

ros se formaron en regiones que se estaban hundiendo, y que el movimiento de descenso no era continuo, sino cortado á intervalos. Que esto debió prolongarse durante larguísimos períodos de tiempo, es tangible por el hecho de que las capas de los campos de carbón tienen muchos miles de pies de espesor, y han necesitado, por consiguiente, enormes períodos para formarse.

217. Dos hechos nos son ya clarísimos respecto de la corteza de la tierra — 1º., que se ha hinchado muchas veces, hasta levantarse sobre el nivel del mar; y 2º., que también muchas veces se ha hundido, hasta llevar partes de la tierra muy por debajo del nivel del mar; pero no podría sufrir esos cambios, sin experimentar otros movimientos, de que va á hablarse en la lección siguiente.

III. Pruebas de que las rocas de la corteza de la tierra, se han movido, contraído y roto.

218. Pensando en los movimientos descritos en las dos lecciones anteriores, y recordando cuántas veces debe la corteza de la tierra haberse levantado ó deprimido, no es sorprendente encontrar que las rocas no solamente hayan sido movidas, arriba y abajo, sino que se hayan despedazado y dividido. Por esta razón, lejos de componerse la corteza de la tierra de capas regulares y sucesivas, como las cáscaras de una cebolla, ha sido tan exprimida y fracturada, que en muchos casos el fondo ó rocas más viejas se han levantado muy por encima de las más nuevas. Vamos á darnos clara cuenta de cómo

pueda esto verificarse, y con este objeto empezaremos como antes por el caso más sencillo.

219. Vuélvase atrás la vista por un momento al dibujo y sección de la playa elevada en las Figs. 33 y 34. Las antiguas capas de arena y cascajo se han elevado incuestionablemente sobre su nivel primitivo, pero en otros conceptos no han sufrido trastorno; allí están todavía en la posición horizontal que siempre tuvieron; ¿pero sucederá lo mismo en toda la extensión de la meseta? Recuérdese que ya averiguamos de cierto que no podía seguirse el curso de la meseta en derredor de todo el país, que desaparecía en ciertas direcciones, y como consecuencia que la elevación que producía no era universal sino local. Pues bien, claro está que aun cuando la parte levantada se alce tan uniformemente que conserve el mismo nivel durante muchas millas la playa levantada, con todo, entre los estratos horizontales que se elevaron y aquellos que, permaneciendo fuera de la región que sube, quedaron sin cambiar de nivel, tiene que haber indispensablemente un espacio intermedio, más ó menos largo, donde las capas tendrán una inclinación desde los terrenos elevados á los estacionarios.

220. Para aclarar todavía más este punto, supóngase par vía de ejemplo, que sobre una mesa colocamos algunos dobleces de paño, que representen los diferentes estratos de que venimos tratando. Los dobleces como los estratos, están situados horizontalmente; pero empujémoslos hacia arriba en cualquier punto y veremos cómo quedan inclinados desde los sitios altos á los bajos, ó los que no se han

movido. Pongamos un plato llano grande debajo de ellos, como para elevar una superficie considerable; encima de él los dobleces quedan planos, como en nuestra playa elevada, pero desde aquella área elevada, se van inclinando hacia abajo á las partes circundantes que no han experimentado variación alguna. De esta manera se ve, pues, cómo una elevación local que pueda levantar los estratos en una extensa región sin alterar su nivel, tiene que producir una inclinación de las capas que están más inmediatas á los confines de las elevadas.

221. Siempre, pues, que se eleven ó hundan estratos en un sitio más que en otro, sin que lleguen á romperse, tienen que quedar en una posición inclinada. Ahora bien, esta clase de movimiento desigual é irregular se ha reproducido muchas veces en el mundo. Si se fija la vista en las rocas estratificadas, en la mayor parte de los países, rara vez se las encontrará en un nivel perfecto, pues generalmente están inclinadas, unas veces débilmente, y otras con brusquedad, de suerte que no sólo han sido levantadas fuera del mar (Art. 206), sino que han sido movidas irregular y desigualmente.

222. En la cantera que ya antes visitamos (Art. 119), eran horizontales los estratos; pero hay muchas en que se inclinan hacia arriba como en la Fig. 39, en la cual la parte de la derecha ha subido (ó la de la izquierda ha bajado) más que las otras. En algunas partes, es lo cierto que tan movidas se encuentran las rocas, que ocupan una posición vertical las capas (Fig. 40), como los libros en las tablas de un estante. Como las rocas se componen de sedi-

mentos que van acumulándose sobre una base plana ó de vertiente muy pequeña, desde luego se ve que

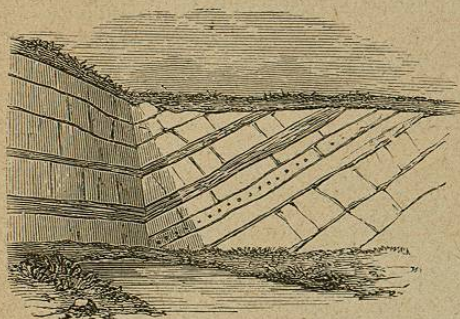


FIG. 39. — Estratos inclinados.

nunca pudieron ser colocadas en pie en su origen, sino que han sido trasladadas á su nueva posición por cambios subterráneos.

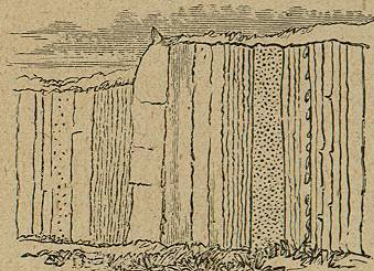


FIG. 40. — Estratos verticales.

223. Pero no es ésto todo. Si cuando estaban los dobleces de paño sobre la mesa (Art. 220) se les hu-

biese apretado por los dos costados á la vez, hubieran formado pliegues (Fig. 41). Del mismo modo, durante los movimientos que levantaron los estratos, se han hecho pliegues semejantes. En la Fig. 42, por ejemplo, se ven las duras rocas torcidas y dobladas y plegadas como si no fueran otra cosa que meras capas de paño. ¡ Cuán enorme ha de

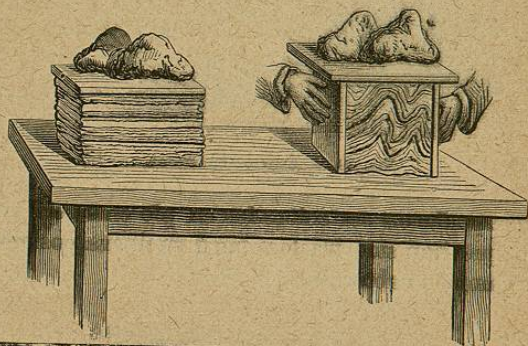


Fig. 41. — Paño con pliegues causados por la presión.

haber sido la presión á que estuvieron expuestas para que hayan tomado esas figuras!

224. Se ocurrirá que hay una diferencia entre los pliegues de paño y los estratos; que los primeros son blandos y plegables y los segundos duros y rígidos; pero nos es posible hacer doblar un poco aun las más inflexibles rocas, y si ésto puede conseguirse con la fuerza relativamente débil que el hombre puede emplear, fácil es comprender cómo, con la enorme presión que sufrieron en las profundidades de la tierra antes de ser elevadas, se deshicieron las

rocas y doblaron como los pliegues de paño más suaves.

225. Todavía tiene que haber á veces un punto del que no pueda pasarse, y en el que, más bien que doblarse, se rompa la roca. Entonces se formarán grietas, y las capas se elevarán ó deprimirán. Ya



Fig. 42. — Vista de estratos desfigurados por la presión.

se ha visto una de estas fracturas ó *soliciones*, que así se llaman, en *f*, Fig. 37, donde las vetas de carbón y los estratos que había entre ellas, estaban todos partidos, quedando los de un lado de la fractura mucho más bajos que los del otro lado. Son tan frecuentes estas dislocaciones que toda la superficie de la tierra puede considerarse como una red de grietas. No son pequeño obstáculo para la ex-

plotación de las minas de carbón, como en la Fig. 37, donde las galerías que se labren á lo largo de las vetas de carbón, desde el pozo á la mano izquierda, tendrán que alterarse donde queda cortado el filón por la dislocación *f*.

226. Ha sucedido muchas veces que en esas grietas así formadas, se han comprimido masas de rocas fundidas ó ígneas desde el interior, que han levantado ó cortado á las otras rocas. En la sección representada en la Fig. 43 por ejemplo, han ocurrido

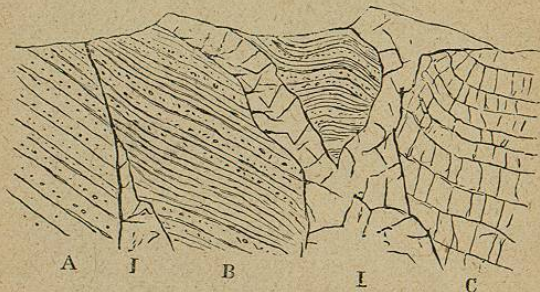


Fig. 43. — Sección de roca ígnea introducida por la presión en las grietas y hendiduras de la corteza de la tierra.

dos dislocaciones de esa clase, en una serie de rocas estratificadas, de suerte que tres grupos diferentes, A, B y C, han cambiado de lugar. Dentro de una de estas hendiduras se ha abierto paso y adelantado algún camino, una masa de roca ígnea I; pero, en la hendidura que queda á la derecha, se ha levantado una porción mucho mayor de roca fundida, que ha bastado á separar por completo las rocas estratificadas B y C, y no solamente ésto, sino que

ha roto el grupo B, subiendo por encima de lo que es hoy la superficie de la tierra.

IV. Origen de las montañas.

227. Es cosa común hablar de las « eternas montañas, » como si hubiesen existido desde los mismos comienzos de la historia del mundo; y lo cierto es que pocos objetos hay en la superficie del globo que más impresionen el ánimo con la idea de una remotísima antigüedad. Las montañas han permanecido sin cambio alguno sensible desde que la historia ó la tradición transmitió sus recuerdos; y así es que, como siempre han sido para el hombre lo que son todavía, se halla éste dispuesto á mirarlas como partes de la arquitectura primitiva del planeta.

228. Y, sin embargo, por lo que ya se ha aprendido en algunas de las lecciones precedentes, se comprenderá que, aun cuando son muy antiguas indudablemente las montañas, no se remontan hasta el principio de las cosas. Es posible trazar, no obstante, su origen y llegar hasta los tiempos más remotos, cuando aun no existían aquéllas. Se entenderá desde luego la manera de llegar á este conocimiento, que no puede ser otra que el examen de las rocas que componen la montaña. Ya se ha visto cómo las rocas cuentan su propia historia; sólo se necesita dar un paso más adelante en el mismo sistema de razonamiento para inquirir lo que las rocas tienen que contar respecto del nacimiento de las montañas.

229. Lo primero que se encuentra, pues, cuando se examina una cordillera de montañas, es que se

componen de rocas, que pertenecen á una ó más de los tres grandes grupos—los cuales son ya conocidos. En particular, la gran masa de la mayor parte de las montañas se compone de varias especies de rocas estratificadas, tales como piedras arenosas, conglomeradas, calizas y otras; pero sabido es que todas estas rocas se han formado debajo del agua, y la mayor parte debajo del mar. Contienen muchas veces restos de conchas, corales, erizos de mar, ú otras criaturas marítimas, y pueden sacarse estos restos de las rocas que están en los mismos picos de las montañas (Art. 160). No se necesita prueba más clara para demostrar que las montañas no son tan antiguas como el « principio de todas las cosas, » pues prueban estos fósiles que donde hoy se levantan montañas, se agitaban en otros tiempos anchurosos mares.

230. Además, montañas que consisten en rocas formadas primitivamente debajo del mar, tienen forzosamente que deber su existencia á una fuerza capaz de levantar el fondo del mar hasta ser tierras altas. Ya se ha aludido á esa fuerza (Art. 187). Como consecuencia del pausado enfriamiento de nuestro planeta, su corteza exterior, bajo la enorme fuerza de la contracción, ha tenido que formar arrugas en diferentes lugares, dejando entre ellas espacios vastísimos hundidos. Dichas arrugas forman las cordilleras, y los espacios están rellenos con las aguas del océano. Si se mira un mapa-mundi, pueden seguirse las diferentes *líneas de elevación* que así se llaman, sobre el globo. Quizás el más notable de todos los pliegues ó

arrugas, que se han formado en la superficie del globo, es la extensa línea de montañas que corre á lo largo de todo el continente americano; podrá observarse que las varias cadenas de las Montañas Roqueñas, de la América Central y las cordilleras de los Andes, son prolongaciones y forman una vasta línea de elevación. Hay otros menores en el mismo continente, como las cordilleras de Venezuela, y la cadena de los Alleghanis, que se halla en la parte oriental de los Estados Unidos. En Europa hay una línea de elevación que se extiende á través del continente, y que tiene ramificaciones en todo su curso. Puede vérsela en los Pirineos, luego en los Alpes, desde los cuales, después de desviarse formando los Apeninos, se dirige hacia el E. en la cadena de los Carpatos ó Carpacios y luego por el Cáucaso hasta el Mar Caspio. Vuelve esta misma línea á presentarse al otro lado de aquel mar interior y cruza el vasto continente de Asia en dos líneas divergentes; de las cuales se dirige una hacia el S. E. para formar las grandes Himalayas, y la otra sigue al E. atravesando la gran planicie asiática hasta las orillas del Pacífico. Cuando se piensa que estas enormes cordilleras son los resultados del enfriamiento y contracción de la masa del globo, se empieza á comprender cuán enorme ha de ser la fuerza que pudo arrugar rocas sólidas hasta formar serranías que tienen muchas millas de longitud y miles de pies de altura.

231. Pero como el globo viene enfriándose y contrayéndose desde los mismos comienzos, tenemos razones para deducir que las montañas se han

levantado en épocas diversas, y que no tienen todas, por lo tanto, igual edad. Bastará fijar un poco la atención en las rocas para convencerse de que no solamente no son de igual edad todas las montañas, sino que, aun la misma montaña no ha sido formada por entero de una vez, y si unas partes con posterioridad á las otras.

232. Supóngase, por ejemplo, que se han ido depositando en el fondo del mar una serie de rocas sedimentarias, como piedras arenosas, conglomeradas y esquistos, descritas ya en lecciones anteriores. Estas rocas se formarían, las unas sobre las otras, en capas planas (Fig. 44) hasta llegar á acumularse en



FIG. 44. — Sección de una serie de rocas sedimentarias depositadas, en un principio, horizontalmente en el fondo del mar.

masas, acaso de muchos miles de pies de espesor. Así pudieron permanecer sin cambio largo tiempo. Pero supóngase además, que llegan á estar depositadas sobre una de esas partes más débiles de la corteza terrestre, que al empezar á producirse los efectos acumulados de la contracción de la tierra continuada por largo tiempo, son empujadas hacia arriba por los espacios que van hundiéndose á su lado. Comprimidas así por la presión de estas regiones que bajan, las rocas que estaban horizontales se desharán en pliegues (como los del paño en la Fig. 44, cuando se apretaba de un modo semejante), y tendrán que levantarse sobre el nivel de las tierras adyacentes (Fig. 45), produciéndose de

esta manera una arruga ó cordillera de montañas sobre la superficie de la tierra.



FIG. 45. — Sección de una montaña formada de rocas torcidas A, que han sido comprimidas y deformadas antes de que se depositaran las rocas planas B.

233. Una serranía ó cadena semejante formada de las rocas sedimentarias A, en un tiempo horizontales, pero hoy desfiguradas, no podría elevarse mucho en la atmósfera, sin ser presa de las varias fuerzas, que, como ya se ha aprendido (*Nociones de Geografía Física*, Arts. 126-142) están incesantemente trabajando para desgastar la superficie del globo. El aire, la lluvia, los manantiales, los ríos, las escarchas, ó las olas del mar, atacarían á la recién formada montaña, y empezarían á destruir su superficie, en cuanto asomara la cabeza por encima del nivel del océano. Con el tiempo se harían profundos surcos en sus costados, y todos sus fragmentos desagregados serían barridos y llevados á terrenos más bajos. Allí estos fragmentos formarían nuevos depósitos, que se depositarían en los bordes de las rocas más antiguas, como en la Fig. 45 se ve que la serie más nueva B, descansa sobre la más vieja A.

234. Ahora bien, en una sección de esta clase (Fig. 45) podría fijarse, cuando menos relativamente, la fecha de la montaña. Podría asegurarse de un modo positivo, 1.º, que hubo un tiempo en

que la montaña no existía, y que en el lugar que hoy ocupa había un mar en que se depositaran las rocas sedimentarias A; 2.º, que se formó la montaña por el amontonamiento de estas rocas torcidas, y que ésto se realizó antes de empezar á formarse ninguna de las rocas de la serie B; y 3.º, que después de la formación de los estratos B, toda la masa siguió elevándose hasta quedar las últimas fuera del agua y transformadas en tierra firme.

233. Pero supóngase que en otra parte de la cordillera descubrimos una disposición en las rocas semejante á la representada en la Fig. 46. En este



FIG. 46. — Sección de una montaña en que las rocas A fueron levantadas antes que las b, y éstas antes que las c.

caso, como en el anterior, vemos que la serie A se elevó antes de poder depositarse en ella la serie B; pero en el actual, la serie B también ha sido movida de su primitiva posición horizontal. Una montaña semejante indica tres periodos sucesivos de elevación; el primero de A, más antiguo que el B, y éste que el de C, que vino después de formadas las rocas C, por cuanto convirtió esta serie de estratos en tierra firme.

236. Por este género de consideraciones se determinan las edades relativas de las cadenas de montañas. Siempre que se encuentren rocas sedimentarias en posición vertical ó desbaratadas y amonto-

nadas, se sabe que ha habido una causa que las trastornara, y cuando estas rocas tienen sus rotos bordes cubiertos por otras, se ve que el acto de elevarse fué anterior á la formación de la segunda serie de rocas.

237. Si pudiera, pues, encontrarse algún medio de reconocer la misma serie de rocas en diferentes países; si, por ejemplo, se tuviera la seguridad de que los grupos A y B de las Figuras 45 y 46 se presentaban tanto en Inglaterra como en Alemania, podrían compararse las edades relativas de las montañas de ambos países. Si en uno de ellos presenta una montaña la estructura representada en la Fig. 46 y en el otro está construída según la Fig. 45, una montaña formada de la misma serie de rocas, deberá de inferirse que la montaña primera era más nueva, ó mejor dicho, que había recibido su último impulso hacia arriba, después que la segunda.

238. En la lección siguiente se explicará cómo identifican los geólogos la misma serie de rocas en diferentes países, lo cual hacen por los fósiles. Con esta clase de pruebas es posible decidir cuáles son las cordilleras más antiguas y cuáles las más modernas. Así se ha averiguado que los gigantes Alpes, que á manera de grandes torres se levantan á tanta altura sobre los llanos de Europa, son menos antiguos que más de una verde colina de Gales y Escocia.

239. Hay además otro punto singular é importante respecto de las montañas, que ponen en claro secciones semejantes á las de las Figuras 45 y 46. La serie de rocas marcada A es la parte más vieja

de la montaña en los dos casos. Pudiera suponerse naturalmente que las partes más viejas han de ser aquellas que estén más hondamente enterradas debajo de las otras partes; y, sin embargo, en el examen se encuentra que las partes más antiguas no siempre son las que están en el nivel más bajo, sino que, como en los dos casos supuestos, pueden haber sido empujadas hacia arriba de tal manera que formen en realidad los picos y cerros más elevados; pero si se estudian los flancos de la montaña, se verá que las rocas más viejas pasan realmente debajo de las más nuevas, como las de la serie A en los dibujos pasan debajo de las de la B.

240. El desmoronamiento de la superficie de la tierra es tan constante y tan general, que con el tiempo, no hay cadena de montañas que deje de sufrir grandes cambios y de diversos géneros. Se gastan y rabajan los picos y costados. Se abren sus cumbres formando picos y picachos, como efecto de las lluvias y heladas de muchas edades. En sus flancos se van tallando peñascos y riscos; hondonadas, barrancas, valles y llanos, se van labrando en sus rocas por el interminable fluir de riachuelos y ríos. Por esta razón, aun cuando queda la línea primitiva de elevación, la parte de tierra elevada queda cortada por innumerables cerros y valles, conforme va labrando el procedimiento de desgaste (*Nociones de Geografía Física*, Art. 126).

241. Tan enormes han sido los efectos del antedicho proceso sobre la superficie de la tierra, que grandes mesetas ó anchas masas de tierra elevada, han sido cortadas y convertidas en cerros y colinas

aisladas. En la Fig. 47 se puede ver cómo se verifica esta excavación; la figura representa una meseta de España. Obsérvese cómo al bajar los arroyos y aumentar de tamaño, van socavando zanjas

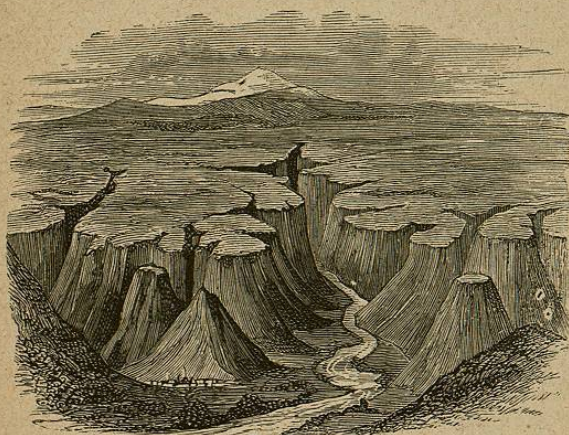


Fig. 47. — Vista de una meseta cortada en hondonadas y barrancas por las aguas de sus ríos.

cada vez más anchas y profundas en las rocas, cómo sus quebradas van ensanchándose hasta ser valles, cómo la tierra alta que queda entre éstos se va cortando en cerros irregulares, y cómo estos cerros, todavía subdivididos en montículos y colinas aparte, pierden su altura conforme atacan sus cumbres y costados las lluvias y escarchas. En todas las partes del mundo hay estos cambios. En la Gran Bretaña, por ejemplo, no son nuestras montañas más que fragmentos, como los del dibujo, que han ido quedando después de la excavación de los valles que

las rodean. Los grandes Ghauts de la India, y la Montaña de la Mesa en el Cabo de Buena Esperanza, son de igual manera patentes ejemplos del mismo origen.

242. Las mismas fuerzas que han labrado esos valles y dejado algunos cerros en pie entre aquellos, siguen todavía funcionando. Cada año que pasa aumenta la cantidad de desgate hecho, y así, aunque cuando miramos á una cordillera de montaña, sabemos que lo primero que ocurrió en ella fué el elevarse por movimientos que la impulsaron hacia arriba, tenemos sin embargo que aprender que todas las formas familiares que hoy nos presenta, han sido formadas desde el tiempo en que se elevó por la acción constante de aquellas verdaderas fuerzas — lluvia, escarcha, manantiales, ventisqueros, etc., etc. — que siguen siempre labrando la vía la superficie.

V. De qué manera las rocas de la corteza terrestre cuentan la historia de la tierra.

243. Cuando se dedica un historiador á escribir la historia de un país, su primer cuidado es enterarse de todos los documentos esparcidos por todas partes, que probablemente puedan arrojar alguna luz sobre los acontecimientos que tenga que describir. Escudriña los documentos de los archivos y bibliotecas, saca lo que pueda de libros impresos, y aun si le es posible viaja á países extranjeros en busca de escritos contemporáneos que le expliquen lo que en su patria está oscuro ó es dudoso. Solamente después de un prolongado trabajo de esta índole,

llega á estar en disposición de reunir la suma de todo lo que ha aprendido, para tejerlo en una narración no interrumpida. En el curso de sus investigaciones encontrará indudablemente algunos períodos mucho más aclarados que otros, por documentos de la época, y acerca de algunos de aquéllos apenas conseguirá hacerse con noticia satisfactoria, porque en el tiempo transcurrido se hayan perdido ó destruido los papeles que le hubieran dado informes de los hechos; y he aquí la razón porque su historia no es completa y verídica, por igual. Puede haber en ella vacíos que no hayan podido rellenar ni la mayor asiduidad de esfuerzos en las investigaciones.

244. Pues lo que es verdad tratándose del historiador de cualquier país, lo es también del geólogo. Como ya se indicó (Art. 38), y como para todo el mundo ha de ser muy claro, la tierra tiene una historia, lo mismo que los que habitan su superficie. Al geólogo podría llamársele un historiador de la tierra. El gran objeto que se propone es reunir todas las pruebas que queden de los cambios sucedidos en la superficie de la tierra, y arreglarlas por el orden en que han ocurrido, de manera que puedan enseñar la gran marcha de los acontecimientos hasta los tiempos presentes.

245. Lo que para el historiador son los documentos y las inscripciones, las medallas y los libros, son para el geólogo las rocas de la corteza de la tierra, que contienen todas las pruebas verdaderas de que puede disponer. Tiene que comparar los datos que ellas le proporcionan en un lugar, con los que le