar donde hizo la investigación y la fecha.
2. **INTRODUCCIÓN**: explica brevemente por qué se realiza esa investigación y qué se pretende demostrar.
3. **METODOLOGÍA**: indica cómo se ha realizado el trabajo, qué experiencias se han llevado a cabo o cuál ha sido el material utilizado. Puede llevar fotografías o esquemas.
4. **RESULTADOS**: indicar los resultados obtenidos. Si son datos numéricos, se expresan recogidos en tablas o gráficas.
5. **DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**: se analizan los resultados para llegar a conclusiones claras.
6. **RESUMEN Y CONCLUSIÓN FINAL**: se resume lo que se pretendía con el trabajo y la conclusión más importante.
7. **BIBLIOGRAFIA**: Se indica una reseña de cada uno de los artículos, libros y otro material publicados anteriormente y que se han consultado durante el desarrollo de la investigación.



MINERÍA

Biominería: más metal, proceso limpio y a menor costo

< POR PALENA ISABEL
AGUIRRE CHAMBA * >

El uso de tecnologías tradicionales para la recuperación de metales como el oro, a partir de minerales sulfurosos, hace que gran parte del metal permanezca sin recuperarse en los residuos sólidos que son abandonados a orillas de los ríos. Pero la biominería y en especial la biooxidación ofrecen la posibilidad de solucionar este problema ambiental y obtener beneficios económicos tanto por los bajos costos del proceso como por el mayor porcentaje de recuperación del metal.

Con el nombre de biominería se conoce esencialmente a la tecnología de explotación de metales utilizando microorganismos, y abarca desde la concentración de las especies minerales de interés y la recuperación de los elementos presentes en ellas (biolixiviación y biooxidación, respectivamente) hasta tareas de remediación ambiental (bioremediación).

La biolixiviación y biooxidación son procesos de solubilización de minerales como sulfuros u óxidos insolubles en soluciones acuosas, utilizando desde luego microorganismos. En el primer caso, es ori-

lindo para minerales de baja ley de cobre especialmente y, en el segundo caso, el término biooxidación se utiliza cuando los minerales contienen oro, plata y molibdeno.

El descubrimiento de la bacteria *Acidithiobacillus ferrooxidans*, en 1947, en un río en España conocido como río Tinto de la región de Huelva, ha dado origen a numerosos trabajos, debido a su capacidad para oxidar compuestos de azufre y hierro, formando sulfatos solubles a partir de los cuales se pueden recuperar varios metales. Entre las investigaciones científicas relacionadas con este microorganismo, se tiene la secuenciación de su genoma, la identificación de los genes responsables de los procesos de oxidación de minerales refractarios, el estudio de los diferentes mecanismos que las bacterias emplean para realizar el proceso, la optimización del mismo y el tratamiento del efluente sulfúrico producido durante la solubilización de los metales.

Hoy en día se utilizan numerosas especies de bacterias del género *Acidithiobacillus* y *Leptospirillum* que normalmente se encuentran asociadas a drenajes de minas. Su utilidad en la minería ha provocado que varios países hayan adoptado esta tecnología, como los casos de Chile, Brasil, Perú, Sudáfrica, Ghana; en este último se da el más grande empleo en el mundo, pues con-

centra cerca de 1.000 toneladas por día de mineral.

En el área de biotecnología microbiana y biominería de la Universidad Técnica Particular de Loja, se han ejecutado algunos proyectos referentes al aislamiento e identificación molecular de microorganismos acidófilos, optimización de parámetros para hacer eficiente el proceso de biooxidación de minerales sulfurosos refractarios procedentes de minas del sur del país como el caso de Portovelo, Zarama, Bolfo Rico, entre otras, y el tratamiento de efluentes mineros relacionados con la clausura que finalmente se eliminan a los ríos afluentes de las zonas mineras como el río Amarillo en la provincia de El Oro, provocando serios problemas de contaminación. En el futuro se busca que este tipo de tecnologías se pueda implementar en los procesos de beneficio de metales pesados, en los diferentes drenajes mineros del país y así contribuir al establecimiento de procesos alternativos, eficientes y sustentables a largo plazo en la recuperación de oro, ya que se recupera un mayor porcentaje del metal a bajo costo, con un menor uso de reactivos químicos, causando menos daño a las riberas de los ríos y, por tanto, a la comunidad y al medioambiente. **■**

* Agencias: docente investigadora del Departamento de Química de la UPLM.

• Biominería: tecnología de explotación de metales que utiliza microorganismos. Abarca desde la concentración de las especies minerales de interés y la recuperación de los elementos presentes en ellas (biolixiviación y biooxidación, respectivamente) hasta tareas de remediación ambiental (bioremediación).

• Varios países han adoptado esta tecnología, como Chile, Brasil, Perú, Sudáfrica y Ghana.