

# INICIACION AL ESTUDIO DE LA PETROLOGIA EN LA ESCUELA PRIMARIA

Por Julio FUSTER

## I. Objetivo y valor de esta iniciación en la Escuela.

Es muy comprensible que el título de este trabajo cause extrañeza, e incluso suscite recelos a los posibles Maestros lectores, pues pensarán, sin duda, que poco se puede enseñar de esta ciencia en la escuela primaria y que ya de por sí bastante recargado está el programa escolar para añadirle nuevos conocimientos que aún amplíen éste.

Mas en un número monográfico dedicado a la Geografía no puede faltar un capítulo referente al estudio de las *rocas* o materiales que constituyen la corteza terrestre (Petrología).

Geografía y Petrología son ciencias vecinas: las dos tienen por objeto el estudio de la Tierra; pero desde distintos puntos de vista, con diversos objetivos, con distinto contenido y, a veces, medios.

La Petrología (1) estudia la Naturaleza, composición, estructura y génesis de los materiales inorgánicos que constituyen nuestro planeta y denominamos rocas.

Es imprescindible para una perfecta comprensión de los hechos y fenómenos geográficos, el conocimiento, aunque sea somero, de los materiales que constituyen la corteza terrestre. La naturaleza de un accidente geográfico, la vegetación de una región, etc., están, en parte, condicionadas por la naturaleza de las rocas que sirven de basamento. Y podríamos ir multiplicando ejemplos, de cómo influyen en la Geografía no sólo física, sino económica o política, la naturaleza de los

materiales que constituyen la Tierra.

Mas lo inverso es, asimismo, cierto; la formación de ciertas rocas (sedimentarias, por ejemplo) depende, en gran parte, de la naturaleza del clima o accidentes geográficos.

Sin embargo, estas múltiples interrelaciones no bastarían por sí solas para justificar la necesidad de

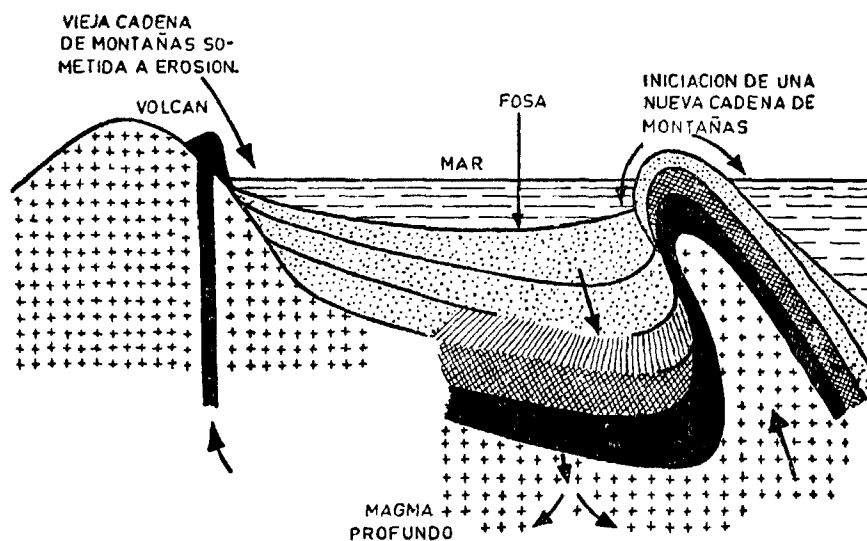
una iniciación en Petrología en la escuela.

Ocurre, además, que las rocas despiertan un gran interés en los niños, teniendo en cuenta la gran facilidad con que pueden recogerlas y coleccionarlas. He aquí un estudio (el de las rocas) que no necesita de una motivación artificial, sino que se adapta a los intereses de los niños, y por este gran interés que despiertan es posible estudiarlas en todos los períodos de escolaridad, siempre que se sepan escoger las adecuadas.

Pero aún hay más: se da el caso que el niño se interesa por las rocas de una manera espontánea, pero que el conocimiento de éstas tiene un legítimo valor para el hombre futuro que hay en todo el niño.

Las rocas no sólo forman la osamenta de la Tierra, sino que el hombre utiliza, asimismo, gran cantidad

ESQUEMA QUE RESUME LA HISTORIA DE LAS ROCAS (De M. Oña)



Las rocas magmáticas (granito por ejemplo) forman la base de una antigua cadena de montañas muy desgastada.

Sus fragmentos transportados al mar, forman las rocas sedimentarias.

Si se trata de un mar de fondo inestable, las rocas sedimentarias descienden a grandes profundidades y se metamorfinizan en esquistos mas o menos cristalinos y y en gneis

Si los gneis descienden todavía mas, se transforman en una roca de profundidad, granito por ejemplo.

Esta roca puede fundirse en el magma general y profundo. Este último de tiempo en tiempo, remonta bruscamente por las fisuras de la corteza terrestre y forma las rocas de media profundidad o las rocas volcánicas.

(1) Modernamente se denomina así la ciencia que estudia las rocas. Se la puede considerar dividida en dos grandes ramas: Petrografía (descripción de las rocas) y Petrogénesis (génesis de las rocas).

de ellas para construir y adornar su vivienda, empedrar sus calles, levantar sus templos, encender sus cocinas, hacer marchar sus automóviles, poner en marcha industrias, etc.

¿Por qué, entonces, si están formando parte del medio ambiente y al niño son familiares e interesan, no aprovechar este interés, su afán coleccionista, y dar en la escuela unas nociones sobre la piedra caliza, arcilla, carbón, sal, petróleo, etc.?

Es curioso, aunque comprensible tal vez por tratarse de seres inorgánicos, que si recorremos la bibliografía, tanto española como extranjera, de libros escolares de Ciencias, la mayor parte de éstos dedican sus temas a nociones de Física, Zoología o Botánica, con exclusión casi absoluta de la Geología.

La enseñanza de la Petrología, además de cumplir los fines generales asignados a las demás materias, debe habituar a los alumnos:

1.º A observar (y cuando sea posible a experimentar);

2.º A discernir lo fundamental de lo accesorio, y

3.º A expresar ideas claras y con orden, para lo cual la Petrología puede contribuir a desenvolver la capacidad de razonamiento que en esta edad empieza a desenvolverse.

El estudio de las rocas puede enseñar al niño a observar, a realizar experimentos simples, pero de manera sistemática; a saber redactar el resultado de sus observaciones y experimentos, a extraer conclusiones, a resolver problemas según sus capacidades, a generalizar por inducción las propiedades del grupo de rocas; es decir, la Petrología, sobre todo en los periodos de perfeccionamiento e iniciación profesional, puede ser un auxiliar valioso, para, estimulando la curiosidad natural, ir formando un cierto espíritu científico en el niño.

## II. Método de la iniciación petrológica.

Debe impartirse, pues, cierta cantidad de conocimientos sobre las rocas a los niños, ya desde las primeras secciones, e ir aumentando esa cantidad de acuerdo con la edad, desenvolvimiento psíquico y circunstancias de la escuela.

Se puede comenzar en los pequeños, alegremente y sin esfuerzo, recogiendo cierta cantidad de rocas y minerales en los paseos, e iniciar con ellas ejercicios puramente descriptivos. Las propiedades fundamentales de las rocas, ilustradas con fáciles experiencias, la comparación entre diferentes clases (sin necesidad de dar clasificaciones), el encontrar semejanzas y diferencias, buscar sus aplicaciones y utilidad, nos bastará en estas secciones.

Según se vaya ascendiendo en las secciones o grados de la escuela esta enseñanza irá adquiriendo un tono más formal.

Hay dos caminos o métodos para enseñar Petrología o cualquier ciencia. Uno parte de los datos adquiridos por observación o experimentación para, por inducción, derivar las leyes de la Naturaleza. El otro comienza con las leyes y explica los datos como deducciones de ellas o como ejemplos de aplicación de esas leyes. El primero es el que debe interesarnos.

Partir de las rocas en la misma Naturaleza (será más factible en los pueblos y ciudades pequeñas), observarlas cuando es posible en el paisaje, llevar muestras al aula, volverlas a observar, compararlas con otras, experimentar con ellas, e inducir, generalizar y clasificar (si es posible), por último. Este debe ser

el orden y no al revés. Es más difícil y exige una mayor preparación y entrega por parte del Maestro; pero, en cambio, aquí, en Petrología, al alcance de cualquier escuela, está el material para poder empezar este método; a nadie puede ser difícil ni costoso adquirir piedra caliza, granito, arcilla, mármol, carbón, etc.

Lo que no debe hacerse es seguir determinada enciclopedia o libro y explicar las lecciones sobre rocas siguiendo la rutina del texto.

## III. Contenido de la iniciación petrológica.

La Petrología no constituye, ni puede constituir, una asignatura aparte en el quehacer escolar; está englobada con otras materias, en el espacio reservado a lo que genéricamente denominamos Enseñanza de las Ciencias o Ciencias de la Naturaleza. Mas todo maestro debe reservar ciertos temas de este programa y cierto tiempo en el horario para dedicarlo al estudio de las rocas.

Ya en otro lugar (VIDA ESCOLAR, núm. 27, ficha I de Geología) hemos indicado lo que para nosotros pudieran constituir como tres amplios temas o unidades didácticas de Geología y dedicados principalmente a las secciones superiores de nuestras escuelas.

Estas unidades, que a su vez allí subdividimos en otras menores, son:

1.º Estudio de los fenómenos geológicos actuales.

2.º Estudio de las rocas o materiales que constituyen la corteza terrestre.

3.º Introducción al estudio de la historia de la Tierra.

Sólo nos referiremos aquí a la segunda unidad. Indicaremos brevemente los temas que pueden constituir el plan de trabajo de estos grados o periodos escolares; pero antes digamos qué entendemos por roca.

Las rocas son agregados o conjuntos naturales formados por minerales. Es roca, por tanto, todo material inorgánico de la corteza terrestre que presenta los mismos caracteres de conjunto sobre extensiones casi siempre importantes.

Mineral es una substancia natural inorgánica, con composición química constante y características físicas determinadas.

Ciertas rocas están constituidas casi exclusivamente por un mineral, como la caliza; otras, formadas por varios, como el granito.

Las rocas, como también hemos indicado [VIDA ESCOLAR, núm. 28, ficha II (a) de Geología], se clasifican en tres grupos o categorías:

1.º *Sedimentarias*, formadas por erosión, o por la actividad de seres vivos o fenómenos superficiales puramente físicos o químicos. Ejemplos: caliza, creta, arcilla, areniscas, hulla, etc. Por tener un origen externo son rocas exógenas.

2.º *Magmáticas o ígneas*, que tienen su origen en el enfriamiento de materiales fundidos (magma). Son rocas endógenas, engendradas por fuerzas internas (altas temperaturas, presiones, etc.). La materia que las forma proviene generalmente de las profundidades de la Tierra. Ejemplos: granito, basalto, piedra pómez, etc.

3.º *Metamórficas*, formadas a partir de rocas magmáticas o sedimentarias, que se han transformado posteriormente por factores internos, como grandes presiones, calores intensos y agentes químicos. Ejem-

plos: el gneis; el mármol es una roca calcárea metamorfizada; el grafito es hulla metamorfizada, etc.

## PLAN DE TRABAJO

Intentaremos ahora confeccionar un plan de trabajo para dos cursos y correspondiente, como hemos dicho, a los grados superiores de la escuela (segundo de perfeccionamiento e iniciación profesional) y que el maestro puede adaptar a sus necesidades.

Las rocas sedimentarias se prestan mejor a un estudio en la escuela, y por eso en nuestro plan les dedicamos una mayor amplitud; se prestan, además, a estudiar su origen y evolución de una manera asequible y atractiva para los niños.

Dos advertencias son precisas: No enseñar a los niños a estudiar las rocas como si éstas fueran el objeto mismo de la enseñanza. Debe, por el contrario, preocuparse el maestro de estudiar la roca en su ambiente; o el vasto problema que plantea el origen de éstas; o la influencia que tienen en la vida actual rocas como el carbón y el petróleo; o la influencia que ejerce en la construcción de las viviendas la abundancia de ciertas rocas en la región; o la historia de un granito convertido en arena, etc. Es decir, problemas que tengan una importancia real en la vida del niño, del hombre o de la ciencia. La roca en sí, en su descripción aislada, puede tener importancia para el petrólogo mas no para el niño. Ofrecer a los alumnos posibilidad de observar directamente el mundo que habitan y sus problemas debe ser la meta, y no contentarse con nociones de Petrología, aunque esta materia forme parte de la ciencia.

El cuestionario abarca dos secciones; la primera corresponde al estricto dominio de la Petrología; la segunda es un poco heterodoxa, pues entremezcla esta ciencia con las ciencias más afines (Geología, Geografía física, etc.) y trata de las rocas en su medio, de su vida (si así pudiéramos decir) y de sus luchas con los agentes naturales.

### A) LAS ROCAS EN SÍ MISMAS: CARACTERES, ORIGEN Y APLICACIONES.

- |                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Rocas sedimentarias ... | } | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Calcáreas: <i>la piedra caliza.</i></li> <li>2. Arcillosas: <i>la arcilla.</i></li> <li>3. Silíceas: <i>las arenas y las areniscas.</i></li> <li>4. Salinas: <i>el yeso.</i></li> <li>5. Combustibles: <i>el carbón y el petróleo.</i></li> </ol> |
|-------------------------|---|---|
6. Formación de una roca sedimentaria: *las arenas.*
  7. De las *arenas* a las *areniscas.*
  8. Rocas magmáticas o ígneas: *el granito.*
  9. Rocas metamórficas: *el mármol.*
  10. Visita a una cantera, mina, etc.

### B) LAS ROCAS EN LA NATURALEZA: SU VIDA Y SUS LUCHAS CON LOS AGENTES NATURALES.

1. Cómo el aire ataca, transporta y acumula las rocas.
2. Las rocas también sienten los efectos del calor y del frío.
3. Las rocas de las montañas y la nieve.
4. El tren rápido de las aguas salvajes y las rocas del camino.
5. El agua subterránea y las rocas permeables e impermeables. Estalactitas y estalagmitas.

6. Las rocas del cauce y el perfil de nuestro río.
7. Acción del mar sobre las rocas del litoral.
8. Plantas y animales demolidores o constructores de rocas.

Como se puede comprobar es un programa de amplitud máxima, pero está redactado así para que el maestro pueda escoger entre sus puntos aquéllos que más se adapten a las características de su escuela, y a sus aptitudes, pues en Petrología, como en cualquier otra ciencia, según ya hemos indicado, más que la acumulación de conocimientos interesa que el maestro sepa sugerir problemas y ayudar a los niños a resolverlos.

En las fichas de VIDA ESCOLAR, núms. 27, 28 y 29 (Curso 1960-61), hemos estudiado ejemplos característicos de varias rocas, así como de su origen, y a ellos remitimos a quien desee ver la marcha que adoptamos en ese estudio.

Para el grado medio hace años experimentamos nosotros establecer *correlación* entre varias asignaturas. El ensayo lo hicimos con la Geografía (principalmente física) y las ciencias, que desaparecieron como asignaturas independientes del programa escolar y pasaron a integrarse en un área superior de conocimientos y actividades que denominamos *Naturaleza* y que a su vez se dividía en nueve unidades, una para cada mes del curso. Dentro de esas unidades incluíamos el estudio de algunas nociones de Petrología.

En las secciones elementales, donde deberían desaparecer las asignaturas como entidades independientes y establecer la *globalización* de conocimientos (aunque se excluyeran las materias instrumentales y la religión, que podrían seguir teniendo independencia en el horario), también algunas nociones de Petrología son precisas y posibles.

Así, por ejemplo, si tomamos como unidad didáctica de trabajo "nuestra casa", podemos hablar de la piedra caliza, de las piedras de construcción, mármoles, etc.; y al tratar de los medios de calefacción, estudiar el carbón y el petróleo.

No podemos, por falta de espacio, profundizar en estas ideas, pero si queremos insistir, aun a costa de resultar pesados, que en todas las edades y períodos puede la Petrología auxiliar al maestro en su tarea.

Las rocas se encuentran rodeando a nuestros alumnos; no pueden dejar de interesarlos, pero se interesarán más y adquirirán unos conocimientos más amplios si su maestro sabe inculcar un conocimiento mejor del medio que le rodea. Y al conocerlo sabrá apreciar y valorar mejor este medio.

Si el maestro, por medio de la Petrología, ha sabido ampliar los conocimientos de sus alumnos, desarrollar sus habilidades, apreciar el valor de las cosas que le rodean, estimular su curiosidad, en una palabra, abrir a la inquietud su espíritu científico, podrá decir que sí ha tenido valor para la escuela y el niño esa iniciación en Petrología.

### BIBLIOGRAFIA SUMARIA

*Manual de la U. N. E. S. C. O. para la enseñanza de la ciencia*, Ed. Sudamericana, Buenos Aires, 1959. Existe edición original en francés. Libro que no deba faltar en ninguna escuela; SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, *Apuntes de Geología, Mineralogía y nociones de Geoquímica*, Ediciones Bermejo; Id., *Manual de Geología*, Ed. Marín, Barcelona, 1958; HOYOS DE CASTRO, A., *Petrografía. Una introducción al estudio geoquímico de las rocas*, Ed. Ven-

tura, Granada, 1947; BRUHS, W., *Petrografía*. Ed. Labor, Madrid; CAILLEUX, A., *Les roches*, Col. Que Sais-je?, número 519, Presses Universitaires de France, París. Muy útiles éste y los cuatro siguientes para el Maestro; POMEROL, Ch., y FORT, R., *Les roches eruptivas*. Col. Que Sais-je?, núm. 542; *Les roches sédimentaires*, núm. 595; *Les roches métamorphiques*, núm. 647; DEFLANDRE, C., *La vie créatrice des roches*, Col. Que Sais-je?, núm. 20; CAILLEUX y CHAVAN, *Détermination pratique des roches*, S. E. D. E. S., París; TYRREL, *Principios de Petrología*, Ed. Continental, Méjico, 1960; LAHEC, F. H., *Geología*

*práctica*, Omega, 1958; MORET, L., *Précis de Géologie*, Lib. Masson, París; JUNG, J., *Précis de Petrographie*, Lib. Masson, París, 1958; RINNE, F., *La science des roches*, Lib. Lamare, París, 1950; ORIA, M., *Géologie*, Lib. A. Hartier (libro elemental, pero muy útil para el Maestro); BARTH, T., *Theoretical Petrology*, Wiley, Nueva York, 1958, *Enseñanza de las Ciencias naturales*, número monográfico de la revista "Bordón", núm. 34 (con bibliografía). Pueden ser útiles al Maestro los textos de *Enseñanza Media d Ciencias naturales*.

J. F.

# SUELOS y CULTIVOS

## en la Geografía agrícola de España

Por Tomás ALVIRA

Catedrático del Instituto Ramiro de Maestu. Madrid.

**T**AL vez produzca extrañeza al lector ver en estas líneas que el conocimiento del suelo es reciente y que su estudio comenzó hace poco más de un centenar de años. Esta extrañeza, si se produce, provendrá de que el lector ha oído decir y ha leído en muchos libros y revistas que el conocimiento del suelo es antiquísimo y que la agricultura viene desarrollándose desde hace centenares de años y cuenta en la actualidad con una bibliografía voluminosa. En todos esos conocimientos, en toda esa bibliografía, encontramos al suelo tratado desde un punto de vista utilitario, en cuanto es capaz de producir cosechas. Pero el suelo es, ante todo, una entidad natural y, como tal, puede ser estudiado desde un punto de vista científico puro, estudio que abarca procesos físicos, químicos y biológicos que no entran en rendimientos, aunque sean punto de partida para buscarlos después.

La ciencia que estudia el suelo como entidad natural recibe el nombre de Edafología y se cultiva desde hace poco más de un centenar de años.

El suelo natural tiene un origen, tiene un desarrollo y termina por destruirse. Se ha dicho que, en este aspecto, el suelo podría considerarse como un momento en la vida de una roca.

Las rocas, por la acción de una serie de agentes exteriores (atmósfera, torrentes, ríos, mar, glaciares, etc.), se rompen, se desmenuzan y, como consecuencia de la acción física de estos agentes, se forman cantos rodados, gravas, arena gruesa y arena fina. Estos productos de la destrucción de la roca provienen de acciones físicas y no han hecho variar la composición química de las partículas que los constituyen. Pero, después, intervienen acciones químicas y entonces las moléculas constituyentes de las partículas de roca desmenuzada reaccionan con otros cuerpos, con otros elementos, y se forma un componente del suelo, de interés extraordinario, que conocemos con el nombre de arcilla, la cual está constituida por partículas de tamaño coloidal, cuyo diámetro es menor de dos milésimas de milímetro, y están formadas por minerales cristalinos del grupo de los silicatos. Podemos extraer arcillas de diversos suelos y al analizarlas encontrar composiciones diferentes, porque pueden estar formadas por silicatos distintos.

Entre el tamaño de la arcilla y el de la arena hay otro componente: el limo.

Esta fracción no está muy bien caracterizada y en ella se acumulan productos de desintegración física y materiales procedentes de alteración química.

Además de estos componentes minerales el suelo natural tiene componentes orgánicos, procedentes de la descomposición de los vegetales que sobre él viven y de la fauna que en su seno habita: arácnidos, insectos, gusanos, etcétera. Como consecuencia de esta destrucción se forma el humus o mantillo. Si penetramos en un bosque, veremos el suelo tapizado de hojas verdes que no hace mucho tiempo han caído, pero debajo de estas hojas encontraremos otras, que cayeron antes, que han perdido el color verde y la flexibilidad, son de color pardo y se rompen fácilmente. Si profundizamos más, veremos que las hojas han perdido su estructura y nos hallamos ante una masa negruzca, conjunto de restos vegetales y

también de restos animales transformados, que es el humus.

Por tanto, en un suelo encontramos estos componentes: grava, arena gruesa, arena fina, limo y arcilla (todo esto constituye la materia mineral), y el humus, que constituye la materia orgánica.

Estos materiales mezclados se colocan en capas que reciben el nombre de *horizontales*, las cuales pueden apreciarse muy bien en un corte del terreno que se conoce con el nombre de *perfil*. El dibujo adjunto (Fig. 1) representa un perfil de suelo natural. En él vemos horizontes A, B y C. El horizonte A es de lavado, el agua disuelve substancias que son arrastradas a capas inferiores. El horizonte B es de depósito; las substancias disueltas en el horizonte A son depositadas en éste, que llamamos B. Por eso este horizonte acostumbra a tener colores fuertes que le dan los componentes de hierro que se depositan. Con la letra C se representa al horizonte constituido por la roca.

Si cortamos un suelo natural podremos apreciar perfectamente esos horizontes, desde el más superficial, constituido por una capa de humus, hasta llegar a la roca que, en algunas ocasiones, es el material originario (cuando el suelo no ha sido transportado) y, en otras, le sirve solamente de sustrato pero no ha sido el material originario (cuando el suelo proviene de otra roca y los materiales han sido arrastrados).

Un suelo formado como acabamos de decir no permanece indefinidamente; sus materiales pueden ser arrastrados por las aguas y el suelo se destruye. La importancia de esta destrucción es tan grande, que en los Estados Unidos de América se ha hecho un cálculo aproximado del valor que suponen las tierras arrastradas al mar por los ríos que discurren por su país y las cifras son de tal cuantía que se ha establecido una extensa organización para la conservación de los suelos, que no solamente se extiende por todo el país, sino que envía publicaciones con advertencias y consejos a todos los países del mundo.