

otros tantos testimonios en los primeros niveles de los rios. Tales son los bluffs, ó quebradas de rios que rodean hoy el valle del Mississippi, en una gran porcion del curso de este rio. Las porciones superiores de estos bluffs, que en Natchez y otras partes, se elevan con frecuencia á la altura de sesenta metros sobre la llanura aluvial, consisten en limo con conchas terrestres ó de agua dulce de los géneros *Helix*, *Pupa*, *Succinea* y *Limnaea*, pertenecientes á las especies que habitan hoy los bosques y los pantanos inmediatos. En el mismo limo se encuentran tambien osamentas de mastodonte, de elefante, de megalonix, y de otros cuadrúpedos extinguidos.

Hemos tratado de demostrar la naturaleza sedimentaria de los depósitos que forman el delta y la llanura aluvial del Mississippi y que extendiéndose en una superficie de 48 á 50,000 kilómetros cuadrados, tienen en algunos puntos centenares de metros de espesor. Aunque por falta de datos no podemos determinar rigurosamente el número de años que ha sido necesario para que las aguas trasportaran tan gran cantidad de materia terrosa desde puntos elevados hasta la comarca inferior, podemos sin embargo calcular aproximadamente la menor duracion de esta operacion demostrando experimentalmente la cantidad de agua que lleva cada año el Mississippi y el término medio anual de las materias sólidas que contienen estas aguas. Ahora bien, el cálculo mas corto, nos conduciria á remontar á algunas docenas de miles de años, la formacion del delta actual aunque su origen sea en cierto modo un acontecimiento de ayer, si se le compara con los terraplenes formados de limo de que hemos hablado anteriormente. Las materias de los bluffs, han sido producidas durante el primer período de una gran oscilacion de nivel que ha hecho descender á sesenta metros una superficie mas extensa que el delta y la llanura del Mississippi y que ha vuelto á colocar al país en su posicion primera.

LOESS DEL VALLE DEL RHIN. Una sucesion análoga de cambios geográficos acompañada de la produccion de una formacion fluvial muy parecida á la que rodea la gran llanura del Mississippi, parece haberse producido en la cuenta hidrográfica del Rin, cuando esta cuenca habia ya adquirido su configuracion presente en montañas y valles. Queremos hablar del depósito llamado *Loess* en una parte de Alemania y Lehm en Alsacia, depósito lleno de conchas terrestres y de agua dulce pertenecientes á especies vivas. Es una arena de granos muy finos con limo pulverulento de color gris amarillento que consiste principalmente en materia arcillosa mezclada con una sexta parte de carbonato de cal, y una sexta parte de arena cuarzosa y micácea. Contiene tambien concreciones ó nodulos calizos arenosos que exceden comunmente del tamaño de una cabeza humana. Su espesor total varia en algunos puntos entre sesenta y noventa y seis metros; la masa no presenta frecuentemente signo alguno de estratificacion excepto hacia la base donde se manifiesta á trechos y accidentalmente una mezcla confusa de materias quitadas á las rocas subyacentes. Este depósito tiene tan poca consistencia y es tan fácil destruir que cada arroyuelo que corre en su superficie la surca y penetra profundamente, por lo comun termina en un escarpado vertical en cuya superficie, se ven esparcidas conchas terrestres que se proyectan en relieve.

En todas sus circunstancias presenta este depósito exactamente lo contrario del loess del Mississippi. Es tan homogéneo que no muestra indicio alguno de estratificacion, lo cual sin duda es debido á que sus elementos proceden de un origen comun y han sido acumulados por una accion uniforme. Sin embargo se observan pruebas distintas de un depósito sucesivo en algunos puntos donde alternan materias muy groseras con materias mas finas especialmente hacia la parte inferior. A veces se ven concreciones calizas que

contienen tambien conchas terrestres y que se hallan dispuestas en la masa en capas horizontales. Este depósito notable por su situacion, su gran extension, su espesor, la homogeneidad de su composicion mineral y su origen de agua dulce, manifiesta claramente por su distribucion que despues de la época en que el gran valle del Rin desde Schaffouse hasta Bonn, habiendo adquirido su forma actual, presentaba un fondo sembrado de piedras, sobrevino un período durante el cual este valle se llenó desde una orilla á otra de limo fino depositado probablemente por las inundaciones de los rios; es claro que un limo semejante debió igualmente esparcirse desde las regiones superiores á los valles de los principales tributarios del Rin. Se puede seguir su huella en el Wurtemberg por el valle del Necker partiendo de Francfort y subiendo el valle del Mein hasta mas arriba de Detolbach. Se le vuelve á encontrar en las cercanías de Maguncia, de Eppelsheim y de Worms, en la orilla izquierda del Rin y al lado opuesto en la esplanada que hay mas arriba de Bergstrasse entre Wiesloch y Bruchsal donde llega á un espesor de sesenta metros. Cerca de Strasburgo se le encuentra en masas extensas; existe al pié de los Vosges al lado izquierdo, y en la falda de las montañas de la Selva Negra al lado derecho. El Kaiserstuhl, montaña volcánica, que se eleva en medio de la llanura del Rin cerca de Friburgo, ha estado casi enteramente cubierta de este depósito como tambien los volcanes apagados situados entre Coblenza y Bonn. Cerca de Andernach en el Kirchweg, el loess mezclado con sus conchas ordinarias alterna con una materia volcánica y sobre ellas reposan lechos de pomez, de piedrecillas y de arena volcánica de tres á cuatro metros de espesor muy análogas á las materias en que fue sepultada Pompeya. En este punto de union no existe caso alguno del loess á la capa de pomez que tiene sobrepuesta y esta última sigue la inclinacion de la montaña como si hubiera caido en forma de lluvia sobre una pendiente formada en parte de loess.

Pero en general, el loess es superior á todos los productos volcánicos, aun á los que existen entre Neuvied y Bonn y que tienen aspecto mas moderno, ha llenado en parte el cráter de Roderberg, volcan apagado situado cerca de Bonn. En 1833, un pozo abierto en el fondo de este cráter ha atravesado veinte y un metros de loess, en una parte del cual se han encontrado las concreciones calizas habituales.

La estratificacion alternada del loess con los lechos de pomez y de cenizas volcánicas, ha hecho pensar que durante y despues de la formacion del depósito se verificaron algunas de las últimas erupciones volcánicas del bajo Eifel. Si esta opinion prevaleciera, nos veriamos obligados á señalar á estas erupciones una fecha muy moderada. Este punto curioso necesita ser examinado de nuevo, tanto mas cuanto que es posible que las aguas del Rin engrosadas por el derretimiento de las nieves y hielos y corriendo desde una gran altura al través de un valle obstruido por el loess, hayan arrastrado las escorias movibles superficiales, asi como la pomez de los volcanes del Eifel y las hayan esparcido accidentalmente sobre el limo amarillo. En algunos casos tambien, la fundicion de las nieves en la vertiente de conos volcánicos puede haber ocasionado inundaciones locales capaces de arrastrar las piedras pomez ligeras á las tierras bajas adyacentes.

La primera idea que se ha ocurrido á muchos geólogos despues del exámen del loess que se encuentra entre Maguncia y Basilea, ha sido imaginar que habia existido en otro tiempo un gran lago entre estas dos ciudades en el valle del Rin. Este lago habria enviado grandes ramificaciones en la direccion del curso del Mein, del Necker y otros valles tributarios en cada uno de los cuales se encuentran hoy grandes trozos de loess. La barrera del lago habria existido en parte

en la garganta estrecha y pintoresca del Rin entre Bingen y Bonn; pero esta teoria no puede explicar los diferentes fenómenos cuando se observa que aquella misma garganta ha sido en otro tiempo llena de loess que ha debido depositarse en ella tranquilamente lo mismo que en el valle lateral del Lahm que comunica con la garganta. El loess ha cubierto igualmente la elevada plataforma inmediata cerca de la aldea de Plaidt mas arriba de Andernach; ademas, si se descubre mas lejos hacia el Norte, se descubre que las colinas del grande valle entre Bonn y Colonia, llevan loess en sus laderas, y que este depósito cubre tambien en ciertos puntos el guijo de la llanura; hasta Colonia y en todos los alrededores de esta ciudad.

Para terminar estas objeciones á la teoria lacustrial, recordaremos que se ve cerca de Basilea el loess cubriendo montañas de mas de 350 metros sobre el nivel del mar; de suerte, que una barrera capaz de separar el Océano del lago supuesto; habria exigido una altura por lo menos tan considerable como la de las montañas llamadas las Siete Colinas (Siebengebirge) cerca de Bonn, de las cuales la mas elevada el Oehlberg tiene 368 metros sobre el nivel del Rin, y 417 sobre el del mar. Seria necesario ademas colocar esta barrera un poco mas abajo de Colonia, precisamente en el punto donde el nivel del suelo es actualmente el mas bajo.

Asi pues, en lugar de suponer un lago continuo de una extension y de una profundidad suficientes para permitir la acumulacion simultánea del loess á diferentes alturas sobre la superficie total donde se le encuentra hoy dia, Lyell propone la explicacion siguiente. Despues del período en que las comarcas hoy dia bañadas por el Rin y sus tributarios, hubieron casi adquirido su forma y sus circunstancias geográficas actuales, estas comarcas volvieron á bajar gradualmente por un movimiento semejante al que se verifica en nuestros dias en la costa occidental de Groenlandia. A medida que el país bajó, la pendiente general de las aguas entre los Alpes y el Océano, disminuyó igualmente, y los valles principal y lateral en adelante mas expuestos á las inundaciones de los rios, se llenaron parcialmente de limo fluvial que contenia conchas terrestres y de agua dulce; cuando por esta accion un espesor de algunos centenares de metros de loess, se hubo depositado con lentitud, la region entera volvió á empezar á elevarse gradualmente. Durante este movimiento, una grande cantidad de limo fino debió ser arrastrada por el poder de la desnudacion de las lluvias y de los rios, los valles originarios fueron abiertos de nuevo, y la comarca casi restituida á su estado primitivo á excepcion de algunas masas ó pedazos de loess que quedan hoy, y que por su frecuencia y su notable homogeneidad de composicion y de fósiles, demuestran su antigua continuidad y su comun origen. Si se admiten estas oscilaciones de nivel, no hay necesidad de suponer la elevacion, y mas tarde el descenso de una barrera de montaña capaz de excluir el Océano del valle de Rin durante el período de la acumulacion del loess.

La proporcion de las conchas terrestres de los géneros *Helix*, *Pupa* y *Bulimus*, es considerable en el loess; pero en algunos puntos se encuentran tambien especies acuáticas de *Limnaea*, *Paludina* y *Planorbis*. Durante las inundaciones, estas conchas han podido ser arrancadas de los estanques poco profundos y de los pantanos inmediatos á los rios, y la gran extension del suelo pantanoso producida por extensos desbordamientos, ha debido favorecer la multiplicacion de los moluscos anfibios, tales como la *Succinea elongata* (fig. 65) que es casi siempre característica de esta formacion y que se encuentra algunas veces acompañada como en las cercanías de Bonn de otra especie, la *S. anfibia*.

En otros fósiles que abundan en el loess, se citan

el *Helix plebeium* y la *Pupa muscorum* (fig. 66 y 67)* Las conchas terrestres ó acuáticas conservadas en este depósito aunque de una estructura de las mas frágiles y mas delicadas, se hallan casi invariablemente en un estado perfecto de conservacion; y es indudable que hubieran sido hechas pedazos si las hubiera arrastrado una inundacion violenta. El color mismo de algunas de las conchas terrestres tales como el *Helix nemoralis*, subsiste algunas veces.

Las osamentas de animales vertebrados son raras en el loess, pero se han encontrado restos de mamut, de caballo, y de algunos otros cuadrúpedos. En la aldea de Binningen y en las colinas llamadas Bruder-Holz cerca de Basilea, se han encontrado vértebras de peces con las conchas ordinarias. Estas vértebras segun Agassiz, pertenecen sin duda alguna á la familia de los tiburones, quizá al género *Lamna*. Para explicar su presencia entre las conchas terrestres y de agua dulce, se puede recordar que algunos peces de esta familia suben el Senegal, el Amazonas y otros rios grandes hasta la distancia de algunos centenares de kilómetros del Océano.

En Cannstadt cerca de Stuttgart en un valle que pertenece tambien á la cuenca hidrográfica del Rin, se ve pasar el loess sobre lechos de toba calcárea y de travertín. Muchos valles del Norte de Alemania como el del Ilm en Weimar y el de Tonna al Norte de Gotha, muestran masas semejantes de calizas modernas llenas de conchas recientes de los géneros *Planorbis*, *Limnaea*, *Paludina* etc. de un espesor de 15 á 25 metros, y cubiertas por un lecho de loess muy análogo al del Rin. En estas calizas modernas usadas para las construcciones, se encuentran huesos de *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Ursus spelæus*, *Hyaena spæa*, con huesos de caballo, de buey, de ciervo, y de otros cuadrúpedos etc. En una cantera de Tonna, y á la profundidad de 5 metros, se han encontrado encerrados en una roca caliza y rodeados de hojas dicotiledonas petrificadas, cuatro huevos de una serpiente del tamaño de la mayor culebra de Europa, los cuales con otros tres estaban dispuestos en serie, es decir, uno tras de otro.

Estos deben ser los primeros restos de reptiles que se han encontrado en capas de esta edad.

En estos diferentes casos, la relacion de las conchas con las especies europeas recientes, nos conducen á referir á una época muy moderna la ocupacion y excavacion subsiguiente de los valles; habiendo durado sin duda esta operacion un largo período de tiempo desde el cual la fauna mamífera ha sufrido un cambio considerable.

CAPITULO XI.

PERIODO DEL NUEVO PLIOCENO.—FORMACION DE TRANSPORTE.

ENTRE las diferentes clases de aluviones, hemos citado anteriormente la formacion de transporte del Norte de Europa, á la cual ciertos caracteres particulares parece que pueden hacerla asignar hoy como fecha, por una parte el período del post-plioceno, y por otra, el del nuevo plioceno. Hablaremos primero de la fraccion que se extiende desde las montañas de la Finlandia y de la Escandinavia al Norte de la Rusia, sobre las comarcas bajas que costean el Báltico, y se prolonga hacia el Sur hasta la costa oriental de Inglaterra. Esta fraccion cuyo espesor excede á veces de 30 metros, consiste en limo, arena y arcilla, algunas veces estratificadas; la parte no estratificada ha recibido en Escocia el nombre de *Till*. Se encuentran en ella generalmente muchos fragmentos de rocas, unos angulosos, otros redondeados, procedentes de formaciones de todas edades; fosilíferos, volcánicos ó

hipogenos, y llevados á veces de grandes distancias. Algunos de estos peñascos miden á veces centenares de metros, y sus dimensiones aumentan á medida que se avanza hacia el Norte. Casi siempre el till no presenta mas restos orgánicos que los arrancados por las aguas á formaciones mas antiguas; así pues, su edad casi no se puede reconocer sino únicamente por su posición relativa.

Aunque el depósito de transporte ó *drift del Norte* como se le ha llamado algunas veces, se componga de una gran proporción de fragmentos traídos de puntos frecuentemente distantes algunos centenares de kilómetros, el conjunto en cada localidad está formado de ruinas de las rocas subyacentes ó inmediatas de tal manera, que es rojo en un país de gres rojo, blanco en una comarca cretácea, y gris ó negro en un distrito de hulla ó de esquisto hulfífero.

Cuando la roca sobre que reposa la formación de transporte es un granito, un gneiss, un mármol ó cualquiera otra roca dura, que pueda conservar mucho tiempo las señales impresas en su superficie, se halla ordinariamente nivelada ó pulimentada y presenta estrias paralelas y surcos de dirección determinada. En Europa y en el Norte de América, esta dirección sigue evidentemente la línea de camino de los peñascos erráticos; ya vaya del Norte al Sur, ya forme un ángulo de 20° ó 30° hacia el Nordeste ó el Noroeste, corresponde siempre al que han seguido en su marcha los grandes peñascos angulosos ó redondeados. Estos peñascos suelen tambien estar surcados ó estriados en mas de un lado.

Estos fenómenos se explican por la acción de las neveras y de los hielos flotantes. Las piedras duras engastadas en una masa de hielo en movimiento y oprimida por el peso de esta masa, trazan sobre la roca sólida subyacente largos surcos ó ranuras rectilíneas ó paralelas que recuerdan por su disposición la manera cómo el diamante corta el vidrio (fig. 68). La producción del pulimento y de las estrias sobre los peñascos de caliza por los hielos que las conducen hasta la costa oriental de Dinamarca, ha sido observada en nuestros días por el doctor Forchhammer y comprendemos mejor así cómo grandes hielos flotantes resbalando sobre el lecho del mar, han podido producir surcos semejantes en mayor escala. Scoresby ha dado desde el año 1822 una descripción de los hielos flotantes que ha observado transportando peñascos á latitudes de 69° y 70° al Norte y que se elevaban de 30 á 60 metros sobre la superficie del mar. Muchos de estos hielos estaban cargados de lechos de tierra, y de roca de un espesor tal, que su peso podia calcularse de 50,000 á 100,000 toneladas. Se sabe que en el hemisferio Sur se verifican actualmente transportes de rocas parecidos á estos; en dicho país se ven con mucha mas frecuencia que en el Norte peñascos encerrados en el hielo. En 1839 se encontró en las regiones antárticas un hielo flotante en pleno Océano á muchos centenares de kilómetros de toda tierra conocida dirigiéndose hacia el Norte y conteniendo un enorme peñasco errático sólidamente engastado por la congelación en su masa. Para comprender cómo en tales circunstancias pueden abrirse largos y estrechos surcos, es preciso recordar que las islas de hielos flotantes presentan en su movimiento una firmeza enteramente particular debida al peso de la gran porción de su masa que permanece bajo las aguas; apenas se les ve moverse por la acción de los vientos ó de las olas aun en las mas fuertes tempestades. Muchos observadores han supuesto, que el tamaño comunmente atribuido á los hielos flotantes, era exagerado; pero se ha reconocido hoy día, que el cálculo vulgar de sus dimensiones era mas bien inferior que superior á la verdad. Algunas de estas masas medidas con mucho cuidado por los oficiales de la expedición científica francesa del *Astrolabio*, tenían de 35 á 70 metros de elevación

sobre el agua, y de 2 á 5 kilómetros de longitud. El capitán Urville asegura, que una de las que él ha visto flotar en el Océano meridional, tenía 20 kilómetros de largo, y 30 metros de altura con planos completamente verticales. La porción sumergida de estas islas debe ser en razón del peso del hielo comparado al del agua del mar, seis ú ocho veces mayor que la porción visible, y la potencia mecánica de que disponen cuando son fuertemente puestas en movimiento, debe ser prodigiosa. Se supone que una gran parte de estas rocas no proceden de neveras terrestres, y que habrían sido formadas al pié de las quebradas por nieves transportadas de las tierras sobre la superficie helada del Océano.

Es sabido que al derretirse las neveras de Suiza, abandonan á su extremidad inferior un montecillo de fango, arena, y fragmentos de rocas mezclados confusamente y no estratificados; debe pues esperarse encontrar en las aguas tranquilas una formación del mismo género despues del derretimiento de los hielos flotantes. Pero si la acción de una corriente interviene en ciertos puntos y en ciertas estaciones, las materias acogidas por las aguas á medida que vayan cayendo, seran depositadas en lechos segun su peso ó su tamaño relativo, y formaran de este modo un paso del till á la arcilla estratificada, al guijo, á la arena y á las intercalaciones de uno en otro.

Otra especie de depósito análoga á la formación de transportes ha llamado justamente la atención de los geólogos en Noruega y otras partes de Europa. Algunas cumbres escarpadas y planos verticales de rocas, suelen encontrarse pulimentados y surcados por la parte del Norte; es decir, por el lado que mira á la región de donde vienen los peñascos erráticos, mientras que en la otra vertiente ordinariamente mas cortada y muchas veces perpendicular llamada el *lee-side* (lado opuesto al viento) faltan estas marcas superficiales; además existe por lo general sobre el *lee-side* una masa de guijo y de materiales transportados ó de grandes fragmentos angulosos. Para explicar este hecho es preciso suponer que en la época en que estaba todavía sumergido, el lado Norte ha sufrido la acción de los hielos flotantes, y que cuando la tierra se ha elevado despues, se ha encontrado expuesto á la de los hielos que rodaban hasta el fondo ó se amontonaban en la playa; por manera, que ha habido un acarreo considerable y prolongado sobre la vertiente dirigida hacia el mar, mientras que en la vertiente opuesta, el guijo y las materias de transporte se amontonaron para no cambiar de sitio.

LOS ERRÁTICOS PROCEDEN DEL NORTE. No cabe duda de que los erráticos han sido transportados desde el Norte de Europa hacia el Sur; los de granito, por ejemplo, esparcidos en extensas superficies en Rusia y en Polonia corresponden exactamente en cuanto á sus caracteres á las rocas de las montañas de la Laponia y de la Finlandia, mientras que las masas de gneiss, de sienita, de pórfido y de trapp, diseminadas en las comarcas bajas y arenosas de la Pomerania, del Hols-tein y de Dinamarca, son idénticas por sus caracteres mineralógicos á las rocas de las montañas de Noruega y Suecia.

Se reconoce como regla general en Rusia que los peñascos mas pequeños se hallan á mayor distancia que los grandes del punto de partida; estas distancias son algunas veces de 1,200 y aun 1,500 kilómetros en la dirección del N. O. al S. E., ó desde las montañas de la Escandinavia á los mares y á las tierras bajas hacia el S. E. En varios puntos la formación de transporte se halla sobrepuesta á capas que contienen conchas recientes, lo cual prueba que esta acumulación se ha verificado en parte durante el período post-plioceno. Así en la Rusia europea, Murchison y Verneuil han demostrado en 1840 que el país llano que se extiende entre San Petesburgo y Arcangel en una lon-

gitud de 900 kilómetros, se compone de capas horizontales llenas de conchas semejantes á las que habitan actualmente el mar Arctico y que sobre ella reposa la formación de transporte que contiene erráticos enormes.

En Suecia, en las inmediaciones de Upsal, se ha observado un montecillo prolongado de arena estratificada y guijo, atravesado en su parte media por una faja de marga evidentemente formada en el fondo del Báltico como lo prueban las pechinas y conchas marinas de especies vivas que se encuentran en él mezcladas con algunos testáceos propios de las aguas dulces. Las conchas marinas son todas de corto tamaño, como las que habitan actualmente las aguas salobres del Báltico; la marga que contiene millares de ellas, se haya hoy elevada á mas de 30 metros sobre el nivel de golfo de Botnia. Sobre la cumbre del montecillo reposan varios erráticos enormes de gneiss, que en su mayor parte no son redondeados; estos peñascos de 2 á 4 metros de diámetro han debido ser colocados en su posición actual en una época en que el golfo inmediato estaba ya caracterizado por su fauna particular. Aquí por consiguiente existe la prueba de que el transporte de los erráticos se ha verificado, no solo cuando el mar estaba ya habitado por testáceos que hoy existen, sino tambien cuando el Norte de Europa habia ya adquirido el principal carácter de su geografía física: la separación del Báltico y del mar del Norte, á consecuencia de la cual las aguas del golfo de Botnia se volvieron tres veces menos saladas que las del Océano. En Dinamarca tambien se han encontrado conchas recientes en el seno de lechos estratificados muy próximos á la arcilla de transporte.

Hemos visto que en Rusia los erráticos disminuían generalmente de tamaño á medida que se alejaban de su punto de partida. La misma observación se aplica al transporte escandinavo cuando se le sigue hacia el Mediodía desde el Sur, de la Noruega y de la Suecia al través de la Dinamarca y de la Westfalia. Este fenómeno se halla en armonía perfecta con la teoría que admite islas de hielo flotantes en un mar de profundidad variable; cuanto mas voluminosos son los erráticos, mayores hielos flotantes necesitan para ser transportados y aun cuando no haya piedra alguna engastada en el hielo, mas de las siete octavas, y á veces mas de las nueve décimas partes de su masa, se hallan bajo el agua. Ahora bien, cuanto mayores es el volumen de un hielo flotante mas pronto se detiene en los puntos menos profundos del mar; mientras que los hielos mas pequeños y mas ligeros cargados de limo y de guijo mas finos pasan libremente sobre dichos bancos y marchan hasta mayores distancias. En los puntos en que durante largos períodos de siglos hayan sido acarreados cierto número de peñascos hacia el Sur á impulso de los hielos de las costas, estos peñascos encallados muchas veces y despues vueltos á poner á flote en la dirección de una corriente poderosa, presentarán un volumen tanto menor, cuanto mas lejos se encuentren en su punto de partida. Esto depende en primer lugar de los movimientos de vaiven que han sufrido en medio de las olas y despues de la circunstancia de que los peñascos mas considerables rara vez se hallan exentos de pinturas ó planos de división fáciles de separar; estas pinturas permiten á una porción de la masa separarse del resto siempre que un peñasco que se ha hecho mas ligero por la formación de una capa de hielo en su superficie, se pone en movimiento para un nuevo viaje. Un exámen hecho en 1832 en los Estados-Unidos de algunas señales producidas por grandes erráticos á la latitud de 42° 50' Norte en el Berkshire, en el límite Oeste del Massachusetts, ha demostrado que esta última causa ha tenido mucha influencia tanto para reducir el tamaño de los erráticos, como para restituir la forma angulosa á peñascos que se hubieran redondeado necesariamente por efecto de un largo camino.

El *drift* ó terreno de transporte, de las latitudes mas meridionales es ordinariamente de una gran antigüedad. En Escocia reposa inmediatamente sobre las rocas antiguas; capas de arena y de arcilla le cubren. En general está desprovisto de fósiles, pero en ciertos puntos de la costa Este y Oeste, por ejemplo en los estuarios del Tay y del Clyde, contiene conchas marinas. Las mismas conchas han sido halladas en el Norte, en Wick, en Caithness, y en las playas, de el Moray Frith. El depósito principal en el Clyde se halla á la altura de 21 metros próximamente; pero algunas conchas (fig. 69, 70, 71, 72, 73, y 74) han sido indicadas á una altura de 200 metros sobre el nivel del mar. La proporción de las especies recientes es de 83 á 90 por 100; las otras son desconocidas; cierto número de las primeras habitan hoy los mares mas septentrionales, donde quizá podremos encontrar mas tarde representantes vivos de algunos fósiles desconocidos. La distancia á que han sido arrastrados los peñascos erráticos hacia el Sur en Escocia, y la línea que han recorrido (línea á veces independiente de la posición actual de las montañas y de los valles) favorece la idea de que por lo general los agentes de transporte han sido mas bien pedazos de hielo que neveras. Los grampianos en el Forfarshire y Perthshire, tienen una elevación de 1000 á 1200 metros. Al Sur de estas montañas se extiende el ancho y profundo valle de Strathmore, y al Mediodía de éste á la altura de mas de 450 metros, las colinas de Sidlaw. En las cumbres mas elevadas de esta cordillera formada de gres y de esquisto se encuentran á diferentes alturas grandes fragmentos angulares de micaquistos que miden de 90 centímetros á 4 metros 50 centímetros de diámetro; los mas próximos á las rocas de los grampianos á que se pueda referirlos, distan por lo menos 15 kilómetros. Algunos fragmentos se hallan esparcidos en el fondo del valle de Strathmore.

Mas lejos aun al Sur de las colinas de Pentland á la altura de 400 metros sobre el nivel del mar, ha observado Madaren un fragmento de micaquistos que pesaba de 8,000 á 10,000 quilógramos. Ahora bien la montaña menos lejana que pertenece á esta formación, se halla á 60 kilómetros de distancia.

El profesor Forbes, ha demostrado que la fauna testácea del período de transporte en Escocia, Inglaterra ó Irlanda, cuenta un número mucho mayor de especies que la de los mares británicos actuales, y que es tambien mucho menos rica en especies, que la fauna del crag que la ha precedido. Además las especies viven casi todas aun en los mares británicos ó en los mares mas septentrionales. Las conchas de las latitudes mas árticas son las mas abundantes en el drift del Norte al Sur.

Esta extensa distribución de fósiles, no puede explicarse por la suposición de que los moluscos del drift hubieran habitado un mar profundo y canales de una temperatura mas uniforme. Por el contrario, muchas especies eran litorales; otras, pertenecían á un mar de una profundidad de 30 metros lo mas; solo un corto número habrían podido vivir, segun el profesor Forbes, á una profundidad mayor de 90 metros. De aquí resulta que la formación de transporte muestra casi siempre en sus elementos mineralógicos, una mezcla heterogénea de restos de las tierras adyacentes, y de piedras angulosas ó redondeadas, venidas á veces de puntos muy lejanos. En los condados del Este, por ejemplo en el Norfolk, Suffolk, Cambridge, Hestfort, Essex y Middlesex, esta formación contiene representantes de las capas silurianas, carboníferas, liásicas, oólicas, cretáceas, cada una con sus fósiles particulares y asociadas confusamente al trapp, á la sienita, al micaquistos, al granito, y á otras rocas cristalinas. Un caso muy notable se observa en los arrabales del Londres en la cumbre de Muswell Hill, en Highgate. Pero al Sur de la ciudad, el transporte

del Norte falta; no se encuentra ningun indicio suyo en el Weald de Surrey, de Kent y de Sussex.

TERRENOS DE TRANSPORTES DE NORFOLK. En ninguna parte de Inglaterra se puede estudiar con mas fruto el terreno de transporte, que en las quebradas de la costa de Norfolk entre Happisburg y Cromer, donde presentan cortes verticales de 15 á 25 metros de altura, sobre una longitud de 25 kilómetros próximamente. El nombre de diluvion se dió en un principio á este terreno por los geólogos, que le creian producido por la accion violenta de un diluvio súbito y pasajero, pero otros sabios, desechando esta hipótesis, le han aplicado el nombre de drift. Se compone en gran parte de arcilla, limo y arena, estratificados ó no. Algunas piedras, así como grandes peñascos, transportados de granito, de pórfido, de greenstone, de lias, de creta y de otras rocas, se hallan en él esparcidos y como entremezclados, sobre todo al través del Till. Algunos de los fragmentos graníticos ó de otra especie, proceden sin duda alguna de la Escandinavia, porque se han observado señales no interrumpi-

das de los peñascos desde Noruega y Suecia hasta Dinamarca, y á través del Elba y de la Westfalia hasta las fronteras de Holanda. No debo causar sorpresa el encontrar estos peñascos en la costa oriental de Inglaterra entre el Tweed y el Támesis; puesto que estas regiones se hallan una mitad menos distantes de algunas partes de la Noruega que lo están de su punto de partida diferentes erráticos observados en Rusia.

Las quebradas del Norfolk contienen tambien en muchos puntos fragmentos de creta blanca mezclados con materias extrañas, y aun con pedazos grandes de creta sólida. Este drift, no presenta fósil alguno que pueda positivamente referirse á la época de su acumulacion, pero cubre en ciertos puntos una formacion de agua dulce que contiene conchas recientes, mientras que en otras partes se encuentra mezclado con la misma formacion, circunstancia que parece probar la temporaneidad de los dos depósitos.

Esta alternativa de estratificacion, es la que se ve en la presente figura; la parte sombreada indica la posicion de las capas de agua dulce; contienen muchas



La porcion sombreada indica los lechos de agua dulce. Intercalacion de lechos de agua dulce, de lechos de arcilla y de arena de drift, en Mundesley.

materias vegetales y estan divididas en varios lechos muy delgados. Las conchas que se encuentran en ellas pertenecen á los géneros Planorbis, Limnaea, Paludina, Unio, Cyclas y otras; todas son especies británicas, excepto una pequeña paludina que habita en Francia, como se ve en la fig. 75.

El Cyclas, (fig. 76), no es mas que una variedad notable de la especie inglesa comun. Escamas y dientes de peces de los géneros sollo, perca, salmone y otros, acompañan estas conchas, pero las especies no son consideradas por Agassiz como idénticas á las especies conocidas de Inglaterra y de Europa.

Las quebradas de Norfolk oriental, presentan, empezando por la base, la disposicion siguiente: primero, la creta, despues pedazos de una formacion

terciaria marina, llamada crag de Nowich; en tercer lugar las capas de agua dulce ya citadas, y por último el depósito de transporte. Inmediatamente encima de la creta ó del crag, cuando este existe, aparecen diseminados los vestigios de un bosque sepultado, es decir, una capa en que se encuentran conservando su posicion natural cepas y raices de árboles, cuyos troncos han sido rotos á nivel de la tierra y sepultados con sus ramas y hojas. Es de notar que las capas de la formacion de transporte han sufrido muchas veces grandes alteraciones en puntos en que el lecho de bosque subyacente y la creta no han sufrido ninguna. Tambien se presentan casos en que la porcion superior de esta formacion ha sido muy alterada, mientras que los lechos inferiores han permanecido horizontales. El corte de la presente figura, reproduce un es-



Roca de 15 metros de elevacion, entre Bacton, Cap y Mundesley.

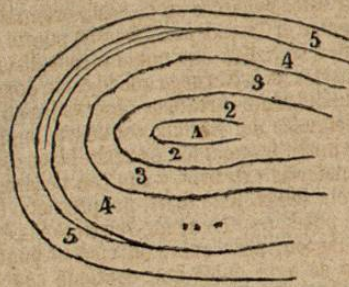
carpado de 15 metros próximamente; en su base existe till ó arcilla no estratificada, que contiene peñascos de transporte y presenta una superficie horizontal unida, sobre la cual reposan en estratificacion concordante, lechos de arcilla hojosa y arena; en segunda vienen como en unos seis metros de espesor fajas verticales encorvadas en todos sentidos de arena y de limo; el todo se halla cubierto de un guijo silíceo. Los lechos de diferentes colores de arena movediza, de limo y de piedras, estan encorvados de tal manera, que no solo hay algunos que presentan una direccion vertical en una elevacion de cuatro á cinco metros, sino que hay algunos tan doblados sobre sí mismos,

que un pozo perpendicular se encontraria hasta tres veces las mismas fajas. En algunos puntos se observa una curvatura aparente de los lechos alrededor de



Doblegamiento de las capas, entre Runtun Este y Runtun Oeste.

un núcleo central como en a, donde este núcleo es una masa pequeña de creta, ó como en esta otra figura



Seccion de lechos concéntricos al Oeste de Cromer. 1. Arcilla azul. 2. Arena blanca. 3. Arena amarilla. 4. Limo y arcilla. 5. Arcilla azul, hojosa.

donde la arcilla azul, número 1, forma el centro comun de las capas encorvadas, 2, 3, 4 y 5; la masa total tiene de 6 á 7 metros de altura perpendicular. Esta disposicion concéntrica alrededor de un núcleo, no es, sin embargo, mas que una apariencia engañosa, y resulta de la interseccion de ciertos lechos encorvados en forma convexa; lo que parece núcleo no es en realidad sino el lecho mas interior de la serie, que se ha hecho visible en parte por la separacion de las porciones salientes de los lechos mas exteriores.

Al Norte de Cromer se observan otros buenos ejemplos de drift encorvado, reposando sobre una base de creta estratificada horizontalmente, y de superficie plana.

Estos fenómenos, bastante difíciles ya de explicar por sí mismos, lo son mas aun cuando se encuentran accidentalmente en el drift grandes fragmentos de creta de algunos metros de diámetro. Un ejemplo sorprendente existe al Oeste de Sherringham, donde un gran pico cretáceo de 23 á 25 metros de altura, está rodeado por ambos lados de lechos verticales de limo, arcilla y guijo. Este pico no es mas que una de las muchas masas que fueron envueltas en el drift, y arrastradas con él hasta el sitio que hoy ocupan. Se puede seguir la superficie unida de la creta en algunos kilómetros á lo largo de la costa, donde no ha sufrido los movimientos violentos que han agitado el terreno de transporte que la cubren.

Pero ¿cómo se han producido en las masas superiores movimientos de que no han participado las capas subyacentes? Si se supone que el till y sus peñascos han sido conducidos por el hielo á su sitio actual, una presion lateral ha podido ser ejercida por las islas de hielo que han encallado. Es sabido por las observaciones de Dease y Simpson, en las regiones polares, que estas islas cuando se arrastran por el fondo, empujan delante de ellas grandes masas de piedras y de arena. Es pues probable, que produzcan una gran alteracion en la disposicion de las capas flexibles incoherentes que forman la parte superior de los fondos bajos ó bancos sumergidos, mientras que las porciones inferiores de estas mismas capas, no sufren modificacion alguna. Las curvaturas complicadas de estas capas de arena movediza y de guijo, pueden tambien atribuirse en parte al derretimiento de los hielos flotantes y de las costas; las piedras, la arena, el hielo, la nieve y el fango, forman entonces una serie de depósitos interestratificados donde se encuentran grandes masas de rocas desprendidas de las quebradas. Muchas veces tambien las islas de hielo zozobran cuando van flotando y obligan al guijo que estaba en sentido horizontal á tomar antes de derretirse el hielo una posicion inclinada ó vertical. La acumulacion del hielo en una costa, debe producir

tambien una alteracion semejante en un conglomerato congelado de arena ó de guijarros, y como lo ha supuesto Trimmer, los lechos de materias terrosas pueden hundirse lentamente durante la fundicion del hielo intercalada entre sus hojas, y recibir las posiciones mas caprichosas y anormales, mientras que las capas situadas debajo permanecen perfectamente horizontales.

Ciertas curvaturas se han producido quizá de otro modo. Cuando un camino de hierro atraviesa un pantano ó el lecho de un lago desecado, el suelo que ordinariamente consiste en turba y en marga conchifera, ó en arena movable y fango, no tarda en ceder y se hunde á medida que se eleva el terraplen. Al mismo tiempo se ve á distancia de algunos metros, que los puntos mas inmediatos al pantano, se cubren de eminencias formadas por capas empujadas y levantadas, cuya elevacion corresponde al volumen y peso de los materiales amontonados para el terraplen. Lyell cita un ejemplo notable observado por él el año 1852, en los arrabales de Boston, cerca de Sout-Cove. Con objeto de desecar una porcion de estuario inundado en la alta marea, se habian enterrado mas de 820,000 metros cúbicos de piedra y de arena. Bajo este enorme peso, el fango bajó algunos metros, mientras que la otra porcion del estuario, sobre la cual existia una espesa vegetacion de plantas de agua salada visible solamente en la baja marea; se elevó gradualmente en el espacio de algunos meses de un metro 50 centímetros, á 2 metros sobre el nivel de las aguas mas altas. La masa levantada se encorvó en 5 ó 6 dobleces anticlinales, y bajo el lecho superficial que llevaba las plantas marinas, se encontró mas abajo del nivel de las mareas altas, un fango lleno de conchas marinas, tales como la Mya arenaria, Modiola plicatula, Sanguinolaria fusca, Nassa obsoleta, Natica triseriata, y otras. En algunas de las capas curvas, los lechos de conchas eran completamente verticales. La superficie alzada presentaba una anchura de 25 metros sobre una longitud de algunos centenares de metros.

Quando despues de derretirse los hielos flotantes y de las costas, un peso semejante gravita sobre un fondo de mar formado de arena y de fango blando, algunas de las rocas adyacentes, flexibles, deben sufrir transformaciones y torceduras análogas, mientras que las rocas subyacentes, mas sólidas, escapan á estas perturbaciones, y las capas que vienen despues á cubrir las se depositan en un plano perfectamente horizontal.

En la costa del Norfolk, existe, debajo del drift, un bosque subterráneo. En la época en que vivian aquellos árboles, el suelo se hallaba evidentemente en seco en una gran extension, y solo posteriormente fue sumergido y cubierto por una masa de drift estratificado ó no estratificado, de 60 metros y mas de espesor. La accion destructora que ejerce hoy el mar sobre las rocas, nos hace comprender esta superposicion, y demuestra que el bosque no existia en otro tiempo á lo largo de la línea de costa actual. Su situacion revela que desde el principio del período de transporte se ha verificado un descenso de algunos centenares de metros, seguido de un alzamiento del mismo suelo, porque el lecho del bosque se halla hoy bastante elevado para ser visible en muchos puntos en las mareas bajas. El movimiento de elevacion puede tambien explicar, cómo, el till, á pesar de su origen marino, se encuentra actualmente muy lejos en las tierras y en la cumbre de las montañas.

La formacion de transporte del Oeste de Inglaterra observada en el Lancashire, el Cheshire, el Shropshire, el Staffordshire y el Worcestershire, contiene en algunos puntos conchas marinas de especies recientes, á alturas que varian de 30 á 100 metros sobre el nivel del mar. Los erráticos han venido en parte

de las montañas del Cumberland, y en parte de las de Escocia.

Pero en las montañas de la Galles del Norte, es donde el terreno de transporte con sus fósiles marinos característicos, llega á mayor elevación. En Moel Tri-fane, cerca de Menai Straits, Trimmer ha encontrado conchas de especies ordinarias al drift á la altura de 420 metros sobre el nivel del mar.

Es notable que la misma comarca que nos suministra pruebas de un descenso tan considerable de la tierra durante una parte del período glaciario, nos proporcione también las pruebas más decisivas de la existencia de antiguas neveras atmosféricas. El doctor Buckland ha publicado en 1842, los motivos que tenía para pensar que las montañas de Snowdon, en el Caernarvonshire, estaban antiguamente cubiertas de neveras que irradiaban á las alturas centrales por los siete valles principales de la cordillera donde se observan estrías y canales hacia otros tantos puntos distintos de la brújula. Darwin y después de él el profesor Ramsay han confirmado la manera de ver del doctor Buckland, respecto á las neveras de los montes Snowdon. En realidad, se podría prever, que descubriendo la antigua abundancia de hielos flotantes en la superficie ocupada hoy por las islas británicas, los geólogos encontrarían al mismo tiempo indicios de neveras contemporáneas, que habrían cubierto las montañas aun de corta elevación entre los 50 y 60° de latitud.

En Irlanda, el drift presenta los mismos caracteres generales y los mismos restos fósiles que en Escocia é Inglaterra; pero en la parte Sur de esta isla, el profesor Forbes y el capitán James, han encontrado en el seno del depósito algunas conchas que demuestran que el mar glacial comunicaba con otro mar habitado por una fauna más meridional. Entre diferentes especies citan en Wexfor y en otras partes, la *Nucula cobboldica*, la *Turritella incrassata*, y también una forma meridional de *fusus*, así como una *mitra* unida á una especie propia de España.

CAPITULO II.

TERRENO DE TRANSPORTE.

Se ha visto que las nueve décimas partes lo menos de las conchas marinas que caracterizan la formación de transporte, pertenecen á especies que viven todavía en nuestros días. La posición superficial del drift, así como los restos orgánicos que contiene, nos conducen á referir su origen á un período moderno. Si se encuentran, pues, tantas dificultades en la interpretación de monumentos relativos á tiempos tan inmediatos á nosotros, ¿cómo pudiera tenerse la pretensión de descifrar la historia de las edades más remotas? para responder á esta pregunta trataremos de probar, que lo que parece más anormal en la formación errática, como la llaman algunos geólogos, no es en realidad más que el resultado de la acción glaciaria.

La palabra *diluvion*, ha servido durante algún tiempo de designación vulgar á la formación de transporte, referida por algunos geólogos al diluvio; otros sabios han adoptado esta palabra como expresión de la opinión, según la cual una serie de inundaciones diluvianas ocasionadas por los huracanes y las tempestades los temblores de tierra ó los alzamientos repentinos del suelo sobre el lecho del mar, habrían invadido los continentes arrastrando consigo grandes masas de lodo y piedras y rozando la superficie de las rocas en términos de pulimentarla y producir en ella surcos y estrías.

Pero no se explicaba cómo esta acción se había manifestado más enérgicamente en los tiempos mo-

deros que en los primeros períodos de la historia de la tierra, ni por qué se había desplegado con mayor intensidad hacia las latitudes septentrionales; porque es importante insistir en el hecho de que la formación de transporte es un fenómeno del Norte. Su extensión meridional, los grandes erráticos encontrados en los Alpes y en la comarca inmediata, y especialmente su presencia alrededor de las partes más elevadas de la cordillera, constituyen una excepción, que no puede menos de confirmar la hipótesis glaciaria; porque el transporte de los fragmentos de piedras á grandes distancias, y la producción de las estrías, del pulimento, y de los surcos en las rocas sólidas y estables, se hallan íntimamente relacionados con las acumulaciones de nieves y hielos perpetuos.

Cualquiera que ha comparado las orillas del Báltico con las del Mediterráneo, no puede dudar, que existe una conexión íntima entre el hecho de un clima frío ó septentrional, y los diversos fenómenos geológicos llamados comunmente en nuestros días *glaciarios*. Se pueden seguir las rocas pulimentadas y estrías así como los erráticos, desde la orilla del mar Báltico hasta la altura de 914 metros sobre su nivel, mientras que estos fenómenos faltan totalmente en las comarcas que costean el Mediterráneo; su ausencia es aun más marcada en las partes ecuatoriales del Asia, del África y de la América. Pero cuando se pasa el trópico del Sur y se llega á Chile y á Patagonia, se vuelve á encontrar la formación de transporte entre la latitud 41° Sur y el cabo de Hornos, precisamente con los mismos caracteres que tiene en Europa. Las indicaciones relativas al clima, que nos ofrecen los restos orgánicos del drift, están como hemos dicho en perfecta armonía con las deducciones anteriormente hechas; se puede establecer exactamente la antigua habitación de los moluscos, tanto más, cuanto que estos pertenecen á especies aun vivas y esparcidas hoy con mucha abundancia en los mares septentrionales.

Pero si hay razón para admitir que el hemisferio septentrional, haya sido durante el período en cuestión, mucho más frío que lo es hoy día (como lo hace probable un desarrollo mayor de las tierras árticas en superficie y altura, ó la cantidad más considerable de hielos flotantes que tal estado geográfico debía producir), es preciso reflexionar antes de ir más lejos, sobre la modificación total que sufrirían bajo la influencia de un frío extremo las causas productoras más activas de la formación del aluvion. Una gran cantidad de materias procedentes del detritus de las rocas, y que en los climas cálidos, formaría deltas ó sería regularmente estratificada por las corrientes marinas, tomaría por el contrario, bajo las influencias árticas, un carácter superficial y aluvial. El lodo no se encontraría transportado más lejos de la costa que la arena, ni la arena más lejos que las piedras; las masas estratificadas, pesadas, cesarían de acumularse en superficies limitadas, á lo largo de las orillas de los continentes. El hielo arrastraría confusamente á distancias iguales, casi la totalidad de las materias, ya fuesen groseras ó finas y de enormes fragmentos que el agua sola no bastaría jamás á remover, serían transportadas á centenares de kilómetros sin que sus aristas fuesen desgastadas ó quebradas; en fin, las masas terrosas y pétreas, una vez desprendidas por la fundición de las masas congeladas, quedarían confundidas en el fondo del mar, en las cumbres ó las lladuras bajas, sin afectar ninguna relación con las desigualdades del suelo, y reposando sobre las crestas ó las laderas de las montañas tan indiferentemente como en los valles y en las quebradas. A veces en estas partes profundas é inhabitadas del Océano donde habitualmente no llegan más que los sedimentos más finos, el fondo se cubría

de una capa gruesa de guijo, de lodo y de transporte.

En el hemisferio occidental, en el Canadá y en los Estados-Unidos, avanzando hacia el Sur hasta el 38° paralelo de latitud, se observan todas las particularidades que distinguen la formación de transporte en Europa; fragmentos de piedras han viajado del Sur al Norte á largas distancias; la superficie de las rocas subyacente se halla estriada y acanalada; un lodo no extratificado ó *till*, que contiene peñascos de transporte, se halla asociado á capas de limo, de arena y de arcilla, ordinariamente desprovistas de fósiles; cuando hay conchas pertenecen á especies que viven aun en los mares del Norte; la mitad son idénticas á las que hemos encontrado ya en el drift de Europa, 40° de latitud más lejos hacia el Norte.

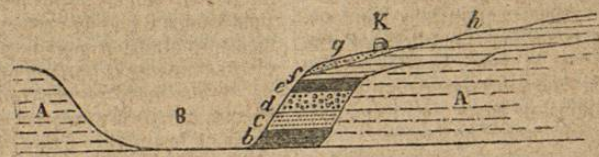
La fauna de la época glaciaria es también menos rica en especies, que la fauna actual del mar adyacente, ya sea del golfo de San Lorenzo, de las orillas del Maine ó de la bahía de Massachusetts. A su extremidad meridional, sin embargo, el drift se aproxima al del Sur de Irlanda y pasa á una fauna más meridional; un ejemplo se encuentra en Brooklyn cerca de Nueva-York á los 41° de latitud Norte, donde según Redfield y Desor, la *venus mercenaria* y otras especies meridionales empiezan á aparecer en estado fósil.

La extensión de los erráticos americanos durante el período plioceno, en latitudes más bajas que aquellas á que llegan en Europa, concuerda bien con la inflexión actual hacia el Sur de las líneas isotermas, ó más bien de las líneas de igual temperatura en invierno. Parece que en otro tiempo, lo mismo que hoy, ha

debido existir al lado occidental del Atlántico un clima más extremado y una abundancia mayor de hielos flotantes.

Restanos señalar una última analogía entre la distinción de los fósiles del terreno de transporte en Europa y en el Norte de América; lo mismo que en Noruega, en Suecia y en Escocia, se encuentran en el Canadá y en los Estados-Unidos, las conchas marinas á cortas elevaciones de 30 á 200 metros sobre el nivel del mar; mientras que los peñascos erráticos y las superficies de rocas surcadas y bruñidas se observan á alturas de algunos miles de metros.

Lyell ha descrito en 1839 las conchas fósiles recogidas por el capitán Bayfield en las capas del drift en Beauport cerca de Quebec á una latitud de 47°, y ha deducido de su examen, que indican un clima más septentrional; se refieren en gran parte á las de Uddevalla en Suecia. Los lechos de conchas se elevan en Beauport y en su inmediación á una altura de 60 á 120 metros sobre el nivel del mar, y se encuentran en algunos grandes peñascos de granito que no han debido ser conducidos por una corriente violenta, puesto que las conchas muy frágiles que las acompañan están casi enteras. Estos peñascos dice el capitán Bayfield parecen haber sido abandonados por el hielo en el momento de derretirse, fenómeno que se renueva aun todos los años en San Lorenzo. El mismo geólogo ha visitado dicha localidad en 1842 y ha trazado el corte siguiente, á fin de dar una idea de la posición general del drift en el Canadá y en los Estados-Unidos. Según su opinión, el valle entero B ha estado ocupado en otro tiempo por las capas b, c, d, e, f,



K. Casa de Ryland.—h Arcilla y arena de las alturas, con *Saxicava*, etc.—g guijo con peñascos de transporte.—f masas de *Saxicava rugosa* de 5 metros y 50 centímetros de espesor.—e Arena y limo con *Mya truncata*, *Scutoria groenlandica*, etc.—d terreno de transporte con peñascos de Sienita, etc.—c arena amarilla.—b arcilla hojosa, de unos 750 metros.—A. capas silurianas, inferiores horizontales.—B. Valle nuevamente abierto.

depositadas en aquel punto durante un período de descenso, y la comarca más elevada h, ha sido posteriormente sumergida y cubierta de transporte. La excavación nueva y parcial B, se ha verificado después que la región hubo recobrado su nivel actual sobre el mar; las 23 especies de conchas fósiles recogidas por dicho autor en aquellos lechos, son todas setentrionales y recientes, á excepción de una sola que no se conoce viva y que representa quizá una especie extinguida (fig. 77). Mas lejos, examinó la misma formación en los arrabales de Montreal; algunos de los lechos de limo están llenos allí de *Mytilus edulis* ó almeja común de Europa, cuya concha ha conservado sus valvas y su color purpúreo. Este depósito que contiene la *Saxicava rugosa* y otras conchas marinas características, se encuentra también en un punto elevado de la montaña de Montreal á 137 metros sobre el nivel del mar.

En una descripción del Canadá y de los Estados-Unidos, publicada en 1845, ha enunciado el mismo geólogo la opinión de que para explicar la posición de los erráticos y las superficies bruñidas de ciertas rocas así como sus estrías y surcos, era preciso admitir primero un descenso gradual de la tierra en el Norte de América en una época en que dicha comarca presentaba ya su configuración actual de montes y valles, de escarpados y de precipicios, y después un nuevo alzamiento de la misma tierra sobre el Océano. Durante el período de descenso lento, el mar, que rodeaba el continente, estaba cubierto de islas de hielo

flotantes que venían del Norte, y estas á medida que avanzaban á lo largo de la costa y sobre fondos bajos impelían por delante materias movedizas, arena s y piedras que extendían por el fondo. Esta acción continúa hace desaparecer las partes angulosas ó salientes y los fragmentos de piedra dura engastados en la cara inferior del hielo, abrian surcos en la roca sólida subyacente; la orilla pendiente así como el lecho del Océano eran bruñidos y surcados por el mismo mecanismo. Ninguna corriente de agua por violenta que se suponga, ó por grande que fuera la acumulación de detritus y las dimensiones de los fragmentos de rocas arrastradas por ella, habría podido formar surcos tan largos, tan derechos y tan paralelos como los que se ven por todas partes hoy día en el distrito del Niágara, y generalmente en toda la comarca Norte del 40° de latitud paralelo.

En favor de la hipótesis de un descenso lento y gradual del suelo, se puede citar el hecho de que casi por todas partes en el Norte de la América y en la Europa septentrional, la formación de transporte reposa sobre rocas cuya superficie está bruñida y surcada, hecho que no nos obliga en manera alguna á admitir, que la producción del pulimento y de los surcos haya precedido al transporte de los erráticos. Durante el descenso sucesivo de las tierras altas, que se elevaban primitivamente de 300 á 900 metros sobre el nivel del mar, cada porción de la superficie descendió á su vez al nivel del Océano, de manera que formó en un principio una línea de costa y después