

¿Permeable o impermeable?

Aprender a controlar variables

Etapa/ curso	2º y 3º de Educación Secundaria Obligatoria
Área/materia	Ciencias de la naturaleza
Destrezas	Diseñar y realizar experimentos
Tiempo de realización	2-3 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 • El suelo: permeabilidad y erosión
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"> • Nivel medio en la 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 ¿Permeable o impermeable? • Anexo 1: Ejemplo de plantilla para la elaboración del informe sobre una investigación escolar

Texto: ¿PERMEABLE O IMPERMEABLE?

Cada vez que Carlos riega su jardín el agua discurre por la superficie y apenas se infiltra. Las plantas se están secando y el agua está erosionando el suelo. El problema se agrava cuando hay una lluvia torrencial, el suelo se está perdiendo. Ha consultado a tres jardineros, uno le ha dicho que debe plantar más vegetación para que cubra la mayor parte del suelo; otro considera que todo se debe a que la superficie de su jardín está inclinada, eso dificulta la infiltración del agua y favorece la escorrentía superficial (1); el tercero le dice que el suelo del jardín es impermeable y debe mezclarle arena para que el agua se infiltre más. Carlos quiere estar seguro de que hace lo mejor para su jardín y decide comprobar antes en el laboratorio la influencia de estas variables.

Una variable es cualquier factor que puede admitir diferentes valores, de ahí su nombre. Así, el terreno puede ser horizontal o tener más o menos pendiente, también la permeabilidad del suelo puede ser mayor o menor, lo mismo cabe decir de la cubierta de vegetación. Por tanto, la pendiente del suelo, su permeabilidad y la cubierta de vegetación son variables. En una investigación deben considerarse aquellas variables que suponemos que pueden influir en el resultado. Desde esta perspectiva se diferencian tres tipos:

- Variable dependiente, es el resultado que medimos. La denominación alude a que su valor depende de los demás factores.
- Variable independiente, es el factor que modificamos para ver qué efecto produce.
- Variables controladas, son todos los demás factores que podrían influir en la variable dependiente y por ello se mantienen constantes.

Carlos ha decidido comenzar su investigación analizando la permeabilidad del suelo y se pregunta ¿de qué depende la permeabilidad de un terreno?

Sabe que el agua se filtra a través de los poros del suelo. Por eso su hipótesis es que si los materiales de grano más grueso dejan poros de mayor tamaño, entonces el agua se filtrará mejor por ellos que por los de grano fino.

Para contrastar esta hipótesis toma tres embudos iguales y los coloca sobre tres vasos iguales. En cada embudo pone un cono de papel de filtro. Un embudo lo llena con grava (grano grueso), otro con arena (grano medio) y otro con arcilla (grano fino). Presiona bien el contenido de los embudos y los rellena.

En cada uno de ellos vierte la misma cantidad de agua (200 cm³) y cronometra el tiempo que tarda en caer al recipiente la primera gota. Finalmente mide el agua que se ha filtrado y anota en una tabla los datos obtenidos.

(1) Escorrentía superficial: parte del agua de lluvia que circula por la superficie del terreno.



	Tarda en filtrarse	Agua recogida
Grava	3 s	195 cm ³
Arena	6 s	180 cm ³
Arcilla	20 s	100 cm ³

Modificado de: Pedrinaci, E.; Gil, C. y Carrión, F. (2008): *Biología y geología*. 3º ESO. Ed. SM, p. 188.

Cuestionario

- 1) ¿Cuál de los tres materiales (grava, arena o arcilla) tiene los poros de mayor tamaño? ¿Por qué?
- 2) ¿Cuál de estos materiales es más permeable? ¿Los resultados confirman la hipótesis?
- 3) ¿Cuál de estos materiales retiene mayor cantidad de agua?
- 4) Si el embudo lleno de arcilla hubiese sido mucho mayor que el de arena, ¿estaríamos seguros de las conclusiones?
- 5) Indica cuáles son en esta experiencia la variable dependiente, la independiente y las controladas.
- 6) Carlos ha decidido echar arena a su suelo y mezclarlo todo. ¿Mejorará la situación?

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 qué piensan que es una investigación científica, para qué se realiza, qué se entiende por hipótesis y cuál es su función en una investigación. Si sus ideas no son correctas quizá deberías proponerles que hiciesen antes la actividad ¿Quién robó las joyas? Cómo se hace una investigación.

2. Lectura e interpretación del texto

- Presenta el texto: plantea un problema frecuente, la existencia de suelos poco permeables, y un modo científico de acercarse a él e intentar resolverlo.
- Explica su finalidad: entender qué es una variable y aprender a controlar las variables que intervienen en una experimentación.
- Pide que lean y resuelvan el cuestionario. Puedes ayudar a los estudiantes a extraer más información del texto e inferir conocimientos con preguntas como:
 - ¿Por qué se están secando las plantas del jardín de Carlos?
 - ¿Cuál es la causa de que se esté erosionando el suelo? ¿Si se infiltrase toda el agua se erosionaría el suelo?
 - Uno de los jardineros a los que consulta Carlos dice que el suelo del jardín “es impermeable”, ¿qué significa que un suelo es impermeable?, ¿crees que un suelo puede ser completamente impermeable?, ¿qué expresión utilizarías para referirte con más rigor a un suelo, como el del jardín de Carlos, en el que la mayor parte del agua no se filtra?

- ¿Para qué se presiona bien el contenido de los embudos y por qué se rellenan a continuación?
- Una vez resueltas las preguntas del cuestionario puedes plantear a los estudiantes algunas otras para inferir más conocimientos:
 - La experiencia anterior ha permitido comprobar que cuanto mayor es el tamaño de grano mayor es la permeabilidad ¿por qué, entonces, no se ha echado grava en lugar de arena? (Aunque existen otras razones, la experiencia realizada muestra que la grava apenas retiene agua y, no sólo interesa que se infiltre el agua sino que se quede en el suelo una buena parte).
 - ¿Que se haya confirmado la hipótesis de uno de los jardineros significa que los otros dos estaban equivocados?, ¿habría que contrastar también las hipótesis de estos dos?

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

- Efectivamente, la permeabilidad de un suelo no es la única variable que determina el porcentaje de escorrentía superficial. Conviene tener en cuenta que el agua caída (sea de lluvia o de riego) puede seguir tres caminos: evaporarse, infiltrarse o discurrir por la superficie, y habitualmente sigue los tres. Las diferencias entre unos casos y otros se refieren al porcentaje de cada fracción. Como los valores son complementarios, cualquier circunstancia que incremente la evaporación o la infiltración hará que disminuya la escorrentía superficial.
- En la experiencia anterior, el texto proporciona el diseño experimental y se centra en un aspecto crucial, la definición de las variables que intervienen. Una vez clarificado el concepto de variable, sus tipos y función en una experimentación, el paso siguiente debe ser que los estudiantes definan las variables de otra experiencia y realicen autónomamente su diseño experimental.
- Plantéales la siguiente cuestión: ¿cómo podríamos comprobar si la pendiente del terreno influye en la cantidad de agua que se infiltra?
- Para resolverla 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 con precisión el problema. A partir de la cuestión planteada puede enunciarse el problema de diversas formas. Por ejemplo, ¿Influye la pendiente del terreno en el porcentaje de agua infiltrada? También puede formularse así: ¿Influye la pendiente del terreno en el porcentaje de escorrentía superficial? Cualquiera de estos enunciados servirá pero cada uno de ellos nos exigirá medir variables diferentes (infiltración en un caso y escorrentía superficial en el otro) y, seguramente, la medida del segundo va a resultar más fácil.

- Formular la hipótesis. Si seleccionamos el segundo enunciado, la hipótesis podría ser: cuanto mayor sea la pendiente del terreno mayor será el porcentaje de la escorrentía superficial.
- Diseñar el proceso de contrastación que van a seguir. Conviene aclararles que deben escribir un protocolo detallado sobre lo que van a hacer. Para ayudarles a pensar mejor el diseño puedes plantearles preguntas como:
 - ¿Cuál es en este caso la variable dependiente? (La escorrentía superficial)
 - ¿Cuál es la variable independiente? (La pendiente)
 - ¿Cuáles son las variables controladas? (Todas las demás: tipo de suelo, cantidad de material, tamaño y forma del recipiente, volumen de agua vertida, temperatura...).
 - ¿Bastará con que utilicemos dos recipientes o será mejor trabajar con tres? (mejor tres porque podremos establecer con más seguridad una gradación; uno de los recipientes estaría horizontal, otro con pendiente suave y un tercero con pendiente fuerte).
 - ¿Qué tipo de suelo utilizaremos? (Aunque puede valer cualquiera siempre que sea el mismo en los tres recipientes, si utilizamos grava la escorrentía será muy pequeña en todos los casos y tendremos dificultad para medirla; si es de arcilla compactada la escorrentía será demasiado alta en todos los casos; de manera que un suelo de arena, o con mezcla de arena y arcilla, puede ser lo mejor).
 - ¿Cuánta agua echaremos? (Lo importante es que sea la misma en todos los recipientes pero, en todo caso, conviene que el volumen de agua vertido sea proporcional a la superficie del recipiente, de manera que haya escorrentía).
 - ¿El resultado será el mismo si el agua se vierte lentamente que si se hace de manera más brusca? (El porcentaje de escorrentía variará pero, como se está haciendo un análisis comparativo, lo importante es que ésta sea una variable controlada, es decir, en los tres casos debe hacerse al mismo ritmo).
 - ¿Cómo mediremos la escorrentía? (el dispositivo diseñado debe permitir recogerla, a partir de ahí habrá que medir su volumen en una probeta).
- Acabado el diseño debe llevarse a efecto y alcanzar las conclusiones oportunas.

Otras consideraciones didácticas

Como se ha indicado, esta actividad debería realizarse después de la que lleva por título “¿Quién robó las joyas? Cómo se hace una investigación” ya que sirve para aplicar y profundizar en las nociones iniciales que en ella se proporcionaban.

Una investigación científica no ha concluido hasta que se ha elaborado un informe final, tampoco debería hacerlo una investigación escolar. Convendría, en consecuencia, proponer a los estudiantes que elaboren un informe que resuma de forma clara y ordenada todo lo realizado, desde el enunciado del problema y la formulación de la hipótesis hasta el diseño experimental y las conclusiones alcanzadas. Un ejemplo sencillo de plantilla para presentar el informe se ofrece en el anexo 1.

Aunque el trabajo sobre el texto puede hacerse individualmente, el diseño y realización de la investigación sobre la escorrentía superficial conviene hacerlo en pequeño grupo. Dependiendo de la experiencia anterior de los estudiantes en el trabajo en pequeño grupo la dinámica puede desarrollarse con más o menos fluidez. En cualquier caso, es conveniente que te pases por los grupos, compruebes cómo van y les ayudes a avanzar.

Por último, puedes pedirles que realicen otro diseño para comprobar si la presencia de más o menos vegetación influye o no en el porcentaje de escorrentía superficial. De este modo se contrastarían todas las hipótesis formuladas en el texto por los jardineros.

Anexo 1. Plantilla para la realización del informe sobre una investigación escolar

1. El problema que hemos investigado es:
2. Nuestra hipótesis de partida era:
3. Para contrastar esta hipótesis hemos seguido este procedimiento:
4. Los resultados que hemos obtenido son los siguientes:
5. Lo que nos ha permitido refutar/validar la hipótesis y obtener las siguientes conclusiones:
6. Las fuentes de información que hemos utilizado son: