

¿Quién robó las joyas?

Cómo se hace una investigación

Etapa/ curso	2º y 3º de Educación Secundaria Obligatoria
Área/materia	Ciencias de la naturaleza
Destrezas	Diseñar y realizar experimentos
Tiempo de realización	3-4 sesiones
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento acerca de la ciencia: <ul style="list-style-type: none"> - Identificar cuestiones científicas - Plantear y contrastar hipótesis - Observar y medir- Diseñar y realizar experimentos • Participación en una actividad compartida • Las semillas y su germinación
Competencias básicas	<ul style="list-style-type: none"> • Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico • Competencia en comunicación lingüística • Competencia matemática • Competencia para aprender a aprender • Autonomía e iniciativa personal
Perfil del alumnado	<ul style="list-style-type: none"> • Baja competencia acerca de la ciencia y el modo científico de abordar el tratamiento y resolución de problemas. • Dificultad de planificación y desarrollo autónomo de tareas.
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Texto Quién robó las joyas • Anexo 1. Ejemplo de mapa conceptual sobre cómo se hace una investigación • Anexo 2. Ejemplo de plantilla para la realización de una investigación escolar

Texto: ¿QUIÉN ROBÓ LAS JOYAS?

Solemos imaginar a un científico en su laboratorio observando atentamente por el microscopio, pesando con precisión una sustancia o calentando un tubo de ensayo. Pero ¿qué busca?, ¿por qué decide en una ocasión mirar a través del microscopio y en otras pesar o calentar?

Observar, medir o anotar datos en una tabla son actividades habituales en una investigación. La investigación científica guarda similitudes con el trabajo de un detective, en ambos casos deben realizarse las siguientes tareas:

- Enunciar el problema que se va a investigar.

El detective, cuando inicia una investigación, intenta responder a una pregunta o resolver un problema, por ejemplo ¿Quién robó las joyas?

Del mismo modo, para realizar una investigación científica deberá plantearse el problema que se quiere resolver.

Sin problema que resolver no hay investigación que realizar. De manera que si nos proponemos hacer una investigación tendremos que comenzar enunciando con claridad el problema que queremos solucionar. Una buena forma de hacerlo es formularlo como pregunta. Por ejemplo, si pretendemos investigar las condiciones en que germinan las semillas podríamos preguntarnos ¿las semillas necesitan luz para germinar?

- Avanzar alguna hipótesis.

La hipótesis es una respuesta que damos al problema antes de ser investigado. Disponer de una hipótesis ayuda a encontrar la solución, ya que dirige la investigación, la orienta y ayuda a decidir qué debe buscarse y por qué. Así, podemos suponer que las joyas han sido robadas por un ladrón que ha entrado en la joyería aprovechando el fin de semana, pero también podríamos suponer que lo ha hecho el propio dueño para cobrar el seguro. Dependiendo de que la hipótesis elegida sea una u otra la investigación seguirá una orientación diferente.

- Contrastar la hipótesis.

La conjetura, o respuesta previa que se ha ofrecido, puede ser o no correcta. En consecuencia habrá de contrastarse. Para ello se diseñará con el mayor rigor lo que haremos.

- Obtener conclusiones.

Deberá reflexionarse acerca de los resultados obtenidos. Si nuestra primera hipótesis ha resultado errónea (por ejemplo, hemos comprobado que no ha entrado ningún ladrón), diremos que se ha refutado y deberemos contrastar la segunda hipótesis. El proceso se repetirá hasta que una hipótesis quede validada.



Modificado de: Del Carmen, L. y Pedrinaci, E. (1998): Biología y geología. 3º ESO. Ed. SM, p. 20.

Cuestionario

- 1) Supón que eres el detective, ¿Qué harías para comprobar si la primera hipótesis es correcta? ¿Qué harías para contrastar la segunda hipótesis? ¿Son iguales las observaciones o datos que buscarías en ambos casos?
- 2) Imagina que también la segunda hipótesis ha quedado refutada. Formula una tercera hipótesis.
- 3) ¿Cuál dirías que es el papel que desempeña la hipótesis en una investigación?, ¿podríamos hacer una investigación sin formular una hipótesis?, ¿y sin disponer de un problema?
- 4) Haz un esquema o mapa conceptual que resuma el proceso que debe seguirse en una investigación.

Desarrollo de la actividad

La actividad se desarrolla de acuerdo con los pasos siguientes

1. Exploración de los conocimientos previos de los estudiantes

- Pregunta a los alumnos acerca de en qué consiste el trabajo de un científico, cómo se lo imaginan, incluso pueden hacer algún dibujo representando a un científico en acción. Conviene llamarles la atención sobre el hecho de que buena parte de su tiempo lo dedican los científicos a leer trabajos e investigaciones realizadas por otros colegas.
- Pide que expresen sus ideas acerca de qué es una investigación científica, del modo en que se realiza o de la forma en que los científicos deciden qué van a hacer.

2. Lectura e interpretación del texto

- Presenta el texto y explica su finalidad: formarse una idea de cómo se realiza una investigación científica utilizando para ello la analogía con el trabajo de un detective.
- Pide que lean y resuelvan el cuestionario. La realización del esquema o mapa conceptual (cuestión 4) es una buena forma de resumir el texto y extraer lo esencial. La respuesta que den te ayudará a valorar si lo han entendido.
- Sobre el esquema elaborado por uno de los estudiantes pregunta si el orden de las tareas indicadas (enunciar el problema, formular la hipótesis, contrastarla, obtener conclusiones) puede cambiarse. También puedes utilizar el ejemplo de mapa conceptual que se ofrece en el anexo 1.
- Cerciórate de que entienden la diferencia entre refutar y validar una hipótesis y vigila que utilicen estos términos con propiedad.

- Puedes ayudarles a inferir conocimientos, como el papel que tiene “la observación” en una investigación. En este esquema no aparece la observación. Pregunta en dónde la ubicarían. Señala que se trata de una tarea imprescindible para contrastar la hipótesis pero que está presente en todos los pasos de la investigación, desde la formulación del problema hasta la obtención de conclusiones.

3. Aplicación de la información obtenida de la lectura e interpretación del texto: realizamos una investigación escolar

- Los estudiantes de estas edades saben que para que una semilla germine es necesario proporcionarle humedad, por ejemplo poniéndola en suelo húmedo o entre algodones a los que le echamos agua. Sin embargo, no suelen tener claro si la luz es necesaria para la germinación, menos aun si la favorece o dificulta. Es frecuente que identifiquen las condiciones ideales para la germinación con las condiciones ideales para que viva y se desarrolle bien una planta. Planteales la cuestión:

¿Las semillas de lenteja necesitan luz para germinar?

- Tras el debate, en el que es probable que haya discrepancias, puedes preguntar ¿qué podríamos hacer para salir de dudas? Quizá sea una buena ocasión para aclarar que aunque para dilucidar diferencias de criterio sobre cuestiones sociales es frecuente hacer una votación, los científicos no suelen resolver de este modo sus dudas sino que lo hacen mediante investigaciones.
- Hagamos, pues, una investigación parecida a la que haría un científico. Para este trabajo conviene organizar la clase en grupos de 4 o 5 estudiantes cada uno. La primera tarea será diseñar la investigación, para lo cual tendrán que:
 - Enunciar el problema. Aclárales que cuanto mejor tengan definido el problema más provechosa será la investigación. Por ejemplo, podemos redefinir el problema así: “Influye la luz en la germinación de las semillas de lenteja”. De este modo, no sólo comprobaremos si germinan o no en presencia de luz sino también si la luz favorece o dificulta la germinación.
 - Formular la hipótesis. Planteado el problema en los términos en que acaba de hacerse, caben dos hipótesis una afirmativa y otra negativa. A los efectos de la investigación no hay diferencia entre ambas hipótesis ya que exigirán el mismo tipo de contrastación.
 - Diseñar el proceso de contrastación que van a seguir. Conviene aclararles que deben escribir un protocolo detallado sobre lo que van a hacer. Suele ser útil indicarles que deben elaborar algo parecido a una “receta de cocina”. Un diseño experimental bien hecho, como una buena receta de cocina, sería aquel que podría ejecutarlo perfectamente alguien que no ha participado en su elaboración.
 - Para ayudarles a pensar mejor el diseño puedes plantearles algunas preguntas como:

- ¿Cuántos recipientes para las semillas necesitaremos? (basta con 2, uno para la luz y otro para la oscuridad).
- ¿Basta con que pongamos una semilla en cada recipiente? (no, ya que no podríamos generalizar en ese caso; deberían ser no menos de 5).
- ¿Tenemos que medir con precisión el agua que echamos en cada recipiente? (sí, y deberá ser exactamente la misma en ambos casos).
- Puedes ofrecerles la plantilla para la realización de una investigación escolar que figura en el Anexo 2, eso les ayudará a sistematizar el diseño y darle sentido.
- Pide a cada grupo que lea en voz alta su diseño. Los demás grupos deberán criticarlo y proponer mejoras.
- Ya pueden ejecutar el diseño realizado. Habrá que insistirles en la necesidad de que sean rigurosos.
- Cada día deberán observar y anotar todos los cambios que aprecian y medir los brotes. Vigilarán que la humedad se mantiene y repondrán agua si es necesario. Para hacer este seguimiento bastará con utilizar los 10 o 15 primeros minutos de cada clase.
- Cuando la mayoría de las semillas hayan germinado estaremos en condiciones de obtener una conclusión. Conviene aclararles que en una investigación no siempre se alcanzan conclusiones firmes, y tan malo es no concluir algo sobre lo que tenemos datos concluyentes como ir más allá de lo que nos permiten estos datos. Así, es probable que quede claro que las semillas germinan tanto en presencia como en ausencia de luz pero que no podemos determinar si lo hacen mejor con luz o en la oscuridad. Si es así, de este modo debe plasmarse en las conclusiones.

Otras consideraciones didácticas

Lo que se plantea a los estudiantes en esta actividad no es, exactamente, una investigación científica sino una investigación escolar o, como algunos autores prefieren denominar, una indagación. Se trata, en definitiva, de una aproximación escolar al modo en que trabajan los científicos pero no es, ni puede ser, una investigación científica.

Como se ha indicado, si bien el trabajo sobre el texto puede hacerse individualmente, el diseño y realización de la investigación sobre las semillas conviene hacerlo en pequeño grupo. Dependiendo de la experiencia previa de los estudiantes en el trabajo en pequeño grupo la dinámica puede desarrollarse con más o menos fluidez. En cualquier caso, es importante que te pases por los grupos, compruebes cómo van y, si es necesario, les ayudes a desatascarse.

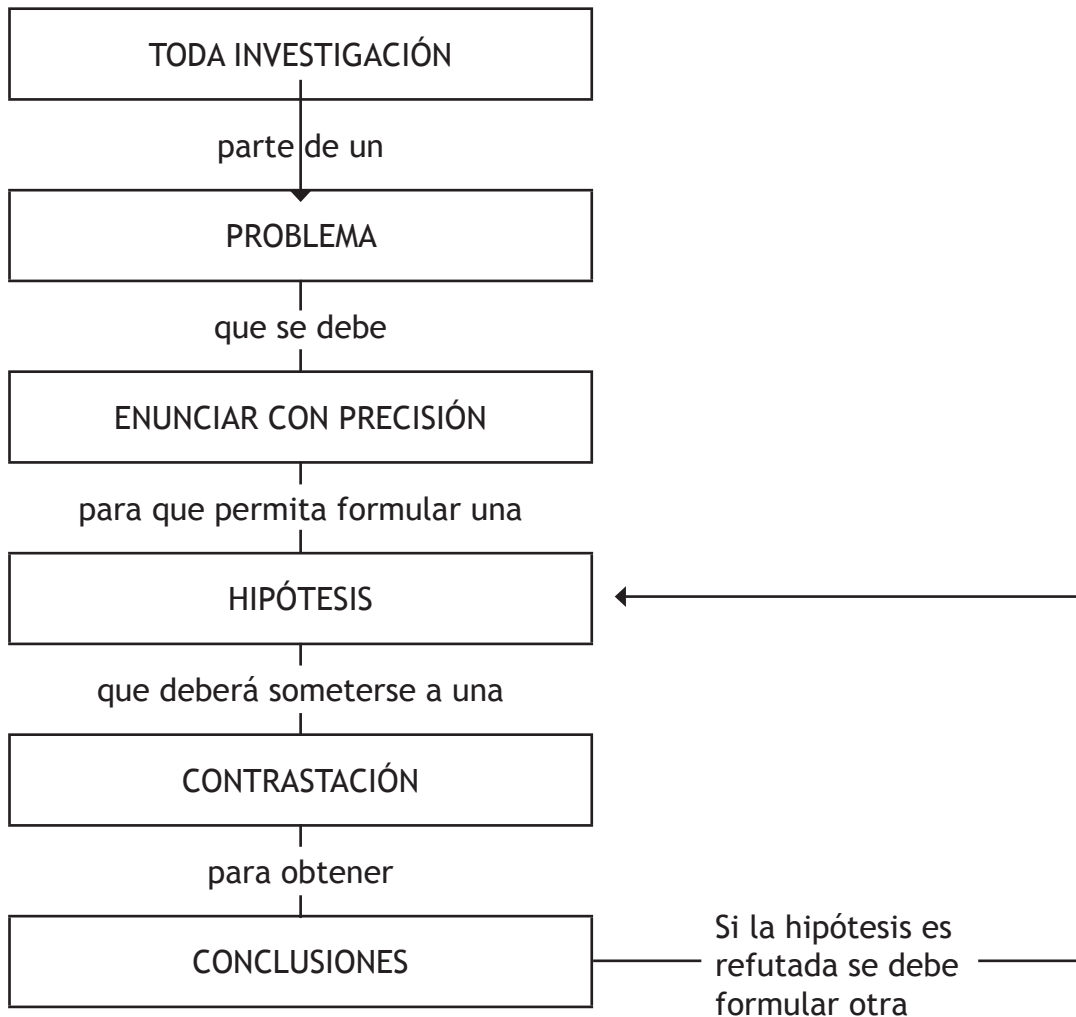
Para graduar la dificultad, nada se les ha dicho acerca de qué es una variable ni de los tipos de variables que existen (esta cuestión se trata específicamente en

la actividad “¿Permeable o impermeable? Aprender a controlar las variables”) Aun así, conviene que reflexionen sobre la necesidad de cuidar que los dos recipientes con semillas sean exactamente iguales en todo, salvo en la iluminación, y estén en las mismas condiciones de humedad y temperatura (deben cuidar que al recipiente situado en la luz no le dé el sol porque en ese caso su temperatura será mayor que la del que se encuentra en la oscuridad). Si no fuese así, no podríamos concluir si las diferencias de germinación se deben a la luz, a la temperatura, etc.

Aunque los estudiantes querrán empezar cuanto antes a ejecutar la experiencia, es conveniente dedicar tiempo a que afinen los diseños.

Como la experiencia se ha hecho sólo con lentejas (igual podría haberse utilizado garbanzos, judías o cebada) las conclusiones deberán limitarse a ellas. Puedes preguntarles, ¿tras esta experiencia, podemos asegurar que todas las semillas germinan tanto en presencia como en ausencia de luz?, ¿qué cambios deberíamos introducir en esta experiencia para que nuestras conclusiones pudieran generalizarse más?

Anexo 1. Ejemplo de mapa conceptual sobre cómo se hace una investigación



Anexo 2. Plantilla para la realización de una investigación escolar

1. *El problema que vamos a investigar es:*

2. *Nuestra hipótesis de partida es:*

3. *Para contrastar esta hipótesis seguiremos este procedimiento:*

Y necesitaremos el siguiente material:

4. *Lo que nos permitirá refutar / validar la hipótesis y obtener las conclusiones:*