

de ésto, el agua está siempre infiltrándose á través de los poros y grietas de las rocas, llevándose unas veces y depositando otras, sustancia mineral (de la manera explicada en las *Nociones de Geografía Física*, Arts. 117-125) contribuyendo á unir entre sí con más firmeza los granos de muchas rocas.

105. Si ahora se preguntase lo que es una roca sedimentaria ordinaria, se daría en seguida una definición parecida á la siguiente, con claro conocimiento de la cosa : « Una roca sedimentaria es la que está formada de sedimento procedente del desperdicio de rocas más viejas y depositado en el agua. Generalmente deja ver la característica disposición estratificada de los depósitos formados por el agua. Desde que se formó primitivamente se ha endurecido, por lo común, hasta formar piedra, por presión ó por infiltración. »

IV. Cómo vienen á encontrarse restos de plantas y animales en las rocas sedimentarias.

106. Aunque las rocas sedimentarias se componen de sustancias como cascajo, arena ó limo, suelen contener otras cosas de igual interés é importancia. Por ejemplo, las figuras 12 y 13 representan dos pedazos más de esquisto, en los cuales se ven ciertos objetos muy diferentes del sedimento ordinario que constituye la piedra. Veamos primeramente lo que son dichos objetos, y luego cómo llegaron á embutirse en la piedra.

107. Empezaremos por la muestra dibujada en la Fig. 12. En la piedra veremos solamente un frag-

mento de esquisto común, formado de las mismas materias, y arregladas del mismo modo estratificado, que en el anterior ejemplar de aquella roca.

108. Pero ¿qué es el objeto negro que hay en la

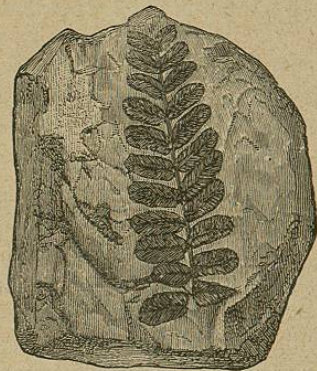


FIG. 12. — Pedazo de esquisto que contiene una parte de helecho fósil.

superficie superior de la piedra? Desde luego se ve que tiene la forma de una planta que se parece á un helecho. Examinándola más de cerca, y siguiendo las delicadas venas de las hojas, no cabe duda de que, aunque ya no es blanda ni verde, fué en un tiempo un helecho vivo : se ha transformado en una sustancia negra que, al observarla cuidadosamente, se ve que es una especie de carbón. Pueden presentarse fragmentos pequeños y capas de la misma sustancia negra en todo el pedazo de esquisto. Si se raspa un poco y el polvo raspado se coloca en la punta de un cuchillo, se verá que se consume con el fuego la materia negra, mientras que

no se consumen los granos de arena ó arcilla. Estos fragmentos ó capas son solamente y con toda evidencia hojas y ramitas de diferentes plantas, incrustadas al mismo tiempo que aquel helecho más grande y mejor conservado. Pero, ¿cómo se introdujeron estas plantas en el corazón de un pedazo de piedra?

109. Para entender cómo sucedió ésto, tenemos otra vez que volver á buscar lo que la naturaleza está haciendo en nuestros días. No se habrá olvidado que cuando se observaba el arroyuelo en miniatura que corría por el inclinado camino (Art. 88), se notó que algunas veces arrastraba pajitas, madera, papel y otros objetos sueltos que se hallaban á su paso; algunos de éstos se iban flotando hasta la salida más próxima y pronto se perdían de vista; pero otros se hundían al fondo del charquito. Mírese de nuevo la sección que hicimos entonces (Fig. 10), y se verá que contiene astillitas de madera, ó pajas, ú hojas y espigas de hierba, entre la arena fina y el limo dejado allí por la lluvia. Estos objetos se asientan planamente entre las delgadas capas de sedimento; y pensando en ello se entenderá que esa debe ser la posición que naturalmente tomen al hundirse al fondo. La lluvia puede, por tanto, llevarse hojas y otras partes de las plantas, depositarlas en un charco donde se *interstratifican* con el fango, esto es, se depositan entre sus capas y son cubiertas por otras nuevas.

110. Aun hay más: obsérvese lo que se verifica en las márgenes ó boca de todo río, y pronto se notará que las hojas, ramas y otros objetos flotan-

tes llevados por la corriente río abajo, acaban por irse al fondo, para ser allí incrustados y gradualmente cubiertos por la creciente acumulación de arena y fango. Haciendo excavaciones en alguno de estos depósitos de las orillas, se encuentran algunas veces capas de hojas ó ramitas, agrupadas de la misma manera estratificada que el sedimento que tienen encima y debajo. Estos depósitos de vegetación movediza suelen formar una parte importante de las acumulaciones que constituyen el delta de un río (*Nociones de Geografía Física*, Art. 180).

111. Pero tiene que suceder forzosamente y de continuo que, antes de que las hojas, ramas ó troncos de los árboles se saturen ó empapen tanto de agua, que se hundan al fondo, sean arrastrados al mar; en tales casos pueden flotando apartarse gran trecho de la costa antes que caigan al fondo y se entierren en el fango y arena que allí haya. Por esto, ya en los lechos de los ríos, ya en el fondo de lagos y mares, tienen que estar cayendo continuamente en los depósitos sedimentarios que se reúnan, restos de plantas terrestres.

112. Ahora se comprenderá de qué manera se encuentran pedazos de helecho ó de otra clase de plantas terrestres, en el corazón de una piedra tan sólida como nuestro trozo de esquisto. La piedra no fué en otro tiempo, sino sedimento depositado bajo el agua, y las fragmentarias plantas fueron arrastradas desde el lugar donde habían crecido hasta que, por último, quedaron sepultadas entre el sedimento. Al endurecerse el fango para formar el esquisto, se

fué alterando cada vez más la planta, hasta que se convirtió en carbón su sustancia. Más adelante se verá que el carbón fué en otro tiempo vegetación, que sepultada bajo grandes masas de sedimento se ha ido poco á poco convirtiendo en la negra sustancia lustrosa, que tan familiar nos es.

113. No son sólo las plantas, sin embargo, las que se encuentran incrustadas en las rocas sedimentarias. En la figura 13, por ejemplo, tenemos el dibujo de

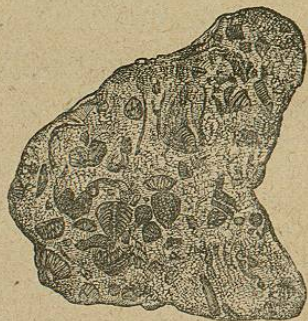


FIG. 13. — Trozo de esquisto con restos animales.

un trozo de esquisto en el cual pueden verse algunas conchas y otros restos animales, principalmente *trilobitos*, esto es, animalillos marinos que pertenecen á la misma extensa familia del cangrejo y la langosta. No es necesario que se diga cómo llegaron allí, porque se ha aprendido ya que todo lo que cae al fondo de los mares ó lagos se sepulta en el sedimento. Los restos de conchas, corales, peces, ó de otro animal cualquiera que viva en el agua,

tienen que agruparse en el fondo cuando estos animales mueren, y quedar incrustados en el fango y demás depósitos que están allí formándose. Claro es, pues, que de esta manera se conservaron las conchas y corales del trozo de esquisto.

114. ¿Quién no ha reparado alguna vez los charquillos de agua salada que quedan en las rocas de una costa cuando se retira la marea? ¡Cuán llenos de vida están! Aquí retoñan penachos de sargazo, allí aparecen grupos de anémones de mar de alegres tintes, en los lados se pegan caracoles y lepadas, y allá abajo por el fondo, se ven serpeando cautelosamente para ocultarse cangrejuelos, y otras muchas más clases de habitantes del mar, de nombres desconocidos, que se mueven de un lado para otro. Si se mira un poco más de cerca, puede notarse que algunas de las conchas del fondo están vacías, por muerte de los animales que en ellas vivieran antes, y que se ven también por allí pedazos rotos de otros seres muertos.

115. Está de más decir que no ha de suponerse que todo el fondo del mar es como el de uno de aquellos charquillos de la playa. Las plantas y animales de los charcos son los que viven en las orillas y en los sitios de poco fondo de los mares, y las partes más profundas tienen otras plantas y otros animales, que les son peculiares; pero aunque estos seres vivos se diferencian muchísimo en las diversas partes del piso del océano, y aunque puedan faltar en algunos sitios, en manchas de cascajo, arena ó piedra, el piso del gran mar se parece al del charquito de la playa, en cuanto á tener una

abundancia de muchas clases de animales vivos, y de restos de otros muertos. Así es que los depósitos de arena y fango que se acumulan sobre el fondo del mar tienen indispensablemente que contener abundantes reliquias de estos seres.

116. Si, pues, quedan muy generalmente sepultados restos de plantas y de animales en las acumulaciones de sedimento que ahora se aumentan de día en día en el fondo de lagos y mares, podemos asegurar que lo mismo habrá sucedido en los pasados tiempos, y que las rocas sedimentarias, que solamente son sedimento endurecido en el fondo de antiguos lagos ó mares, también contendrán restos de plantas y animales; y con abundancia los contienen, encontrándose piedras arenosas, esquistos y otras rocas sedimentarias, tan llenas de tales restos como pueda estar poblada de vida cualquier parte del moderno fondo de los mares.

117. Toda reliquia de planta ó animal incrustada en una roca se llama un *fósil*. El helecho en la Fig. 12, por ejemplo, y las conchas y trilobitos de la Fig. 13, son fósiles. En la lección siguiente indicaremos algunas de las cosas que los fósiles nos dan á conocer.

V. Una cantera y lo que nos enseña.

118. En las lecciones que preceden se ha aprendido lo que es sedimento; cómo diferentes clases de sedimento, arregladas bajo el agua, se han convertido en rocas sedimentarias, y cómo pueden contener los restos de plantas ó animales. Tratemos ahora de hacer algunas preguntas á estas rocas, para que nos cuenten su propia historia.

119. Si se va á las canteras que abundan en muchas partes de este país, puede aprenderse mucho sobre este punto. Supongámonos en una como la que representa la Fig. 14.

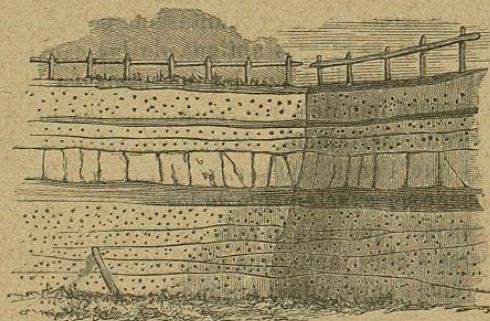


FIG. 14. — Cantera de rocas sedimentarias.

120. En primer lugar ¿cuál es el rasgo de la cantera que más llama la atención forzosamente al entrar? Se responderá en seguida: la *estratificación* de las rocas, arregladas en capas ó tongas, una sobre otra, en aquella disposición estratificada que se ha visto que es tan característica de las rocas depositadas como sedimento debajo del agua. (Arts. 90-101.)

121. En segundo lugar, se observará que no todas se componen de los mismos materiales. Algunas son de conglomerado fino (las marcadas con circulitos y puntos en el grabado), otras de varias clases de piedra arenosa (marcadas con puntos más pequeños) y otras de esquistos y arcillas (marcadas

con líneas horizontales). Estas capas ó *strata*, que así se llaman, alternan entre sí irregularmente, del mismo modo que el cascajo, la arena y el fango, pueden encontrarse alternando en el delta de un río ó debajo del mar.

122. En tercer lugar, permítaseme pedir que se indique cuál es la más antigua de las capas. Sin vacilar se responderá que las que están en la base de la cantera han de ser forzosamente las más viejas, porque ciertamente fueron depositadas antes que las que tienen encima de ellas. La capa más baja puede ser exactamente de los mismos materiales y espesor que una ó más de las otras, y puede parecerse á ellos tanto, que no pudiera distinguirse la diferencia entre ellas, mirándolas aisladamente. Sin embargo, el presentarse la una encima de la otra, prueba que no son una misma capa, sino que han sido formadas en épocas diferentes, y la una después de la otra. En todos los casos semejantes, son las más viejas las capas que están en el fondo, y las que están encima de todas, las más nuevas. Esta disposición de una capa ó estrato sobre otra se llama el *orden de superposición*.

123. En una cantera como la dibujada en el grabado, este orden es sin duda muy simple y de suyo evidente, pero después se sabrá que no es lo común que sea tan claro; porque en muchos casos las rocas están ocultas por sustancias terrosas ó de otra manera, y se necesita mucho cuidado y no poca paciencia para averiguar con certeza su verdadero orden de superposición. Pero cuando, á pesar de todas las dificultades, se consigue demostrar cuáles

son las rocas de la base y cuáles las que están encima de todas, se determina al mismo tiempo cuáles son las más viejas y cuáles las más nuevas.

124. En cuarto lugar, veamos si las rocas de esta cantera han conservado alguna prueba del sitio en que fueron depositadas. Partimos en dos pedazos alguna de las capas más bajas de piedra arenosa y encontramos que sus superficies suelen estar cubiertas de marcas semejantes á las representadas en el siguiente dibujo (Fig. 15). ¿ Hemos visto alguna

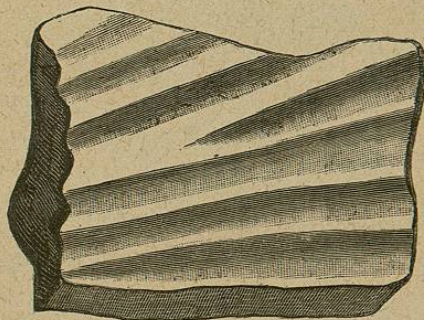


Fig. 15. — Marcas del oleaje en la piedra arenosa.

vez cosa parecida en otras partes? El que haya paseado alguna vez por una playa llana de arena, debe de haberse fijado en las huellas que el oleaje pequeño, del agua de poco fondo, deja en la blanda arena. Son precisamente las mismas que se ven en la piedra arenosa. También pueden verse en la orilla pendiente de un lago, y en todas partes donde el viento haya impulsado al agua, en pequeñas onditas, sobre un fondo de arena. Son señal de agua

de poco fondo. Por lo tanto hemos aprendido en nuestra cantera un hecho importante en cuanto al origen de estas rocas, á saber; que no fueron depositadas en mar de mucho fondo, sino en poca agua.

125. Miremos aun más detenidamente estas capas ó estratos, y notemos cuando menos que algunas de ellas están cubiertas de una manera curiosa de huecos pequeños y redondos, del tamaño de guisantes ó menores. El aspecto general de estas su-

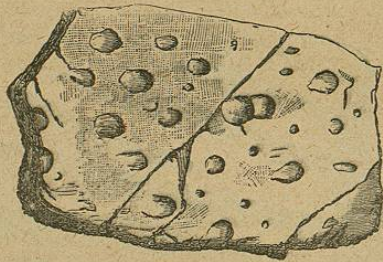


Fig. 16. -- Marcas de la lluvia en la piedra arenosa.

perficie agujereada es el expuesto en la Fig. 16. ¿Cómo se formaron esos hoyos? Del mismo modo que las huellas de las olas, deben naturalmente haberse impreso en la arena cuando estaba blanda y antes de endurecerse y convertirse en piedra. Tenemos también que buscar la explicación, atendiendo á lo que se verifica ahora. Ya se sabe que cuando caen gotas de lluvia en una superficie lisa de arena húmeda, como la de una playa, cada gota hace una pequeña marca ú hoyo. Ya se ha aprendido algo sobre estas marcas de la lluvia, y comparando el dibujo que tenemos delante con la pintura de la

impresiones hechas por la lluvia, en las *Nociones de Geografía Física*, Fig. 9, se verá que esencialmente son las mismas, y que unas y otras han sido hechas por la caída de gotas de lluvia en arena suave y húmeda.

126. Aquí, pues, es otro hecho que arroja todavía más luz en la historia de estas rocas. Las marcas de las olas demuestran que el agua tiene que haber sido de poco fondo; las de la lluvia prueban que tiene que haberse formado en una playa que debía quedarse, de vez en cuando, en seco, expuesta al aire y á la lluvia. ¿Podemos, pues, decir ahora si el agua era salada ó fresca? en otras palabras, ¿era esta playa, costa de un lago ó de un mar?

127. Volvamos ahora á las rocas mismas, y de algunas de las capas de esquisto, recojamos cierto número de *fósiles*, que nos permitan responder á la pregunta. Si se pesca en un lago, ¿se encontrará solamente la misma clase de peces que en el mar? Ciertamente que no; pronto se verá que no sólo los peces, sino los demás animales y plantas que viven en agua dulce, se diferencian de los que habitan el agua salada. Las estrellas de mar, lepidas, ostras y platiijas, por ejemplo, son habitantes del mar, y en cambio las percas, los varios, y los peces-espinas, pertenecen á los ríos y lagos. Puede, por lo tanto, comprenderse que los restos de animales y plantas conservados en los depósitos del fondo del mar, deben diferenciarse de los conservados en los del fondo de los lagos.

128. Algunos de los *fósiles* recogidos están representados en la Fig. 17. Entre éstos, *a* es el

coral, *b* es parte del tallo unido á la encrina ó cro-noide, animal que tiene relación con la estrella de mar común; y *c* es una concha que pertenece á una

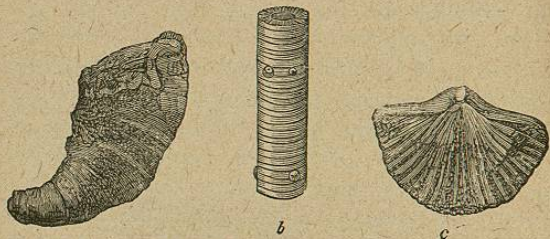


FIG. 17. — Fósiles. *a*, coral; *b*, parte de encrina; *c*, *spirifer*, concha marina.

familia cuyos miembros son todos habitantes de la mar. Ahora bien, todos éstos son animales marinos fuera de duda, y cuando los encontramos asociados de esta manera en una capa de piedra, estamos seguros de que las materias que componen la piedra tienen indispensablemente que haber sido depositadas en el fondo del mar; es posible que fueran arrojadas á la orilla del mar antiguo, como hoy lo son las conchas.

129. Aquí se presenta un tercer hecho sobre la historia de nuestras rocas. Las marcas del olcaje y las de la lluvia nos dijeron con seguridad que se formaron en agua de poco fondo cerca de la orilla y en una playa; y los fósiles nos prueban ahora que aquellas aguas eran del mar.

130. En la cantera se han encontrado, por consiguiente, pruebas claras de que han cambiado de sitio el mar y las tierras. Aunque esté la cantera

en lo más interior del país, de nada, sin embargo, puede estarse más seguro que de que el mar llegó en una época pasada, hasta el lugar que aquella ocupa, y si se busca en otras canteras, se encontrará en todas ellas las mismas clases de pruebas de la presencia anterior del mar. En resumen, si desde el sur de Inglaterra se partiera con dirección al norte, hasta el extremo de Escocia, casi todas las canteras que se encontraran serian de rocas que en su origen se formaron debajo del mar. En esa jornada podría aprenderse que casi todo nuestro país se compone de esas rocas. Abajo, en las profundidades de las minas, y arriba, en las cumbres de las altas montañas, se daría con rocas de dicha clase, lo cual no sucede sólo en la Gran Bretaña: cruzando la Europa y mirando con cuidado á todas las rocas que se hallen al paso, se vería también que las formadas en la mar constituyen una inmensa mayoría. Desde Europa hasta Asia, y de Asia atravesando África por un lado, y toda la extensión de América por otro, se encontrarían más rocas formadas en los mares, que de todas las demás clases. Las más altas montañas del mundo están compuestas de rocas formadas en los mares.

131. ¿No es una cosa singular, que la tierra firme haya sido en su mayor parte hecha en el fondo del mar? Las rocas deben haberse levantado de un modo ú otro fuera de las aguas, y ya que la tierra es tan desigual, deben haberse levantado en algunos puntos más que en otros. El modo de levantarse el fondo del mar, será tratado en la última lección. Primeramente tenemos que investigar la historia de

otras ciertas rocas, muchas de las cuales han sido también formadas en el fondo del mar.

ROCAS ORGÁNICAS Ó ROCAS FORMADAS DE RESTOS DE PLANTAS Y ANIMALES

I. Rocas formadas de restos de plantas.

132. Esparcidas tan abundantemente en los sedimentos ordinarios, materias tales como hojas, ramas y tallos de plantas, conchas y otros restos de animales, es fácil comprender que algunas veces se encuentren en cantidades que lleguen á formar por sí solas grandes depósitos. Apenas podría decirse que éstos eran sedimentarios, en el mismo sentido con que se designa así la piedra arenosa y el esquisto. Podemos llamarlas *rocas orgánicas* ó *rocas formadas orgánicamente*, porque deben su origen á la acumulación de lo que se llaman *restos orgánicos* ó fósiles, esto es, restos de plantas y animales. Una planta ó un animal vive y crece por medio de lo que se entiende por *órganos*. Por ejemplo, al andar nos valemos de las piernas que son nuestros *órganos de locomoción*; hablamos con la boca que contiene nuestros *órganos de vocalización*; vemos á favor de los ojos, que son nuestros *órganos de visión*, y así de todos los demás *órganos*. Se dice de todos los objetos, que poseen *órganos*, por consiguiente, que están organizados ó que son un *organismo*; de manera que cuando se vea esta palabra organismo, debe recordarse que significa una planta ó un animal, pues solamente las plantas y los animales están realmente organizados.

133. Empezemos por aquellas rocas que se han formado con restos de las plantas. Como ejemplo, examinemos cuidadosamente un *pedazo de carbón*. Si se comprende todo lo que puede enseñar, no habrá luego dificultad en trazar la historia de otras rocas que pertenezcan á esta serie.

134. Ya se conoce el aspecto general del carbón. ¿Se ha reparado que, aunque cuando se pone en la chimenea está partido en trozos irregulares y toscos, tiene, sin embargo, una disposición en capas como la rocas sedimentarias? Trátese de romper un pedazo grande y compacto de carbón, y se verá que generalmente se abre más fácilmente en una dirección que en otra, y que ésta es la de las capas delgadas que constituyen el carbón. Si se quiere que ardan pronto y hagan un buen fuego grandes pedazos de carbón, hay que tener cuidado en ponerlos en la chimenea de modo que estas capas estén más ó menos verticales. En esa posición el calor las abre.

135. Ahora mírese el extremo de un pedrusco de carbón, donde están á la vista los cantos de las capas; no pueden verse tan claramente y con tanta facilidad como en un pedazo de esquisto, porque parecen confundirse las unas con las otras; pero puede notarse que entre las capas de sustancia dura, luciente, cristalina, se presentan otras de un material blando como el carbón vegetal. Una mera ojeada general á una pieza así de carbón bastará para demostrar que es estratificada.

136. Sabido es que el carbón puede consumirse por el fuego de tal manera que solamente deje detrás cenizas, y que en este concepto se parece á la