

Actividades para la iniciación al concepto de suelo

Vito Battista Brero
Ángel Blanco
Teresa Prieto
Francisco González García

El concepto de suelo es un contenido que se aborda tanto en la enseñanza primaria como en la secundaria. Los estudios sobre las concepciones de los alumnos y las alumnas ponen de manifiesto que la construcción de este concepto requiere dedicar mayor atención a la identificación de cada uno de sus componentes, con objeto de superar una acepción cotidiana que es muy persistente y que influye notablemente en el aprendizaje del alumnado. Con este objetivo se describe un conjunto de actividades para realizar en la iniciación al estudio del suelo.

Palabras clave: Ciencias experimentales, Suelo, Aprendizaje, Enseñanza, Primaria, ESO

Activities for the initiation to the concept of soil

The concept of soil is a content that is looked at as much in Primary as in Secondary Education. The studies on the conceptions of the students makes manifest that the construction of this concept requires greater attention to the identification of each one of its components with the aim of overcoming a daily meaning that is persistent and that influences notably in the students' learning. With this aim we describe a group of activities to carry out in the initiation of the study of soil.

(1) El suelo es un concepto recurrente en los contenidos escolares a lo largo de toda la enseñanza. En la educación primaria, el núcleo denominado el medio físico propone trabajar una iniciación a los conceptos de rocas, suelo y componentes del suelo. En la ESO, el concepto de suelo puede trabajarse indistintamente como puente entre los materiales terrestres y los seres vivos o como un ejemplo de interacción entre diferentes factores que van a determinar la distribución de los seres vivos, y, en todo caso, establecer relaciones entre suelo, roca, clima y seres vivos. Aspectos asimismo importantes se refieren a sus componentes, a los procesos por los cuales el suelo se puede destruir y recuperar, y el reconocimiento de su importancia para múltiples actividades humanas, así como la necesidad de recuperar las zonas deterioradas por una previa explotación industrial.

Cuando se habla del suelo desde el punto de vista de la ciencia escolar se está haciendo referencia a una delgada capa superficial constituida por trozos de rocas, minerales y humus, que contiene aire y agua, y que alberga poblaciones de microorganismos, de animales pequeños y de plantas, los cuales interaccionan con los materiales inorgánicos. Se trata de un sistema complejo en el que intervienen materiales inertes en los tres estados de la materia, seres vivos y materia orgánica (figura 1), y cuya estructura dinámica y cambiante es el resultado de las interacciones entre factores climáticos, geológicos, biológicos y químico-físicos.

<http://www.grao.com/imgart/images/AL/AL30056U.gif> - Figura 1. Componentes del suelo

Puede deducirse que la construcción escolar del concepto científico de suelo, será una empresa a largo plazo, en la que deben confluir conocimientos sobre la naturaleza y estados de la materia, sobre diferentes tipos de organismos vivos y sobre niveles de organización de la materia (inorgánica y orgánica).

Los estudios realizados sobre la comprensión del concepto de suelo (Happs, 1982; Yus y Rebollo, 1993) informan de la existencia de concepciones alternativas muy arraigadas que se mantienen aún al final del bachillerato. De todas ellas, quizás se podría destacar la concepción del suelo como "superficie inerte o de soporte para pisar, edificar o simplemente estar", que debe atribuirse a la acepción cotidiana de este término de donde proviene y mantiene todo su sentido (Yus y Rebollo, 1993).

A partir de los 13 años, los alumnos y las alumnas muestran una visión del suelo inserta en sus conocimientos sobre la estructura de la Tierra, significando la capa más superficial de la misma. Esta concepción, en su acepción cotidiana como superficie que normalmente pisamos, es coherente con sus explicaciones sobre otras dimensiones del concepto, de tal modo que los que mantienen esa idea suelen pensar además que:

. El factor más importante en las características del suelo es el tipo de roca "porque cuanto más dura sea mejor resistirá el pisoteo".

. El suelo no está formado por seres vivos (visión abiótica), o que el papel de éstos está restringido a la acción de los restos o cadáveres (materia orgánica procedente de la descomposición de sus cuerpos).

. El suelo no contiene aire.

. El suelo es un producto de la sedimentación de materiales procedentes de otros lugares merced a diversos agentes geológicos (acarreo de materiales, demolición de rocas...).

En cuanto a la vida vegetal, los niños y las niñas tienen bastante generalizada la idea de que el suelo constituye el alimento de las plantas, creencia, por otra parte, existente en el mundo científico desde la antigüedad y que persistía aún en el siglo XVII. Esta concepción ha sido puesta de manifiesto por diferentes investigaciones recogidas por Cañal (1992). El mecanismo aportado por los alumnos y alumnas de primaria consiste en considerar que las plantas toman el alimento del exterior, al igual que los animales que en él viven, mediante las raíces que comen tierra.

Otros estudios, recogidos en Driver y otros (1994), indican que más de la mitad de los alumnos y alumnas de 15 años no identifican la materia orgánica como un componente del suelo, aunque admitan su presencia en el mismo, edad bastante tardía si se tiene en cuenta la cantidad de factores y relaciones que los estudiantes deben aprender, para los cuales son básicas las ideas correctas sobre los componentes del suelo.

Lo que estos resultados apuntan, aparte de lo ya indicado de que la enseñanza del concepto de suelo debe ser una tarea escolar prolongada en el tiempo, es que resulta necesario clarificar su significado escolar, diferenciándolo del término cotidiano para conseguir que el estudiante active el concepto científico del mismo (Pedrinaci, 1996).

La presente propuesta se encuadra en esa línea, reconociendo las concepciones del alumnado y teniéndolas en cuenta en la planificación de la enseñanza. La primera etapa consistiría en el reconocimiento de todos los componentes que constituyen el suelo, para pasar después a estudiar el papel de cada uno de ellos y las interacciones que se producen.

Procediendo de esta manera, las actividades con los alumnos y las alumnas de los últimos cursos de primaria y primeros de secundaria pueden servir, además de para conocer los diferentes componentes, para la consecución de otros objetivos no menos importantes como:

. Desarrollar procedimientos como: observar, recoger datos, describir, explicar, llevar a cabo experimentos, hacer representaciones gráficas, etc.

. Desarrollar conceptos como: mezclar, porosidad, permeabilidad, filtrar, absorber, partícula macroscópica, etc.

. Encontrar respuestas a preguntas como: ¿Qué partículas constituyen el suelo?, ¿Cuánto espacio ocupa el aire en el suelo?, ¿Cuánta humedad hay en el suelo?, ¿Qué cantidad de materia orgánica hay en el suelo?, ¿Qué seres vivos habitan el suelo?, etc.

Actividades básicas sobre los componentes del suelo

Las actividades que a continuación se presentan han sido escogidas con objeto de promover el que los alumnos y las alumnas reconozcan los distintos componentes del suelo mediante experiencias directas. Creemos que estas experiencias de primera mano constituyen un requisito para superar la concepción cotidiana de suelo y para aprendizajes posteriores sobre el mismo y, por tanto, deberían formar parte del bagaje del alumnado en cualquier propuesta de enseñanza. Se puede optar por éstas o por otras similares de las muchas que existen en la bibliografía (véase, por ejemplo, Del Carmen, 1983), ya que lo importante es que vayan dirigidas a mostrar, de la forma más simple y directa posible, los componentes del suelo.

Presencia de aire en el suelo

Entre las partículas hay aire

Con los alumnos y alumnas de los últimos cursos de la educación primaria, una vez que admiten que el aire ocupa lugar, se puede abordar su presencia en el suelo.

A partir de la observación de diferentes muestras de suelo con una lupa binocular, los estudiantes pueden dibujar las partículas, representando el tamaño y la forma, así como los huecos comprendidos entre ellas. Se les puede preguntar por el contenido de estos huecos y sugerirles que investiguen si hay aire en ellos, mediante la siguiente experiencia:

Llenar hasta el borde un dedal con "suelo", enrasando la superficie y poniéndolo boca arriba en un cuenco. Llenar,

cuidadosamente, el cuenco con agua.

Los alumnos y alumnas deben observar con mucha atención las burbujas que se escapan de la superficie de la tierra cuando el agua la ha cubierto. A continuación se puede repetir la experiencia con suelo húmedo y pedirles que interpreten las diferencias existentes entre los dos resultados.

El aire ocupa un espacio que se puede determinar

Si los niños y niñas de primaria han podido apreciar las burbujas en la experiencia anterior, los mayores (primer ciclo de la ESO) pueden medir el volumen de aire contenido en una determinada cantidad de suelo, como se muestra en el procedimiento siguiente:

Hay que llevar a cabo una recogida de muestra muy cuidadosa, con objeto de no alterar la disposición de las partículas del suelo, procediendo de la siguiente forma:

. Agujerear con un clavo la base de un bote de lata pequeño y afilarle la boca, martilleándola, para facilitar su introducción en el suelo. Limpiar la superficie del suelo de hojarasca e introducir el bote boca abajo, presionando y realizando varios giros. Quitar el suelo de alrededor del bote con una paleta, colocando ésta debajo de la lata para sujetar su contenido mientras se levanta.

Una vez en el laboratorio se sigue el siguiente procedimiento con la muestra recogida:

. Se llena de agua una lata idéntica a la anterior y se determina su volumen con una probeta, que será igual al volumen de la muestra de suelo (V_s). En otra probeta grande, conteniendo un volumen de agua (V_a) (mayor que V_s), se vierte la muestra de suelo y se espera a que concluya la emisión de burbujas para medir el volumen del sistema (V_f).

<http://www.grao.com/imgart/images/AL/AL30059U.gif> - Figura 2. Determinación del volumen de aire en el suelo

Así se determina que el volumen agua + el volumen de suelo, por separado, es mayor que el volumen del sistema agua + suelo (V_f). La diferencia es igual al volumen de aire que la muestra de suelo contenía.

Utilizando las conclusiones, se les puede pedir que expliquen ciertos hechos observables en el campo. Por ejemplo:

- . Los agricultores aran sus tierras (para airearlas).
- . Cuando un cultivo permanece encharcado un cierto tiempo, muchas plantas mueren (el agua sustituye al aire en los huecos).
- . Después de las lluvias, las lombrices de tierra suben a la superficie, las hormigas aladas salen del hormiguero, y las obreras sacan a las pupas.

Presencia de agua en el suelo

Se puede determinar el porcentaje de agua que retiene un suelo de la siguiente forma:

Coger muestras de suelo de diferentes lugares, pesarlas y calentarlas en una estufa el tiempo suficiente para que se hayan secado completamente. Una vez hecho esto, se pesan de nuevo y se averigua el peso que corresponde al agua.

Para que apliquen las conclusiones obtenidas se les pregunta por otras situaciones relacionadas con esta experiencia; por ejemplo: ¿cuánta agua puede contener un vasito de yogur lleno de arena?

A continuación, los alumnos y las alumnas deben discutir sobre los factores de los que depende el contenido en agua de los suelos. Entre los que pueden esgrimir se encuentran la pluviometría del sector, la insolación y la permeabilidad del suelo.

Esta experiencia también está al alcance de los alumnos y las alumnas de final de la educación primaria cuando conocen el concepto de evaporación.

Una vez que los estudiantes han reconocido la presencia de aire y de agua en el suelo se puede trabajar el concepto de porosidad del suelo, es decir, el volumen total de los huecos existentes, que pueden ser ocupados por agua, por aire o por ambos a la vez.

Presencia de materia orgánica en el suelo

Se puede determinar mediante una experiencia muy sencilla que se puede realizar en el primer ciclo de la ESO:

Utilizando la tierra seca que resulta de la experiencia de la humedad del suelo, se siguen los pasos siguientes:

. Se pesa la muestra de suelo y se extiende en una bandeja metálica, que se calienta en un hornillo, durante 15 minutos aproximadamente, a la vez que se mueve con una cucharilla.

. Se retira la bandeja del fuego y se deja enfriar antes de volver a pesar la muestra.

La diferencia de peso entre la muestra seca, antes y después de calentar, correspondería al contenido en materia orgánica del suelo. Esto es debido a que, calentados durante un cierto tiempo, los componentes orgánicos se transformarán fundamentalmente en gases, mientras que la materia inorgánica (que requiere temperaturas mucho más altas para su descomposición) no se verá afectada.

Una vez realizada la experiencia, se puede hacer reflexionar al alumnado sobre el abonado de los campos con fertilizantes inorgánicos (fosfatos, nitratos...) y con estiércol, indistintamente, diferenciando los procesos que sufren las sustancias presentes en uno y otro caso hasta estar disponibles por las plantas. En el primer caso, al tratarse de compuestos inorgánicos, basta con que se disuelvan en el agua (de riego o de la lluvia) y ya estarán disponibles para ser absorbidas por las plantas. En el segundo caso, es necesaria la acción que desempeñan los organismos descomponedores (bacterias y hongos) en la transformación de los restos orgánicos en nutrientes, introduciéndolos así en el estudio de los microorganismos como componentes del suelo.

Presencia de microorganismos en el suelo

En el suelo bullen muchos tipos de organismos extremadamente pequeños. La mayoría de ellos cumplen una función descomponedora, actuando sobre cualquier materia muerta, transformándola y ayudando al retorno de sales minerales al suelo.

Mediante una pequeña investigación (adecuada para el segundo ciclo de la ESO) se puede ver como son realmente los descomponedores en su ambiente natural y, al mismo tiempo, como son estimulados a crecer cuando se les proporcionan las sustancias adecuadas (Bishop, 1986).

En este caso se utiliza una sustancia semejante a la gelatina, que rodea a las semillas de mastuerzo (hierba de la familia de las crucíferas muy abundante) cuando se las empapa en agua. Constituye el alimento de varios hongos distintos y resulta fácil de manejar sobre un portaobjetos de microscopio.

Material necesario: olla y cacerola pequeñas, cuchara de mesa y cucharilla de café, bandeja para el horno y papel de aluminio de cocina para revestirla, tierra de jardín, semillas de mastuerzo, cuenco de porcelana (de 1 litro), cinco tubos de ensayo con tapón, pinzas, lupa (80x10), microscopio (con un aumento de x20 es suficiente) y portaobjetos.

Preparación

Previamente se debe hervir agua en la olla y dejar que se enfríe. Después se esparcen 2 o 3 cucharadas de suelo fresco de jardín sobre una bandeja metálica para horno y se calienta a 140° C durante 20 minutos. Se ponen las semillas de mastuerzo en la cacerola, se vierte agua en ella hasta la mitad y se hierve a fuego lento durante 20 minutos. Esto mata las semillas, y también las esteriliza, de modo que en ellas no quedarán esporas vivas.

Mientras las semillas hierven a fuego lento, se prepara 1 litro de solución de Milton según las instrucciones de la botella (se utiliza para matar cualesquiera microorganismos o esporas que pudieran encontrarse previamente en o sobre el equipo). Se limpia la zona de trabajo en la mesa con un pañuelo de papel empapado en la solución de Milton; se llenan cuatro de los tubos con solución, poniendo sus tapaderas o tapones dentro del cuenco, junto con las pinzas, de manera que queden cubiertos con la misma al menos durante 10 minutos, enjuagándolos después con agua fría del grifo. Se ponen boca abajo para que escurran y para reducir las probabilidades de que caigan esporas sobre ellos. Aunque el agua del grifo puede contener algunos organismos, es probable que sean muy pocos, y seguramente ninguno de ellos crecerá sobre las semillas.

Una vez que las semillas han hervido y la tierra de jardín (suelo) ya está horneada, se preparan las muestras en los tubos de ensayo etiquetándolos al mismo tiempo:

Tubo 1:"Agua hervida". Se llena parcialmente con agua hervida fría, se añaden, utilizando las pinzas, 5 semillas de mastuerzo hervidas y se cierra. Aquí se comprueba si la ebullición mata a los hongos y sus esporas.

Tubo 2:"Suelo horneado". Se llena parcialmente con agua hervida fría, se añade media cucharadita de suelo (tierra de jardín) cocido y 5 semillas de mastuerzo hervidas y se cierra. Aquí se comprueba si la cocción al horno mata a los hongos y a sus esporas y si es el propio suelo (en lugar de los seres vivos que habitan en él) el responsable de la descomposición.

Tubo 3:"Suelo fresco". Se procede igual que en el tubo 2 pero utilizando suelo de jardín fresco (no horneado), lo que proporcionará una buena cantidad de descomponedores.

Todos los tubos se colocan juntos en una habitación cálida y se dejan reposar durante 24 horas.

Observaciones

Al día siguiente, se puede observar que la capa que rodea a las semillas se habrá hinchado y se habrá vuelto bastante gelatinosa, lo cual se aprecia al intentar cogerlas con las pinzas.

Trabajando con los mismos procedimientos de higiene y esterilización descritos arriba, se transfieren las semillas del tubo 2 a otro tubo (etiquetado como 2*). De forma similar, se transfieren las semillas del tubo 3 a otro tubo etiquetado 3*. Ambos se colocan junto al tubo 1.

Estos tubos son examinados cada día con una lupa con el fin de determinar si crece algo. Cuando se observe algún síntoma de crecimiento en cualquiera de estos tubos se transfieren algunas semillas a un portaobjetos para observarlas al microscopio y posteriormente, se las puede poner otra vez en los tubos durante unos cuantos días más, para permitir que se siga produciendo el crecimiento.

Tras la realización de esta experiencia, el profesor o la profesora puede hablar de los diferentes tipos de microorganismos presentes en los suelos y hacer hincapié en su importante papel dentro del ciclo de la materia.

Presencia de plantas en el suelo

Para reconocer las plantas que viven en una zona relativamente pequeña de suelo, se puede utilizar un instrumento ecológico, ideado por Cléments en el siglo XIX que denominó *cuadrato*. Se trata de un simple marco cuadrado, que se puede fabricar uniendo con clavos cuatro listones de madera de la misma longitud. Para hacer más preciso el estudio en zonas de abundante vegetación se divide el cuadrado con cuerda en varios cuadrados más pequeños, todos de igual tamaño. Simultáneamente se prepara un mapa de la zona respetando las proporciones de los cuadrados.

Una vez en el terreno a estudiar, para no escoger deliberadamente una zona, se lanza el cuadrado al azar. Se estudian entonces las plantas identificando y anotando sus nombres en el plano. Para ello será necesario utilizar algunas claves adaptadas a las edades de los alumnos y las alumnas.

Se pueden hacer diferentes estudios que pongan de manifiesto aspectos diversos de la vida de las plantas en ese suelo elegido. El más simple consistiría en determinar el tipo, el número, las características, etc. de las plantas presentes en un momento dado.

Otro aspecto consistiría en estudiar los cambios que se producen en la zona con el transcurso del tiempo, para así determinar la influencia de las estaciones del año o de factores diversos como un incendio, cultivos, paso del ser humano, animales... En este caso es preciso marcar un cuadrado permanente, clavando en el terreno estacas en los vértices y visitándolo periódicamente para identificar las plantas presentes y anotarlas en el mapa. Otra alternativa sería acudir periódicamente al lugar para lanzar el cuadrado como se ha descrito en el primer caso.

En determinadas épocas del año se pueden observar zonas en la que no se aprecia ninguna o muy escasa vegetación; sin embargo mediante una sencilla experiencia se puede poner en evidencia la vida vegetal. Para ello se precisa recoger tierra excavando el suelo a una profundidad de 10 cm. Esta tierra se colocará en una cubeta, se regará bien, se tapaná con un vidrio y se colocará en un lugar abrigado o en una estufa a una temperatura cálida. Hay que cuidar que la tierra conserve la humedad durante unas dos semanas. Al cabo de este tiempo se podrá observar la cantidad de plantas que han brotado.

Presencia de pequeños animales en el suelo

En este caso se trata de observar distintos animalillos que viven en el suelo. Son difíciles de apreciar a simple vista por su tamaño, por su color y porque, cuando se ven sorprendidos, suelen quedarse quietos durante un tiempo. Por ello es, necesario preparar un dispositivo que les haga "caer en la trampa".

Material necesario

Un tamiz metálico o de plástico de 2 mm, varias bolsas de plástico (con lazo de alambre para cerrarlas), papel negro o marrón oscuro liso y satinado (al menos por una cara), una lámpara de mesa con bombilla de 25 vatios, cinta adhesiva, un tarro pequeño; soporte de embudo, pañuelos de papel, un desplantador de jardinería, un pincel de acuarela mediano y una lupa de mano.

Procedimiento

Será preciso construir un embudo especial para recoger muestras que, en esencia consta de: una lámpara para secar

ligeramente la tierra, un tamiz o una red para colocar la tierra de manera que deje pasar a los animales, un embudo largo de paredes interiores resbaladizas para que los animales resbalen hacia el fondo y un tarro para recoger a los animales que caen por el embudo.

Previamente se recoge un poco de tierra del jardín, se pone en una bolsa de plástico y se cierra con un alambre. Para estar seguro de obtener muchos animales lo mejor es coger tierra húmeda, suelta y rica de un parterre bien cuidado o de un seto, cuidando de no recogerla de un lugar que esté en tratamiento con insecticidas.

Se pone una capa de unos 3 cm de tierra en el tamiz, dejando un espacio de al menos 1 cm alrededor para permitir que circule el aire y seque la tierra. Se moja un pañuelo de papel y se coloca dentro del tarro, fijándolo al extremo del embudo. Es conveniente realizar algunas pruebas para descubrir la cantidad ideal de calor que debe llegar de la bombilla a la tierra. Con un termómetro se mide la temperatura de la tierra al cabo de dos horas: si es de más de 30° C se aleja un poco la lámpara; si es mucho más baja, se intenta con una bombilla de 40 vatios. Se debe dejar la lámpara encendida día y noche hasta que todos los animalillos hayan caído en el tarro, cosa que puede tardar unos 2 o 3 días, según el tipo de tierra y la humedad que lleve. Hay que acercarse varias veces al día a controlar el tarro y sacar con el pincel, cada vez, los animales que haya dentro.

Los estudiantes deben observarlos, dibujarlos e intentar clasificarlos utilizando claves al respecto (Del Carmen, 1983). También pueden comparar las poblaciones de animales que se encuentren en suelos de distintas clases o en muestras de distintas profundidades.

La observación de las plantas y pequeños animales en el suelo son muy motivadoras y son apropiadas para alumnos y alumnas de final de la educación primaria y principios de la secundaria.

Con las actividades descritas en los apartados anteriores se incide en el reconocimiento de los componentes del suelo. Otras, como la determinación de la temperatura y su dependencia de las condiciones del medio o el pH del suelo, son igualmente susceptibles de ser desarrolladas con diferentes niveles de complejidad, aunque algunas -como el estudio de la composición química- habría que realizarlas con alumnos y alumnas de edades superiores (bachillerato).

Bibliografía

BISHOP, O. (1986): Aventuras con microorganismos. Barcelona. Labor Bolsillo Juvenil n. 59.

CAÑAL, P. (1992): ¿Cómo mejorar la enseñanza de la nutrición de las plantas? Sevilla. Junta de Andalucía. (Colección de materiales curriculares para la educación primaria).

DEL CARMEN, L. (1983): Investigando el suelo. Barcelona. Teide. Colección Vivac n. 4.

DRIVER, R. y otros (1994): Making sense of secondary science. London. Routledge.

HAPPS, J. (1982): "Some aspects of students' understanding of soil" en The Australian Science Teachers Journal, vol. 28, n. 3, pp. 25-31.

PEDRINACI, E. (1996): "Sobre la persistencia o no de las ideas del alumnado en geología" en Alambique, n. 7, pp. 27-36.

YUS, R.; REBOLLO, M. (1993): "Aproximación a los problemas de aprendizaje de la estructura y formación del suelo en el alumnado de 12 a 17 años" Enseñanza de las Ciencias, vol. 11, n. 3, pp. 265-280.

Dirección de contacto

Vito Battista Brero
Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Málaga

Ángel Blanco
Facultad de Educación. Didáctica de las Matemáticas. Málaga. Correo electrónico: ablanco@uma.es

Teresa Prieto
Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Málaga

Francisco González García
Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Málaga

1. El trabajo del que forma parte este artículo ha sido financiado por la DGES mediante el proyecto PB97- 1104.