

FIESTAS DE LA TRADICIÓN DEL PUEBLO VASCO

---

CONFERENCIA

POR

D. RAMÓN ADÁN DE YARZA

# EL PAÍS VASCO EN LAS EDADES GEOLÓGICAS

---

## CONFERENCIA

DADA POR EL INGENIERO JEFE DE MINAS

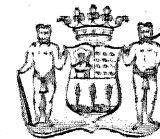
**D. RAMÓN ADÁN DE YARZA**

EL DÍA 13 DE SEPTIEMBRE DE 1904 EN EL

SALÓN DE ACTOS DEL INSTITUTO DE GUIPÚZCOA

CON OCASIÓN DE LAS

"FIESTAS DE LA TRADICIÓN DEL PUEBLO VASCO"



SAN SEBASTIÁN  
Imprenta de la Provincia  
1905



## EL PAÍS VASCO EN LAS EDADES GEOLÓGICAS



«Atendite ad petram undi excisi estis».  
(Isaias, c. 51, v. 1.º)

Señoras y señores:

Con voluntad grande, aunque con escasas fuerzas, vengo á prestar mi humilde cooperación al movimiento intelectual y patriótico que entre los Euskaldunes se han propuesto imprimir los iniciadores de esta fiesta de su tradición.

Para todos los que, bajo puntos de vista muy diversos, estudiamos el país vasco, es grato concurrir aquí á comunicarnos los frutos de nuestros respectivos trabajos, procurando de este modo acrecentar y difundir el caudal de toda clase de conocimientos relativos á la tierra de nuestros amores, convencidos de que cuanto mejor la conozcamos, tanto más la querremos.

Otros compatriotas más autorizados que me han precedido y me seguirán en esta serie de conferencias os han hablado y os hablarán de la etnografía, de la lengua, de las artes, de las industrias, de las leyes, de la historia del país vasco. Pero cada país tiene otra larguísima y no menos interesante historia, anterior á la aparición del hombre sobre la tierra.

En nuestro paso efímero por este planeta nos imaginamos que las

formas que ofrece á nuestra contemplación, la distribución de mares y continentes, de cordilleras y llanuras, es fija é inmutable; pero en realidad el estado geográfico en un instante determinado es la consecuencia de una serie de estados anteriores, de una larga evolución, y es necesario conocer el pasado para comprender la razón de ser del presente. El mundo ha tenido un principio y camina á un fin. Nuestros ojos lo perciben en su estado transitorio, á la manera como en un aparato fotográfico se obtiene la imagen instantánea de un cuerpo en movimiento. Pero hay una ciencia que tras de laboriosas investigaciones ha logrado deducir, por lo menos en sus grandes líneas, esa serie de estados que han precedido al que hoy se ofrece á nuestras miradas. El geólogo, armado de esa ciencia, cuando recorre y estudia atentamente un país, sabe reconstituir su pasado, remontándose á tiempos tan alejados del presente, tan inmensamente remotos en comparación de los que nos puede ofrecer la historia del género humano, que en cierto modo nos comunican un destello de la eternidad.

Voy, pues, á exponer primeramente á vuestra consideración algunos de los principios más indispensables de esa ciencia, á fin de que, aplicándolos después á nuestro suelo, podamos inferir sus diferentes etapas hasta llegar al estado en que lo hallamos cuando la Providencia nos lo ha deparado por habitación. Aquellos de mis oyentes, más ó menos versados en la geología, habrán de resignarse á oír la exposición de nociones harto sabidas por ellos. Los que apenas hayan saludado estos estudios temo que hallen mi labor demasiado científica. Para no abusar de la paciencia de unos y otros, me esforzaré en ser breve en la exposición de esos principios y en hacerlos comprensibles para toda persona de inteligencia cultivada, como son las que componen este selecto auditorio, á cuya benevolencia me recomiendo.

## I

Es la tierra, partícula desprendida de una de las masas siderales, que en número incalculable, aunque finito, como todo lo creado, pueblan el espacio particular de la nebulosa que dió origen á nuestro sol con toda su corte de planetas. Este que nosotros habitamos, lleva en su forma las huellas de su primitiva fluidez y conserva en sus entrañas un resto del calor que mantenía aquel estado. Su ma-

sa, pequeñísima comparativamente á la del sol, de que se desgajó, hubo de enfriarse más rápidamente que aquélla, pasando del estado gaseoso al líquido y formándose después una corteza externa comparable á las escorias que sobrenadan en una masa metálica en fusión. Desde el momento en que esta envoltente quedó definitivamente solidificada, lo que no debió acontecer sino con el transcurso de mucho tiempo, el núcleo interior quedó aislado de la atmósfera gaseosa y sobre la corteza sólida pudieron reunirse los primeros mares. Entonces termina la fase estelar de la tierra y comienza su fase planetaria; entonces comienzan también las edades propiamente llamadas geológicas.

Se ha llamado *terreno primitivo* al que se ha creído que representa esa primera corteza. En la base de todas las capas estratificadas se encuentran materiales que en todas las regiones del globo presentan una notable analogía. Son rocas eminentemente cristalinas: en la parte inferior aparece la que se denomina *gneis* y sobre ella descausa una serie de pizarras que en conjunto llamamos *pizarras cristalinas*. Muchos geólogos no creen probable que esta formación corresponda á la primitiva corteza sólida, de la cual se inclinaron á pensar que no han quedado restos visibles. Según ellos, el que llamamos terreno primitivo y también *estrato cristalino*, pertenece en su mayor parte al grupo de los *sedimentarios*, cuya formación explicaremos luego, y ha adquirido su estado cristalino, á consecuencia de un intenso metaformismo, posterior á su formación. Esta opinión gana terreno á medida que avanzan los estudios petrográficos. Como quiera que sea, es importante consignar que en ese terreno se apoyan los más antiguos de la serie sedimentaria, y que en él no se encuentran restos indudables de seres organizados, bien sea porque no los hubo en el tiempo de su formación ó bien porque hayan desaparecido con las causas que lo modificaron.

Una vez consolidada la primitiva corteza terrestre, se concibe que su espesor haya ido creciendo por tres causas. Por la solidificación de capas fluidas, inferiores á esa misma corteza, como consecuencia del progreso en el enfriamiento. Por la salida á través de la corteza de masas líquidas ó pastosas que se han extendido y solidificado en la superficie. Y por la fijación en forma sólida, bajo diversas combinaciones químicas, de los elementos gaseosos envolventes. Pero otros fenómenos han venido además á modificar constantemente la corteza terrestre: la *denudación* y la *sedimentación*.

Desde el momento en que ha existido una parte de la corteza sólida emergiendo de las aguas los agentes atmosféricos, el calor, las lluvias, las alternativas de sequía y humedad han tendido á desagregar las partes salientes, y obrando en combinación con la fuerza de la gravedad, han arrastrado los productos de la desagregación y descomposición y los han depositado sobre el fondo submarino en forma de capas estratificadas.

El conjunto de todas estas acciones ha venido á constituir dos nuevas clases de materiales, dos grandes categorías de las rocas: las eruptivas y sedimentarias. Las primeras, mucho menos extendidas que las segundas, tienen un origen interno; han surgido allí donde las dislocaciones de la corteza terrestre les han permitido el paso hasta la superficie ó se han consolidado sin llegar á ella. Las rocas sedimentarias son sumamente variadas; su formación, que debió comenzar con el primer relieve del globo, ha continuado sin interrupción y persiste en la actualidad. Las de fecha más remota se originaron á expensas del terreno primitivo y de los más antiguos materiales de origen interno, pero los productos así formados han sufrido nuevas desagregaciones y descomposiciones, que han dado lugar á nuevas formaciones sedimentarias, y este ciclo se ha reproducido diferentes veces.

Conviene distinguir entre las rocas sedimentarias las de origen mecánico, químico y orgánico.

Las primeras llamadas también *detriticas* ó *clásticas*, están formadas por fragmentos de rocas anteriores, fragmentos muy variables en su volumen, desde los grandes cantos del tamaño de una cabeza humana, y aun mayores, hasta las más ténues partículas. Esos fragmentos pueden estar sueltos ó aglomerados entre sí.

Los sedimentos de origen químico son verdaderos precipitados sólidos: los más frecuentes son calizos; otros son silíceos; el yeso y la sal común tienen también las más veces este origen.

Los sedimentos cuyo origen es debido á la intervención de seres organizados forman, á parte de otros menos importantes, dos grupos principales: las calizas y los combustibles. Las primeras se componen de restos de organismos animales que fijaban la cal y el anhídrido carbónico disuelto en las aguas donde vivían.

Los segundos están formados de restos vegetales. No siempre es perfecta la separación de estos tres órdenes de sedimentos.

Los materiales sedimentarios pueden también ser estudiados bajo el punto de vista de la época en que se han formado ó sea de su relativa sucesión. Los más modernos se han superpuesto á los más antiguos, y por tanto el orden de superposición indica su edad relativa; pero en estas investigaciones nos guiamos además por el desarrollo progresivo de los seres vivos, cuyos vestigios se han conservado en los sedimentos de las respectivas épocas, es decir, por los *fósiles*, que, como decía un célebre geólogo, son las medallas de la creación. De este modo se ha formado una serie cronológica de los terrenos, estableciendo divisiones y subdivisiones, que se llaman eras, edades, períodos, etc. Me limitaré á mencionar las más indispensables para el objeto de esta conferencia, evitando en lo posible el fatigar vuestros oídos con palabras á que no están acostumbrados.

La división de primer orden es la que clasifica todas las formaciones posteriores al terreno estrato-cristalino en cuatro grandes grupos que por orden de antigüedad llamamos *era primaria*, *secundaria*, *terciaria* y *cuaternaria*.

Durante la era primaria los seres organizados que poblaban el globo se componían de tipos que en su mayor parte no tenían sino lejanas analogías con los de la naturaleza actual. Esto quiere expresar el término de *paleozoico* atribuido también á los terrenos de esta primera edad.

En ella durante mucho tiempo el grupo de organización más elevada entre los animales, el de los vertebrados, no estuvo representado más que por los peces, más tarde aparecieron los anfibios y solo al final comenzaron á vivir algunos reptiles. Una familia de crustáceos, la de los *trilobites* es especial á esta era. La vegetación terrestre, muy pobre al principio, pero exuberante en los últimos períodos, se componía principalmente de criptogamas-vasculares, plantas de organización sencilla, pero que adquirieron desarrollo mayor que sus afines en la época actual. Se dividió la era primaria en cuatro períodos llamados *Siluriano*, *Devoniano*, *Carbonífero* y *Permiano*. Algunos autores destacan la parte primera ó inferior del Siluriano, que es donde aparecen los primeros restos indudables de organismos, para establecer un período con el nombre de *Cambriano*.

Después, principalmente en las regiones septentrionales de América, se reconoció una gran serie de capas intercaladas entre el estrato-cristalino y el cambriano, desprovistas de fósiles, y ha sido

preciso distinguir otro período con el nombre de *precambriano*.

La era secundaria se caracteriza por la gran preponderancia y las dimensiones enormes de los reptiles, marinos, terrestres y voladores. Entre los moluscos es especial y característica de esta era la familia de los *Ammonites* provistos de una concha arrollada en espiral plana.

Aparecen los mamíferos, pero, como si estuvieran condenados á una suspensión de desarrollo, ni se multiplican en número ni pasan de los órdenes menos perfectos en su clase. Hacia el promedio de esta era es cuando comienza la aparición de las plantas de organización más elevada (dicotiledóneas angiospermas) y las de hoja caediza, coincidiendo con un principio de diferenciación en el clima, que hasta entonces había sido uniforme en toda la tierra. La era secundaria se ha dividido en tres períodos llamados *triásico*, *jurásico* y *cretáceo*. Con este último se han hecho después dos períodos llamados *infracretáceo* y *cretáceo* propiamente dicho.

A la era terciaria corresponde el gran desarrollo de los mamíferos y de una vejetación cada vez más semejante á la de nuestros días. Al mismo tiempo la diferencia de climas se acentúa, aunque reinando una temperatura superior á la actual. Distinguimos en la era terciaria los períodos llamados *coceno*, *oligoceno*, *mioceno* y *plioceno*.

La era cuaternaria, de una duración incomparablemente menor que las anteriores, comienza con la gran extensión de los hielos. Estos cubrieron todo el Norte de Europa; como hoy cubren la Groenlandia; cubrieron también los macizos montañosos del centro; y los glaciares ó heleros que hoy se detienen en algunas gargantas de los Alpes se extendían por los grandes valles, donde han dejado sus huellas. En las formaciones de esta edad es donde se descubren los primeros restos indubitables de la especie humana, asociados á los de grandes mamíferos extinguidos, por más que algunos pretenden remontarlos á los últimos tiempos terciarios.

La época en que vivimos puede considerarse como continuación de la era cuaternaria, dentro de la cual distinguen algunos autores dos períodos: el *pleistoceno* y el reciente ó actual.

No holgará el advertir que la clasificación de sedimentos bajo el punto de vista cronológico de que os acabo de hacer un brevísimo resumen no coincide con la que atiende á la composición y aspecto de los materiales. En todas las épocas, así como en la actual, se

han formado simultáneamente y en diferentes regiones depósitos detríticos, químicos y orgánicos. Por lo tanto, las rocas que en un tiempo determinado se han formado en diferentes regiones, pueden ofrecer aspectos muy diversos, y estas divergencias proyectan mucha luz sobre la historia geológica de cada región. Por otra parte, mientras se depositaban esas rocas en el fondo de los mares, lagos ó estuarios, surgían en otros puntos rocas eruptivas de diversa composición mineralógica, cuya edad relativa podemos inferir observando su posición con respecto á las sedimentarias.

Decíamos antes que todas las partes eminentes sobre la superficie oceánica, bajo el influjo de los agentes exteriores y de la fuerza de la gravedad, están destinadas á sufrir un continuo desgaste, una *denudación*, hasta que su nivel se haya igualado con el del mar. En toda la extensión de los continentes la superficie del suelo está constantemente atacada por los agentes externos, sometida á una labor de desagregación, que acaba por deshacer las rocas más compactas, hasta que sus fragmentos son bastante pequeños para obedecer é la gravedad que lo solicita, sobre todo cuando las corrientes pluviales intervienen favoreciendo su descenso. Así caminan, primero en las pendientes de las montañas y en los lechos de los torrentes, donde se desgastan, se redondean y se transforman poco á poco en grava, en arena, en limo; después en los ríos, que durante sus crecidas tienen fuerza suficiente para remover estos materiales y llevarlos hasta sus desembocaduras. Por otra parte, el mar bate sin tregua sus orillas, socava las costas acantiladas y las hace retroceder lentamente. Fácil es predecir el resultado de estas acciones; la denudación tiende al completo aplanamiento de la tierra firme; todas las partes salientes se ven solicitadas á descender hasta que hayan adquirido un equilibrio más estable. Llegará un día en que, lentamente arrasadas las montañas que nos rodean, nuestro país se habrá convertido en lo que los modernos estudios *geomorfológicos* llaman una *peneplanura*, semejante á las de otras regiones en que la obra de la denudación se halla más avanzada.

¿Qué tiempo será necesario para el término de esta obra, es decir para el total arrasamiento de los continentes, si otras fuerzas no vienen á contrarrestar la labor de los agentes exteriores?

Se ha intentado calcularlo y voy á indicaros concisamente los fundamentos y los resultados de este cálculo; resultados que aunque no pueden aspirar, no digo á la exactitud, ni siquiera á la aproxi-

mación, proyectan sin embargo alguna luz sobre la duración de este orden de fenómenos naturales y calman en parte nuestra curiosidad.

De los datos geográficos más modernos y fidedignos se ha deducido que la altitud media de los continentes é islas es próximamente 700 metros, y su extensión 145 millones de kilómetros cuadrados, lo que da, en números redondos, un volumen de 100 millones de kilómetros cúbicos. Tal es la provisión de materiales contra la cual obran los agentes exteriores de destrucción. Ante estas cifras uno de nuestros maestros en geología se preguntó: ¿Será despreciable la obra de esos agentes á no durar un tiempo incalculable? Producirá solamente sobre la tierra firme algo semejante al casi imperceptible cosquilleo que Gulliver creía sentir cuando una legión de liliputienses se cebaba sobre su rostro y su cuerpo, ó bien será necesario contar con ese factor y entrever la posibilidad de modificaciones profundas que no exijan intervalos de tiempo superiores á los que nuestra imaginación puede concebir? Para contestar á esta pregunta es preciso apreciar el valor de las actuales erosiones.

Puesto que todos los restos de la tierra firme acaban por llegar al mar, en la desembocadura de los ríos es donde procede investigar el valor de la erosión continental. Pues bien, para algunos de los mayores ríos del mundo se han instituido comisiones especiales que estudian el régimen de sus desembocaduras. Midiendo el caudal de esos ríos y la proporción de materias en suspensión y en disolución contenidas en sus aguas, se ha deducido el volumen de esas materias que cada uno de ellos aporta anualmente al mar. La relación de ese volumen al caudal de agua es muy variable de un río á otro, como era fácil prever. Cuando la cuenca de un río comprende regiones con pendientes muy acentuadas, en que la labor de los torrentes se halla en plena actividad, ese río arrastra en proporción á su caudal mayor cantidad de materias sólidas que otro cuya cuenca esté más arrasada. Reuniendo los datos referentes á 19 de los más grandes ríos, se ha deducido que, por término medio, el volumen de materias que llevan al mar está con respecto al del agua aproximadamente en la relación de 6 á 10.000.

Conocido el volumen de agua que esos ríos llevan anualmente al mar y conocido también con alguna aproximación, por medio de observaciones pluviométricas, el volumen de agua que en igual tiempo cae en sus respectivas cuencas, puede apreciarse la relación entre uno y otro. Las zonas en que con más menos regularidad se

efectúan observaciones pluviométricas, componen una buena parte de la superficie terrestre, y, por tanto, es de presumir que el promedio resultante de todas esas observaciones no difiera grandemente del promedio para toda la tierra. Si aplicamos, pues, ese promedio á todos los continentes; si admitimos que en todas ellas la relación entre el agua caída y la que llevan los ríos al mar, es la misma que en el conjunto de las cuencas de aquellos diez y nueve grandes ríos; si admitimos también para todos los ríos la relación que por término medio hay en esos diez y nueve, entre el volumen de agua y el de materias arrastradas, tendremos todos los datos necesarios para calcular el desgaste anual de los continentes. Así se ha venido á deducir que el volumen del agua conducida al mar por todos los ríos del mundo en cada año es de 23.000 kilómetros cúbicos y que á este volumen de agua corresponden cerca de 14 kilómetros cúbicos de materias arrancadas á los continentes. Por lo tanto, los 100 millones de kilómetros cúbicos á que equivalen todas las tierras emergidas exigirán  $100.000.000 \div 14$  algo más de 7 millones de años para ser totalmente arrasados hasta el nivel del mar, supuesto constante el actual régimen meteorológico.

Repartidos entre los 145 millones de kilómetros cuadrados, que componen la superficie de las tierras, los 14 kilómetros cúbicos arrancados anualmente á ellas, corresponden á un espesor ó profundidad media que no llega á  $1/10.000$  de metro, es decir que se necesitaría más de un siglo para rebajar en un centímetro la altura media de los continentes é islas.

Comparativamente á esta erosión continental, es de poco valor la que causan las olas del mar batiendo las costas. Su acción es muy variable de unas á otras regiones. Para el litoral de Inglaterra, violentamente azotado por el Atlántico, se ha evaluado en tres metros por siglo el avance del mar, y aplicando esta cifra á los contornos de todos los continentes é islas, teniendo en cuenta las respectivas alturas, se ha llegado á deducir que la erosión vendría á ser 17 veces menor que la ocasionada por las lluvias y corrientes fluviales, lo que no altera considerablemente el valor que hemos atribuído á esta última.

Pero todos los materiales que los ríos llevan al Océano y los que las olas arrancan de las costas van á sedimentarse en el fondo submarino, y al hacerlo, desalojando un volumen de agua igual al suyo, tienden á elevar la superficie líquida. Por esta causa, el desgaste

necesario para que la tierra firme se nivele con el mar se limita considerablemente, y por medio de un cálculo muy sencillo viene á deducirse que se reducen próximamente á 4 millones de años los 7 antes indicados.


Si la obra de los agentes destructores hubiese persistido, sin que ninguna otra influencia viniera á contrarrestarla, hace mucho tiempo que se hubiera consumado el arrasamiento de la tierra firme y una triste monotonía reinaría en todo el mundo. No sucede así. Algunas regiones llevan las huellas de ese arrasamiento, en parte borradas por fenómenos ulteriores, pero á su lado otros territorios, el nuestro, por ejemplo, tienen un relieve, sobre el cual no ha pesado tanto la mano del tiempo.

Es, pues, necesario deducir que en diversas épocas han ocurrido cambios en la condición recíproca de mares y continentes. Ni el nivel del Océano, base del trabajo de erosión por las aguas corrientes, ni la forma general de la corteza terrestre han permanecido invariables, y cada vez que ha ocurrido uno de estos cambios, los agentes exteriores, que acaso llevaban muy adelantada su labor demolidora, se han encontrado con nuevos obstáculos que vencer, con nuevos materiales en que cebarse.


Estos cambios cuya necesidad deducimos *a priori*, la geología nos lo revela á cada paso, descubriendo muchas de sus huellas, entre las cuales es la más sugestiva la disposición tan frecuentemente trastornada, levantada, plegada y aun invertida, que presentan hoy muchas capas sedimentarias, cuyo primitivo depósito en estratos horizontales ó suavemente inclinados, no admite la menor duda. Así se revela también la intervención necesaria de otro orden de fenómenos dependientes de la actividad interna del globo, cuyo efecto ha sido romper periódicamente los estados de equilibrio á que fatalmente hubiera conducido la obra prolongada de los agentes externos. Esa causa que tales alteraciones produce en la primitiva regularidad de las capas extratificadas, acusando la movilidad de la corteza terrestre, no puede ser otra sino la lenta contracción del núcleo, debida en primer término á la pérdida de calor. La corteza terrestre cuyo espesor es, á no dudar, una fracción muy pequeña del radio, está dotada de cierta flexibilidad; necesita ser sostenida y cuando le falta el soporte tiene que deformarse. Esa deformación se compara á la de una tela primitivamente tensa y en la cual por una causa cualquiera viene á disminuir la tensión. En este caso


el exceso de amplitud determina la formación de un repliegue ó sea de la yustaposición de dos arrugas, una saliente y otra entrante, habiendo por lo tanto levantamiento de una parte de la tela y hundimiento de la porción contigua. Siendo la contracción del núcleo la causa de tales variaciones en la corteza terrestre, claro es que en último resultado los hundimientos predominarán sobre los levantamientos, pero habrá partes que en la nueva posición queden más elevadas que en la primitiva.

Estos trastornos, que se producen en las capas de la corteza terrestre para amoldarse al núcleo cada vez más contraído, se resumen en *pliegues y fallas*.

Los pliegues son inflexiones, dobladuras de los estratos: cuando vuelven su convexidad hacia arriba  se llaman *anticlinales*;


cuando hacia abajo  *sinclinales*. Generalmente en las regiones plegadas se suceden los sinclinales y anticlinales,

formando una serie de pliegues  paralelos, y con frecuencia se ve que están tendidos ó recostados hacia un

lado  y á veces hasta apilados unos sobre

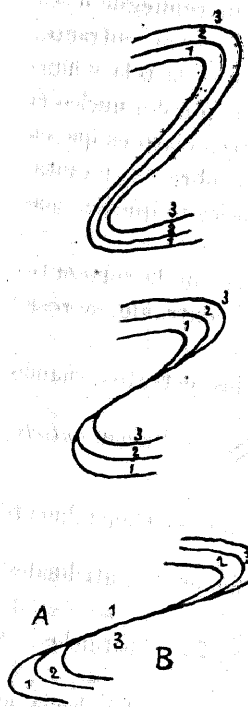
otros. 

Las fallas son roturas de la corteza, según superficies generalmente planas, que la dividen á la manera de una bóveda en do-

velas,  cada una de las cuales ha podido bajar

ó subir relativamente á sus contiguas. Estas desnivelaciones han quedado las más veces borradas en la superficie por la erosión, pero la estratigrafía las descubre y se revelan á cada paso en los trabajos subterráneos de las minas.





En algunas regiones, como si la corteza terrestre hubiera tenido mayor rigidez, las capas tienen más tendencia á romperse que á doblarse, y predominan las fallas sobre los pliegues. Pero no siempre existe esa marcada separación entre unos y otros accidentes. Sucede á veces que en la parte más acentuada del pliegue, las capas sufren un estiramiento, que gradualmente puede llegar á una falla inclinada y hasta casi horizontal, y entonces la parte A puede ser arrastrada sobre la parte B á distancias muy considerables. En algunas regiones trastornadas, principalmente en los Alpes se están descubriendo muchos de estos fenómenos de *arrastré*, á distancias enormes é inverosímiles.

Comprenderéis que cuando en una comarca se combinan pliegues, fallas, arrastres y denudaciones, es tarea que exige mucha paciencia y no poca sagacidad por

parte del geólogo el desenredar una madeja tan enmarañada. Los rápidos progresos en la exploración del globo aportando nuevos elementos de regiones vastas y distantes, apenas conocidas hasta reciente fecha bajo el punto de vista geológico, y el estudio más minucioso y profundo de las comarcas dislocadas han permitido la concepción de síntesis grandiosas, que todavía hace muy pocos años hubieran sido prematuras.

Estos estudios nos revelan que en la corteza terrestre existen ciertas partes que se han distinguido por su movilidad durante largos períodos, en tanto que otras han sido más estables ó adquirieron más pronto cierta rigidez, que contrasta con la flexibilidad de las primeras. Las partes esencialmente móviles constituyen lo que en la moderna geología se llama *geosinclinales*. Son ó eran depresiones alargadas y onduladas, que dibujan una red en la superficie comprendiendo entre sus mallas las regiones menos inestables. Así se ha venido á comparar la corteza terrestre á una de aquellas armaduras usadas por nuestros antepasados, en las cuales las piezas

rigidas de metal están ligadas por articulaciones flexibles de cuero, que facilitan los movimientos.

La movilidad de los geosinclinales que en último resultado se traduce en un descenso, ha permitido que en ellos se acumule un espesor de sedimentos mucho mayor que en otras regiones, y esos sedimentos, comprimidos entre las partes rígidas, son los que más plegamientos han sufrido. El principio de los pliegues parece haber obedecido á la formación de uno ó varios *geosinclinales* en medio del geosinclinal, es decir á la aparición de uno ó varios bombeamientos, que han dividido en dos ó más partes el geosinclinal primitivo paralelamente á su longitud. Después los pliegues se han ido acentuando. Los más fuertes se verificaron sin duda á profundidad considerable, en tanto que á las capas más superficiales solo llegaba un eco debilitado de tan enérgicas dislocaciones. Pero la compresión lateral continúa actuando, hasta que llega un momento en que el conjunto plegado se levanta en masa, constituyendo una cordillera. Los geosinclinales de unas épocas geológicas son, como veis, las regiones destinadas á ser ocupadas por las cordilleras de otras épocas más modernas, y la denudación que éstas comienzan á sufrir desde su levantamiento, es una especie de disección que pone de manifiesto su estructura interna.

Después de lo que llevo expuesto comprenderéis que las deformaciones de la corteza, dada su imposibilidad para seguir paso á paso la contracción del núcleo, aunque no hayan sido discontinuas, han tenido sus paroxismos, se han efectuado por sacudidas.

La geología moderna, sintetizando los datos acumulados por gran número de observadores en todas las regiones del globo, tras de muchos esfuerzos y tentativas prematuras, ha llegado á determinar el periodo de la historia de la tierra en que se ha verificado cada una de esas grandes sacudidas y las regiones á que se ha extendido su acción.

La más antigua tierra emergida en nuestro hemisferio debió formar un continente circumpolar, cuyas costas meridionales quedaban al Norte de la región de los grandes lagos de la América, de las montañas de Escocia y de la Escandinavia. Contra esa tierra *paleoártica* un empuje procedente del Sur levantó en el periodo precambriano una serie de alturas, que se ha llamado cordillera *haromiana*. Restos de esa cordillera, rebajada por los agentes externos en tan largo transcurso de tiempo y en parte sumergida, son: en

América la región de los grandes lagos, y en Europa la Finlandia.

Un nuevo movimiento se produjo al fin de la época siluriana, una nueva cordillera llamada *caledoniana*, vino á añadir nuevas tierras á la región ganada al mar por la precedente. En Europa esta cordillera ocupó la Irlanda, la Escocia y la Noruega, viniendo á introducirse como cuña en el contorno sinuoso de la huroniana.

Los movimientos que siguieron á los caledonianos tuvieron lugar en los periodos carbonífero y permiano, es decir al final de la era primaria, y repercutieron en una región mucho más extensa y más meridional, dando origen á las cordilleras denominadas *hercinianas*. Las tierras que estos movimientos hicieron surgir han sido también grandemente degradadas por la erosión, y hoy se nos presentan formando varios macizos ó islotes entre formaciones más modernas. En Europa son restos de las cordilleras hercinianas la Bretaña, la región de los Ardenes en los confines de Francia, Bélgica y Alemania, los macizos de Sajonia y Boemia y otros dos de capital importancia para nosotros, dada su proximidad á la región objeto de esta conferencia: el macizo central de Francia y la meseta ibérica.

Durante la era secundaria no tuvo lugar en Europa ninguno de estos grandes movimientos orogénicos, pero en la era terciaria ocurre el último ó más moderno levantamiento, el del sistema alpino, que siguiendo una línea sinuosa comprende los Pirineos, los Alpes, los Cárpatos, el Cáucaso, el Himalaya, el Atlas en Africa y la Sierra Nevada en España. Todas estas cordilleras, así como la de los Andes en América se han levantado en la era terciaria; son las cordilleras más jóvenes de la tierra. En la de los Pirineos, los últimos movimientos se efectuaron entre los periodos oligoceno y mioceno, pero en las otras continuaron hasta después del mioceno; es decir, casi hasta el final de los tiempos terciarios. Su relieve es más acentuado, porque los agentes de la denudación llevan menos adelantada su labor destructora.

Para resumir: Si imaginamos un observador ideal, que hubiese podido permanecer durante todas las edades geológicas colocado á suficiente altura sobre el continente ártico primitivo, ese observador hubiera visto primeramente formarse una grande ola sólida en el mar que bañaba las costas meridionales de aquellas tierras, levantarse lentamente esta ola y rebatirse y fijarse contra el continente, formando una espesa muralla. Después hubiera visto derruirse paulatinamente esta muralla y formarse á mayor distancia una

segunda ola que á su vez vino á romperse contra el continente ya más avanzado al Sur que el primitivo, y así sucesivamente hubiera visto otra tercera y otra cuarta olas gigantescas venir á aplicarse contra los restos de los continentes anteriores.

Si ahora recordáis los cálculos á que hace un momento aludíamos y que demuestran que debe contarse por millones de años el tiempo necesario para arrasar los continentes actuales, podeis formaros una vaga idea del que ha debido transcurrir para que sucesivamente hayan surgido y se hayan desmoronado en su mayor parte esas cordilleras formadas por los pliegues huronianos, caledonianos y hercinianos, que tal vez presentaron en su juventud relieves tan considerables como los que hoy se contemplan en los Alpes, los Andes y el Himalaya.

Hora es ya de que concentremos la atención sobre nuestra amada Euskalerría, y veamos cual ha sido su destino durante todas las vicisitudes de la historia de la tierra, que os he trazado lo más rápidamente que me ha sido posible.

## II

El país vasco es parte integrante de uno de los geosinclinales que durante largos periodos geológicos conservó su movilidad característica. En el fondo del geosinclinal destinado á ser un día la cordillera pirenaica se fueron apilando sedimentos desde las primeras edades, sin que las grandes sacudidas que dieron lugar á las cordilleras huronianas y caledonianas repercutieran notablemente en nuestra región. Sin embargo desde los tiempos silurianos se inicia la división del geosinclinal pirenaico, formándose hacia su eje, algunos bombeamientos que hoy aparecen jalonados por macizos graníticos. Notemos de paso que el granito es una roca de origen interno, que se ha consolidado sin salir á la superficie, y que no se ha abierto paso dislocando las rocas laterales, sino más bien corroyéndolas á la manera de un ácido. Ocupa generalmente los ejes de los pliegues convexos ó anticlinales, donde se solidificó, sin duda, á una presión muy considerable, y si hoy la vemos en la superficie es porque han desaparecido por la erosión las capas que la cubrían.

En la parte oriental de la cordillera pirenaica asoman varios ma-

cizos graníticos dispuestos paralelamente; desde el meridiano de Luz ya no se ve más que uno, que á su vez desaparece hacia Occidente, cerca de Aguas buenas, sin penetrar en el país vasco; sigue un buen trecho de la cordillera sin afloramientos graníticos, y luego reaparecen dos en territorio vascongado: el de la peña de Aya ó Trois couronnes, en los confines de Guipúzcoa, Navarra y Labort, y el de los montes de Oursonia, entre Labort y baja Navarra. Su situación corresponde también á las primeras ondulaciones convexas en el geosinclinal, pero siguiendo una dirección distinta de la que predomina en las demás regiones del mismo. Estos núcleos granítico-silurianos adquirieron pronto cierta rigidez y ejercieron marcada influencia en la disposición que más tarde habían de tomar los estratos en esta zona de la cordillera.

Durante los largos períodos precambriano y siluriano no hubo tierras emergidas en nuestro país, totalmente cubierto por un mar de bastante profundidad. Es probable que en el precambriano no hubiera sedimentación de materiales detríticos en el fondo de este mar, por hallarse muy distantes las costas en aquella remota época, pero durante el siluriano se formaron sedimentos, en su mayor parte legamosos, que suman un grande espesor y que hoy aparecen convertidos en pizarras, por efecto de las presiones á que ulteriormente estuvieron sometidos. La mayor parte de la mancha que en el mapa veis señalada como terreno primario, contorneando los indicados macizos graníticos, corresponde al siluriano, comprendido también en esta denominación el cambriano, esto es, el período en que comenzó la vida en el seno de los mares. Siendo muy difícil y no estando aún bien determinado el deslinde de los diversos períodos paleozoicos en esta zona, he preferido englobarlos bajo la denominación común de primarios, antes que trazar límites que habrían de tener algo de convencionales.

No hay en nuestra región discordancia entre los estratos silurianos y devonianos, porque los movimientos que levantaron la cordillera caledoniana al fin del siluriano no afectaron á las capas depositadas en nuestro geosinclinal. Pero la frecuencia mayor con que entre los sedimentos devonianos aparecen los depósitos calizos, formados en gran parte por coralaris, indican menor profundidad en el mar.

Un régimen análogo reinó en nuestra región durante las primeras etapas del período llamado carbonífero, pero luego tienen lugar

los movimientos hercinianos que duran hasta el final de la era primaria, produciendo la emersión de la mayor parte de Europa. Al mismo tiempo, bajo un clima cálido, húmedo y uniforme en todo el globo se desarrolla una exhuberante vegetación terrestre, cuyos restos, depositados en los estuarios y deltas de los ríos de aquellos continentes constituyen las capas de combustible que hoy utiliza la industria.

Los grandes movimientos que levantaron las cordilleras hercinianas apenas trastornaron los estratos en nuestra comarca, pero en ella se dejó sentir la influencia de próximas tierras emergidas, como lo demuestran los sedimentos de carácter costero, más abundantes en este período que en los anteriores, y aun hubo de verificarse en esta parte del geosinclinal pirenaico un movimiento de ascenso que produjera algunos islotes en aquel mar, á la sazón poco profundo. Se han podido señalar dentro de la mancha primaria algunas fajitas carboníferas, bien caracterizadas por sus fósiles, y se han hallado también varias capas de hulla, inexplotables por su reducido espesor, entre otros parages en el monte Larhun, inmediato á San Juan de Luz, y en el puerto de Echalar (Navarra). Tal escasez de hulla en la formación carbonífera, nos indica que en nuestra región no pudieron depositarse grandes cantidades de restos vegetales, porque las tierras de que inmediatamente procedían eran cortas en extensión. Al final del período carbonífero debemos, pues, figurarnos á nuestro país ocupado por un mar en el que sobresalían con poca elevación algunas islas hacia los lugares en que hoy vemos asomar los macizos graníticos; ese mar estaba limitado al NE. y al SO. por regiones montañosas recién emergidas, y, por lo tanto, probablemente de gran altitud: al NE. por el macizo central de Francia, al SO. por la meseta ibérica.

En el período permiano, que es como transición entre las eras primaria y secundaria, continuó el movimiento de elevación del suelo. Es dudosa la existencia de sedimentos de este período en nuestro país. Los geólogos franceses han señalado como permianas algunas capas en el monte Larhun, pero en España, no solo en esta región sino en toda la Península no se ha encontrado hasta ahora ninguna especie permiana, lo que induce á creer que se hallaba emergida en este período. Termina, pues, la era primaria con un movimiento de elevación que apenas alteró en esta zona la horizontalidad de los estratos más próximos á la superficie y comienza la

era secundaria con un período de destrucción de las tierras recién emergidas. Los sedimentos del período triásico, primero de la era secundaria, son en nuestro país eminentemente clásticos, predominando los conglomerados de grandes cantos de cuarzo, y las areniscas de grano grueso, trabados con un cemento ferruginoso, que les da coloración rojiza. Todo nos indica que estas capas se formaron cerca de las costas, en los brazos de mar que las recortaban, en lagunas, en estuarios, en una zona mixta de aguas dulces y saladas.

Una circunstancia es digna de notarse en los sedimentos triásicos. Entre los cantos que forman sus conglomerados se ven algunos fragmentos de pizarras y otras rocas de la era primaria, pero ninguno de granito, lo que induce á pensar que si en el período triásico existía ya fuera del mar una parte de la mancha primaria, señalada en el presente mapa, el granito protegido por las capas silurianas, bajo las cuales se consolidó, no llegó á aflorar hasta que estuvo más avanzada la obra de la denudación.

En el mapa teneis representada la superficie ocupada por la formación triásica, y podeis observar como, á pesar de las irregularidades y soluciones de continuidad producidas por los pliegues, fallas y denudaciones, en conjunto, se dispone alrededor del núcleo granítico primario, que según iremos viendo ha ejercido una influencia directriz en los sucesivos estratos y en los pliegues que los trastornaron.

Algunos depósitos calizos indican que al final del período triásico comenzó un nuevo ciclo de descenso del suelo que aun no había perdido la movilidad propia de los geosinclinales.

Este movimiento se acentuó en los siguientes períodos de la era secundaria, no obstante alguna fluctuaciones en sentido inverso; de modo que en esos períodos el mar invadió nuestra región y una sedimentación de carácter francamente marino sucedió al régimen semicontinental del período triásico. Aquel mar experimentó varias fluctuaciones; en las fases de regresión marina se aproximaban las costas del macizo central de Francia y de la meseta ibérica, y se agrandaban las islas intermedias; lo contrario acontecía en las fases de transgresión.

El período jurásico corresponde, por lo que atañe á nuestro país, á una fase de transgresión marina. Los sedimentos que aquí se formaron en ese período son calizos ó calizo-arcillosos, indicando un

mar de profundidad media, y la ausencia de rocas clásticas denota el alejamiento de las costas.

Las capas jurásicas, que quedaron cu biertas por las infracretáceas, siguientes á ellas en edad, se ven hoy asomar, gracias á los levantamientos posteriores, tan solo en una extensión muy reducida y vereis como se agrupan al rededor de las formaciones triásicas, que á su vez contornearon el núcleo granítico-primario. Donde con más amplitud aparecen los afloramientos jurásicos es en las cercanías de Tolosa, para ocultarse luego más allá de Villafranca bajo las capas infracretáceas. En algunos otros parajes se ven también asomar las rocas jurásicas. En Montoria cerca de Peñacerrada (Álava) una especie de ojal ó ventana abierta en las capas cretáceas é infracretáceas, permite ver debajo de éstas á las jurásicas. El mar jurásico cubría pues todo el país vasco, excepción hecha de una parte de ese núcleo granítico-primario, que formaba un islote, contribuyendo con otros, situados más á oriente, á bosquejar la futura cordillera.

Los sedimentos correspondientes á los períodos infracretáceo y cretáceo suman en nuestro país un espesor extraordinario, lo cual constituye uno de sus rasgos más característicos. Los infracretáceos son de dos clases: los unos de carácter detritico, han originado rocas sabulosas y pizarreñas; los otros son calizos y debidos á la intervención de organismos marinos, principalmente corolarios. Estas rocas calizas se han formado de un modo semejante á los actuales arrecifes de corales de la zona tropical. Sabido es que los pólipos corolarios que edifican estos arrecifes no pueden vivir sino á escasa profundidad, á lo sumo á unos 30 ó 40 metros de la superficie y cerca de las costas entre agitadas olas. Vemos no obstante que las calizas infracretáceas presentan en algunas de nuestras montañas un espesor muy grande, que puede medirse por centenares de metros. Tal espesor en rocas de origen coralino no puede explicarse, sino admitiendo que el fondo del mar descendía lentamente, de modo que los pólipos fueran edificando banco sobre banco, manteniéndose la vida en los bancos superiores, en tanto que en la base morían aquellos organismos, dejando en su lugar el edificio calizo inerte. Así se formaron en el período infracretáceo las enormes masas calizas que hoy contemplamos en las montañas de Aralar, Aitzgorri, Hernio, Udala, Amboto y tantas otras.

El período propiamente llamado cretáceo comienza con un aumento del dominio del mar en casi toda Europa. En nuestro geosincli-

nal sigue el movimiento de descenso y los arrecifes coralinicos se cubren de sedimentos, ya areniscos, ya margosos, según su situación relativamente á las costas y según la variable energía de los agentes erosivos. Durante los diversos tramos en que se divide el cretáceo, particularmente en los denominados cenomanense y senonense, es cuando mayor espesor de sedimentos se acumuló en nuestra región. Las capas formadas en este período ocupan hoy la mayor parte de las provincias de Guipúzcoa, Vizaya y Álava. En Vitoria, donde apenas han perdido su horizontalidad primitiva, el sondeo efectuado en busca de aguas artesianas, atravesó más de mil metros en rocas del cretáceo superior, y todavía á las que forman el suelo de la ciudad alavesa se sobreponen otras del mismo período, que representan un espesor considerable.

En Guipúzcoa y Vizcaya termina el cretáceo con una formación de carácter litoral ó costero. A este episodio que quizás llegó á los albores de la era terciaria, corresponden las areniscas de los inmediatos montes Aizquibel, Ulia y Urgull. Más al Sur, en gran parte de Álava, persistieron durante más tiempo los sedimentos margosos, y en la zona que hoy ocupa la sierra de Codes, Peñacerrada y Tolomeo se formaron depósitos calizos en gran parte formados por foraminíferos, que vivían en mares de bastante profundidad. Todo nos induce á pensar que hacía el fin de la era secundaria el mar cubría la parte meridional de nuestra región, en tanto que en la septentrional existían tierras emergidas de escasa elevación, que se habían ido soldando al núcleo primario.

Por eso, en las primeras etapas de la era terciaria, el mar que ponía en comunicación el Mediterráneo y el Atlántico, y en el cual solo sobresalían antes algunas islas, queda dividido en dos partes: la más septentrional forma un brazo por el que siguen comunicándose libremente ambos mares, en tanto que la del sur termina á manera de golfo hácia el extremo occidental de Álava.

En el fondo del Mediterráneo, que entonces tenía una extensión cuatro á cinco veces mayor que la actual y en los mares que con él comunicaban se formaron grandes depósitos, en su mayor parte calizos, en que abundan extraordinariamente los foraminíferos designados con el nombre de *numulitos* por su forma discoide, semejante á la de una moneda; de estos fósiles ha venido el nombre de *numulítico* con que se denomina al terreno así formado en el período eoceno inferior. En el mapa podeis ver representada las situación

que hoy ocupan los restos de rocas numulíticas, tanto de las que se formaron en el golfo Navarro-Alavés, como al otro lado; y digo los restos, porque el espacio que ocupan no puede darnos clara idea del que cubrían aquellas partes del mar numulítico, que sin duda se extendían mucho más, habiendo la denudación hecho desaparecer gran parte de sus sedimentos.

Las rocas numulíticas, que suman un espesor muy grande en la vertiente meridional de los Pirineos orientales y centrales, son por orden ascendente: calizas, margas azuladas y margas arenosas de diversos colores. En Navarra están representados estos tres horizontes, pero su espesor decrece gradualmente hacia el Oeste y ya en las sierras de Andía y Urbasa, no quedan sino las calizas coronando las últimas hiladas del cretáceo. En Álava es muy reducido el espesor de las calizas numulíticas en la prolongación de la sierra de Urbasa y en la vertiente Sur de los montes de Vitoria, confin del condado de Treviño; faltan por completo en las cercanías de Pobes, donde las rocas del eoceno superior se sobreponen directamente á las del cretáceo y reaparecen en Valdegobia penetrando muy poco en la provincia de Burgos. Del otro lado se ven en Biarritz y á orillas del Adour y sus afluentes varias manchas de rocas numulíticas, aisladas por la erosión.

Fijémosnos un instante en las condiciones que debía reunir nuestro país en aquel período, antes de que lleguen las grandes transformaciones que va á experimentar en los que inmediatamente le siguen. Bañábase por el Norte el brazo de mar á que últimamente aludíamos, el cual cubría buena parte de las actuales cuencas del Nive y del Adour. Los sitios que ocupan Bayona, Biarritz y Bidart continuaban bajo las aguas; al Sur se extendía el golfo que, penetrando por Cataluña y Aragón, ocupaba la mayor parte de Navarra y se prolongaba por el centro de Álava. En medio tierras bajas, adheridas al núcleo primario algo más prominente. Clima cálido; atmósfera que derramaba el agua con intermitencias prolongadas, produciendo dos estaciones, muy seca la una y más húmeda la otra. Así parecen atestiguarlo los vegetales fósiles, por el aminoramamiento de las formas, por su consistencia coriacea, por su disposición frecuentemente espinosa, revelando un carácter que se ha calificado de africano; y es que el cálido Mediterráneo, cuyos límites meridionales se acercaban entonces al trópico, influía sobre todas sus costas, á ejemplo de lo que hoy sucede en las tierras bañadas por ese mis-

mo mar más reducido, y en las que rodean al golfo de Méjico. Había comenzado el desarrollo de los mamíferos, contenido en las edades secundarias, y en los bosques de palmeras y cocoteros habitaban paquidermos algo semejantes á los tapires de la época actual.

Al finalizar el período eoceno se inician los grandes movimientos que hacen surgir la cordillera pirenaica. Las capas durante tanto tiempo apiladas en el geosinclinal, bajo la acción de su propio peso y comprimidas lateralmente por las masas rígidas, se habían ido replegando para adaptarse al núcleo contraído, pero llega el momento en que la persistencia de aquellas causas les obliga á tomar una nueva posición de equilibrio y se levantan en masa, no sin que á este levantamiento corresponda el hundimiento de otras partes.

El levantamiento ocurrido al fin del eoceno modificó radicalmente las condiciones de nuestra región, que en su mayor parte quedó definitivamente emergida y á considerable altitud. Las capas numulíticas que eran las más superficiales y cubrían gran parte de la zona meridional, fueron las que quedaron más elevadas, pero sin desviarse notablemente de su posición horizontal. El mar Mediterráneo reculó hácia su actuales límites y al mismo tiempo se produjo un gran hundimiento en el borde NE. de la meseta ibérica, originando la fosa del Ebro, que fué ocupada por un gran lago de agua dulce.

La Rioja y la ribera de Navarra, más una faja al Norte de ésta que se extiende hasta rebasar la sierra del Perdón, forman parte del fondo de este lago. Otro de dimensiones más reducidas, ocupó el condado de Treviño, Miranda y Valdegobia, y todavía fuera ya de los límites de nuestro mapa se estableció otro lago más pequeño an los contornos de Villarcayo y Medina de Pomar. Por la parte Norte el Mediterráneo dejó de comunicar con el Atlántico, pero este penetraba en forma de golfo y cubría todo el territorio de las Landas y gran parte de la región Aquitánica. Bayona, Peyrorade y Orthez marcan aproximadamente en la región vasca la línea costera de este golfo, exageración del de Gascuña.

En las tierras recién elevadas, los agentes de erosión trabajan con gran energía y dan origen á un depósito especial y característico de esta época llamado *Pudinga de Pallason*, del nombre del geólogo que primeramente la describió, y también *conglomerado supra-numulítico*; consiste en bancos compuestos de grandes cantos rodados, en su mayor parte de caliza numulítica, que forman una especie de hormigón natural. Estos depósitos forman un cordón exte-

rior á los Pirineos y representan una formación litoral. Según la situación que ocupaban al formarse son de origen submarino ó sublacustre, como los de nuestra región. Los conglomerados supra-numulíticos aparecen claramente circunscribiendo el lago que ocupó Treviño, Miranda y Valdegobia, donde sirvieron de base á los sedimentos del período siguiente ú oligoceno. Se ven también asomar aunque no de una manera tan continua, porque se ocultan bajo capas más modernas, en la orilla septentrional del lago que ocupó la depresión del Ebro.

En el período oligoceno subsisten estos lagos; continúa el trabajo de erosión, pero con menos energía, ya no se forman aquellos bancos de grandes cantos rodados; la sedimentación es más tranquila y los lagos van colmándose lentamente á expensas de las tierras que les rodean. La retirada del Mediterráneo y la extensión de los mares del Norte hácia el centro de Europa, traen un cambio en el clima, que se hace menos cálido y más húmedo. No es una particularidad de nuestro país la existencia de lagos en aquella época; abundaban en otras muchas comarcas de Europa. A la flora de carácter africano, propio del período anterior, suceden formas vegetales de gran opulencia, en que tienen ya notable representación los árboles de hoja caduca. Continúa el desarrollo de los mamíferos, sobre todo de los paquidermos, representados entre otros por los géneros *palco-terio* y *antracotero*, semejantes á los tapires é hipopótamos actuales.

Al final del período oligoceno ocurre el último y más importante movimiento de surrección de la cordillera pirenaica; movimiento que inclinó fuertemente las capas numulíticas y supra-numulíticas con los estratos lacustres á éstas sobrepuestos. Por efecto de este movimiento acabó de vaciarse el lago, en parte colmado de Treviño y Valdegobia, pero subsistió el gran lago de la depresión del Ebro durante todo el período siguiente ó mioceno, habiendo solamente sufrido una reducción por la parte Norte de la ribera de Navarra. El golfo de Gascuña, aunque más reducido, sigue bañando por el Norte los contornos del país labortano y de la baja Navarra. Todo el país presentaba altitudes sin duda mucho mayores que las actuales, pues desde aquel período no han cesado en su labor los agentes erosivos que tienden á rebajarlo.

Todo movimiento orogénico ha ido acompañado y seguido de una recrudescencia en los fenómenos eruptivos, pues al desgarrar los

estratos ha facilitado la salida de los materiales internos, impelidos por la presión que sobre ellos ejercen las grandes masas de terrenos al adoptar su nueva posición de equilibrio. En nuestra región surgieron en abundancia durante la era terciaria las rocas eruptivas designadas con el nombre de *ofitas*, llegando unas á la superficie y quedando otras ocultas bajo las capas sedimentarias hasta que la denudación las puso á descubierto. En el mapa veis representados los afloramientos de esas rocas, la mayor parte muy reducidos, otros relativamente grandes, como las manchas de Plasencia y Guernica. Es la *ofita* la roca eruptiva más abundante en nuestro país pero no la única: la colina de Axpe en la margen derecha de la ría de Bilbao está formada por otra roca denominada *traquita*, correspondiente también á las erupciones terciarias.

Durante el período mioceno en que como queda dicho toda nuestra región estuvo emergida, excepción hecha de la Rioja y la ribera de Navarra, reinó un clima húmedo y templado con inviernos sumamente suaves, permitiendo el desarrollo de una vegetación, cuya exuberancia nunca ha sido superada. La reunión de especies vegetales que entonces prosperaban en estas comarcas, exigía una temperatura media que hoy no se halla sino en latitudes inferiores en 20 ó 30 grados. Llegó también á su término el desarrollo de los mamíferos, apareciendo el grupo de los elefantes, representado por mastodontes y dinoterios, los rinocerontes, los hiparion, próximos ya á nuestros caballos, y empezando á adquirir gran preponderancia los rumiantes. Numerosas manadas de antilopes y gacelas pacían las suculentas gramíneas de aquella época. En nuestro país, á la sazón dotado de un relieve virgen, los agentes externos comienzan á esculpir sus actuales formas y empieza á dibujarse su sistema hidrográfico. Una gran parte de su desagüe afluye al gran lago del Ebro, llevando materiales que se sedimentan en su fondo y tienden á colmar lentamente su cuenca. Para apreciar la importancia de esta sedimentación y el desgaste que supone en los terrenos comarcas basta considerar que el espesor de las capas miocenas lacustres, visibles en la Rioja alavesa, se eleva á algunos cientos de metros.

Al final del período mioceno, entre éste y el plioceno, que es el último de la era terciaria, tuvo lugar el último y gran movimiento alpino, que modificó profundamente la geografía de Europa y aun la de todo el mundo. Sin embargo, en nuestro país, lo mismo que en

toda la cordillera pirenaica apenas se notan las huellas de ese movimiento, pues los estratos miocenos se hallan muy poco trastornados y en marcada discordancia con los de las edades anteriores. Y eso que en la península ibérica ocurrieron también cambios muy notables, como fué, entre otros, la incomunicación del Atlántico y el Mediterraneo, al sur de la meseta. Estos dos mares, que comunicaban antes ampliamente por la región andaluza, quedaron separados al fin del período mioceno por el levantamiento de la cordillera Bética y la del Atlas, entre las cuales se abrió más tarde el estrecho de Gibraltar. Al mismo tiempo que ocurrían estos cambios, se secaron los grandes lagos que cubrían vastas extensiones sobre la meseta central, y con ellos el lago de la cuenca del Ebro, dejando descubiertas la Rioja y la ribera de Navarra.

Varias son las causas que se han invocado para explicar la desecación de los lagos miocenos españoles, causas que no se excluyen mutuamente. El último movimiento alpino, que pudo, sin perturbar notablemente la horizontalidad de los estratos miocenos, repercutir en la rígida meseta ibérica, elevándola desigualmente y facilitando el desagüe; una modificación en el clima con disminución de las precipitaciones acuosas; y por último la diferente repartición de tierras. Muchos geólogos opinan que para mantenerse el régimen lacustre en en la meseta ibérica durante el período mioceno, las tierras que desaguaban en sus lagos hubieron de ser más extensas hácia occidente es decir que debían ligarse con una región continental, hundida más modernamente en las aguas del Atlántico. Los modernos estudios geológicos han venido á hacer muy probable la realidad de aquel misterioso continente, de cuya existencia recogió Platón vagas tradiciones y que han immortalizado los inspirados cantos del poeta catalán Mosen Jacinto Verdaguer, la Atlántida.

Como quiera que sea, en el período plioceno nuestra tierra está ya completamente emergida. Los cambios en la repartición de mares y continentes facilitan las influencias boreales, haciendo el clima menos cálido, y continúan su labor los agentes erosivos. El principio de la era cuaternaria se caracteriza por un cambio en el clima, que, imprimiendo en toda la zona templada una actividad extraordinaria á las precipitaciones atmosféricas, permite manifestarse de una manera grandiosa á los fenómenos erosivos y aluviales. Espeso manto de nieve y hielo cubre todo el Norte de Europa y los

macizos montañosos del centro, desde donde se derrama por los valles. En nuestras montañas, efecto sin duda de su menor altitud, no tuvo gran intensidad el fenómeno glaciario. En la vertiente Norte del Pirineo, en los valles de Argelez, de Laruns y de Aspe-Olorón, que ya no pueden considerarse dentro del país vasco, han quedado huellas de importantes glaciares. Algunas se notan también hacia Santa Engracia, en el límite mismo de la región figurada en nuestro mapa, pero no se han indicado con seguridad más al Oeste. En la vertiente Sur es dudoso que existieran verdaderos glaciares. Lo que sí abundan en una y otra vertiente son los depósitos aluviales, cuyas manchas más notables se han representado en el mapa.

La extensión de los hielos experimentó algunas fluctuaciones durante los tiempos pleistocenos, y en las formaciones del primer período interglaciario, es donde se han descubierto los primeros restos indubitables del hombre y de su industria. Fueron aquellos hombres contemporáneos de grandes mamíferos extinguidos, como el *Elephas antiquus*, *Hipopotamus major* y otros. A estos animales reemplazaron en el período de la última extensión de los hielos, otros como el mammoth ó *Elephas primigenius*, mejor organizados para resistir una temperatura menos clemente que la de nuestros días. En el período en que los hielos retrocedieron definitivamente reinó en Europa un clima frío y seco, como lo demuestran su fauna y su flora. Es la época llamada *del reno*, especie hoy confinada en las regiones más septentrionales. Después el clima se suaviza, haciéndose menos frío y más húmedo y así llega el régimen bajo el cual vivimos. De las teorías que se han propuesto para explicar esas grandes invasiones de los hielos y las sucesivas modificaciones del clima en los tiempos cuaternarios, parecen las más plausibles las que señalan como causa las variaciones en la distribución de mares y continentes en el Atlántico Norte. El establecimiento tardío de la corriente del Golfo debió ser una de las causas que más contribuyó á que después de los fríos de la edad *del reno* haya venido para nuestras regiones una temperatura más clemente.

Me faltan datos y tiempo para tratar de las edades prehistóricas en nuestro país, pero no debe pasarse en silencio la presencia del hombre en la edad del reno, según lo demuestran las investigaciones de las cavernas próximas á Olorón y á Sara, y de la más cercana de Landarbaso.

Llegamos á los confines, que me he propuesto no traspasar, de la geología y de la historia, y como el objeto de esta conferencia es la evolución de nuestro suelo, voy á dedicar la última parte de ella á exponer nada más que breves indicaciones sobre la estructura que á nuestro país han impreso todos esos fenómenos, de que someramente os he dado cuenta, y singularmente las grandes denudaciones, que ha venido experimentando desde el promedio de la era terciaria. No temais que abuse ya por mucho más tiempo de vuestra benévola atención.

Cuando los movimientos orogénicos de la era terciaria comunicaron á la región pirenaica su máxima elevación, los agentes externos, trabajando activamente sobre aquel relieve virgen, comenzaron á esculpir las formas topográficas, que venían ya virtualmente preparadas por los pliegues y por las diferencias de dureza y cohesión de los estratos levantados. Como el avance de la erosión es muy variable según la mayor ó menor resistencia de las rocas, claro es que la distribución de las partes resistentes y blandas, distribución que á su vez depende de la dirección y marcha de los pliegues de las capas, habrá ejercido una marcada influencia en las formas que la erosión ha ido imprimiendo al terreno.

Los pliegues de las capas en la cordillera pirenaica siguen en general una dirección de ESE. á ONO.; pero esta regla sufre una excepción en los contornos del macizo primario-granítico de Aya y Ursonia, á que tantas veces he aludido. Todo parece indicar que este macizo se ha individualizado y consolidado desde los tiempos primarios y que contra su mole resistente, que ha servido como directriz, han venido á chocar los pliegues de los sucesivos estratos. Por eso la cordillera pirenaica termina de una manera muy distinta que en el Mediterráneo en el golfo de Gascuña. Allí el mar corta bruscamente las capas en sentido perpendicular á su dirección. Aquí la dirección de los estratos, sufriendo las inflexiones necesarias para contornear el indicado macizo, llega á coincidir con la de la costa.

La influencia del antiguo macizo dura hasta cierta distancia hacia Occidente, pero luego los pliegues recobran su rumbo normal hacia el NO. y por eso la línea de la costa, que refleja con fidelidad la marcha de los pliegues, forma ese arco cóncavo hacia el Océano, en cuyo fondo se encuentra á poca distancia una fosa de considerable profundidad, dispuesta á su vez paralelamente á dicha línea.



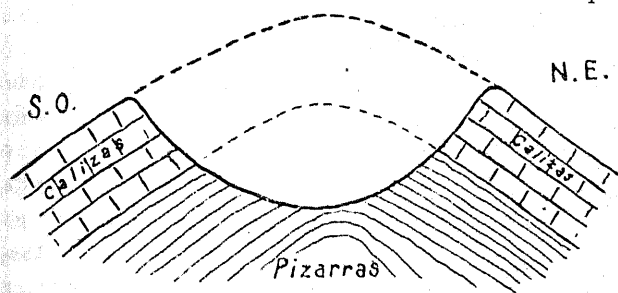
No todos los geógrafos están acordes sobre cual sea el extremo occidental de la cordillera pirenaica, pero no hay duda de que geológicamente los Pirineos terminan en el grupo montañoso conocido con el nombre de Picos de Europa, en los confines de las provincias de Santander, Palencia y Asturias, que es donde tiene lugar el encuentro de los pliegues pireneanos con los hercenianos. Este choque y compenetración de pliegues de distintas edades, ha producido allí una gran complicación estratigráfica y una elevación de terreno superior á la que reina en el país vascongado y en la parte oriental de la montaña de Santander. Nuestro país entra, pues, de lleno en la zona de los pliegues pirenaicos, que pasada la comarca influida por el macizo de Aya-Ursonia se dirigen de ESE. á ONO., distribuyendo las diferentes rocas en fajas paralelas á este rumbo. La erosión ha ahondado más en las rocas menos resistentes, dejando destacarse entre ellas las de mayor cohesión ó dureza, como las calizas y las areniscas, y así se han ido formando esas depresiones y prominencias, cuyas mayores longitudes coinciden generalmente con la dirección de los estratos. Por otra parte, el rápido declive de las cumbres de la cordillera hasta el mar hace que las corrientes de agua vayan abriendo surcos en sentido normal á la costa y por tanto á la dirección de los pliegues, y así se han originado esos valles que van recortando las montañas.

Una nueva rama de las ciencias geológicas que se ha designado con el nombre de *Geomorfogenia*, estudia las íntimas relaciones que hay entre la estructura geológica y la topografía é hidrografía de un país. Aplicando al nuestro los principios de esa ciencia, analizando la naturaleza y disposición de las rocas que lo constituyen, hallaríamos la razón de ser de toda esa variedad de accidentes que tanto atractivo le prestan; pero la tarea sería demasiado larga y he de limitarme á indicar nada más que algunos de los rasgos más notables.

Esa gran mancha infracretácea, que desde Guipúzcoa atraviesa toda Vizcaya de SE. á NO., penetrando en la provincia de Santander, corresponde á un gran pliegue anticlinal. En su enlace con la zona influida por el macizo primario, donde domina otra dirección, se han producido roturas ó fallas por donde asoman las rocas eruptivas. Ese gran pliegue divide al país en dos partes muy distintas bajo el punto de vista estratigráfico. Por el lado del Norte se repiten los pliegues sinclinales y anticlinales, á veces muy agudos, y

abundan los afloramientos de ofita. Al otro lado los estratos están menos trastornados y son más raros los asomos de rocas eruptivas; lo que predomina es un buzamiento de las capas hacia el Sur, de modo que caminando en esa dirección, vamos encontrando capas cada vez modernas, hasta llegar á la cuenca lacustre oligocena, que forma una sinclinal, apareciendo después nuevamente las rocas cretáceas muy plegadas al borde de la cuenca miocena del Ebro, cuyos estratos apenas han sido trastornados. Hay una zona, la llamada de Alava, cuyo centro ocupa Vitoria, en que los estratos cretáceos, inclinados por todos sus alrededores, se encuentran allí casi horizontales. Aquella zona corresponde próximamente al centro de toda la región en que las formaciones cretácea é infracretácea presentan un espesor extraordinario, y en que la cordillera pirenaica alcanza menor elevación. Diríase que el esfuerzo orogénico que la levantó, se encontró aquí con mayores resistencias que vencer á causa de ese mismo espesor, y que por eso no asoman las formaciones inferiores, como en las partes más elevadas de la cordillera.

La diversidad en la disposición y naturaleza de los estratos, hace que la erosión comunique al terreno formas especiales para cada caso. Uno de los resultados más notables es el que se llama *inversión del relieve*, de que hay ejemplos en algunos de nuestros valles. Os citaré el de Arratia en Vizcaya. El fondo de este valle corresponde al eje del gran pliegue anticlinal de que hace poco os he ha-



blado; en las dos laderas las capas buzan en sentido opuesto faltando la parte

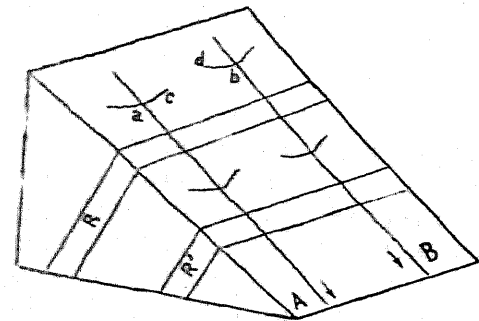
superior ó clave de la gran bóveda que ha desaparecido; en el fondo y en la parte inferior de los laderas afloran rocas pizarreñas deleznable del infracretáceo, y á ellos se sobreponen calizas compactas muy resistentes. Al verificarse la inflexión, estas calizas hubieron de sufrir un estiramiento en la clave, lo cual ocasionó un resquebrajamiento que las hizo atacables por los agentes externos ó produjo su hundimiento. Una vez descubrieras las rocas delezna-

feriores á esa clave, la erosión fué escabándolas más rápidamente que á las calizas, y hoy resulta la parte más deprimida la que primitivamente fué la más elevada.

De un modo análogo se ha originado la depresión que existe de Hernani á Andoain, entre las calizas de Santa Bárbara y Burunza, por un lado y las de Fagollaga, por el otro.

En la Barranca de Navarra teneis un ejemplo de los efectos que la denudación produce en rocas de desigual resistencia. Allí entre las calizas compactas infracretáceas de la sierra de Aralar y las calizas cretáceas y numulíticas del monte San Donato se interpone una serie de margas más deleznable que ha sido considerablemente ahondada.

En el extremo NO. de Alava y en las encartaciones de Vizcaya la persistencia del buzamiento de las capas hacia el Sur, es decir, en sentido inverso á la pendiente general del terreno, ha hecho que en este hayan producido los agentes erosivos una disposición, muy característica, en gradas ó valles escalonados. Allí las pendientes que miran al Norte son muy abruptas, en tanto que las opuestas coincidiendo en una parte con la inclinación de los estratos más resistentes, son mucho más tendidas. Tras de la sierra de Ordunte que domina todas las encartaciones viene el valle de Meana, dominado al Sur por otro cordón, detrás del cual queda el valle de Losa.



Así como veis por estos sucintos ejemplos que la geología explica las formas topográficas de cada región, del mismo modo nos da la razón de ser del curso de los ríos. Cada río tiene su historia, y el estudio de su cuenca nos revela las fases porque ha pasado hasta adquirir su estado actual. Uno de los fenómenos más interesantes en este orden de cosas es el de los ríos que van agrandando su cuenca, capturando los afluentes de otros ríos. Imaginemos que una región recién elevada por un mo-

vimiento orogénico presenta su declive hacia el mar y representémosla esquemáticamente en corte y perspectiva, como indica la presente figura. Desde luego, aprovechando las más ligeras desigualdades originales, se establecen varias corrientes de agua según la máxima pendiente del terreno. Son los ríos llamados *consecuentes*: A, B. Si entre los estratos que componen el terreno hay algunos R, R', más resistentes que los otros, formarán salientes por efecto de su menor desgaste y se establecerán, á cada lado de cada corriente, afluentes que van socabando las partes blandas. Son los ríos que se llaman *subsecuentes*. Pero si el punto *a* por ejemplo, está más bajo que el *b*, el afluente *ac* tiende á aumentar su longitud invadiendo el terreno del *db* hasta que llega á tocar á *b*; entonces toda la parte superior del río B afluye al A; es decir el río A ha capturado la cuenca superior del B, que en este caso se llama un río *decapitado*, y las corrientes *db* y *cb* que corren en sentido inverso al primitivo se llaman *obsecuentes*. Por sucesivas transformaciones, un río puede llegar á componerse de partes consecuentes, subsecuentes y obsecuentes, excavando un valle que entonces se llama *sinético*.

Podríamos analizar el curso de los principales ríos de nuestro país y reconstituir la historia de cada uno de ellos, pero como el desarrollo de este asunto exigiría demasiado tiempo, y no quiero abusar de vuestra indulgencia, me limitaré á citar como un ejemplo de esos ríos conquistadores al Oria, que ha capturado una parte de la antigua cuenca superior del Urola. El afluente que se junta con éste en Azpeitia, pasando por Urrestilla, y que en algunos mapas aparece con el nombre de Ibai-eder, nace hoy en el alto de Manduri, cerca de Astigarreta, pero anteriormente debió tener su origen en las vertientes de Aizgorri y unirse á los ríos que pasan por Cegama y por Idiazábal, los cuales hoy afluyen al Oria. El Ibai-eder es, pues, un río decapitado.

Al terminar la exposición de estas ideas con que me propuse llamar vuestra atención sobre el interés que encierran los estudios geológicos y narraros someramente la historia de nuestro suelo, permitidme que insistiendo por un instante en las consideraciones que apunté al principio de mi discurso, recuerde las que en ocasión parecida hacia no há mucho el eminente geólogo Mr. de Lapparent

aludiendo á una de las amenas narraciones contenidas en el célebre libro de Topffer, titulado „Voyages en Zig-zag,“ donde con admirable estilo se describen las bellezas de los Alpes. En aquella narración el escritor se esfuerza en ponderar el contraste que ofrecía una banda de colegiales en vacaciones, electrizados ante un espléndido panorama, con otro grupo de excursionistas, que, absortos en el examen de unos pedruscos, se inclinaban para mirarlos con sendos lentes, volviendo las espaldas á tan grandioso paisaje; y agrega irónicamente: „Estos señores eran unos geólogos.“ Pues bien, los progresos de la ciencia se han encargado de demostrar que el mejor medio de comprender los paisajes en toda su grandiosidad, es precisamente el estudio de esas piedras en que están encerrados los secretos de la corteza terrestre. Suponía el aludido literato que aquellos señores sólo paraban su atención en las rocas y en los fósiles, pero ved como gracias á esos testigos del pasado, no solo pueden los geólogos indicar con seguridad la razón de ser de las formas visibles del suelo, sino también resucitar con el pensamiento paisajes desaparecidos.

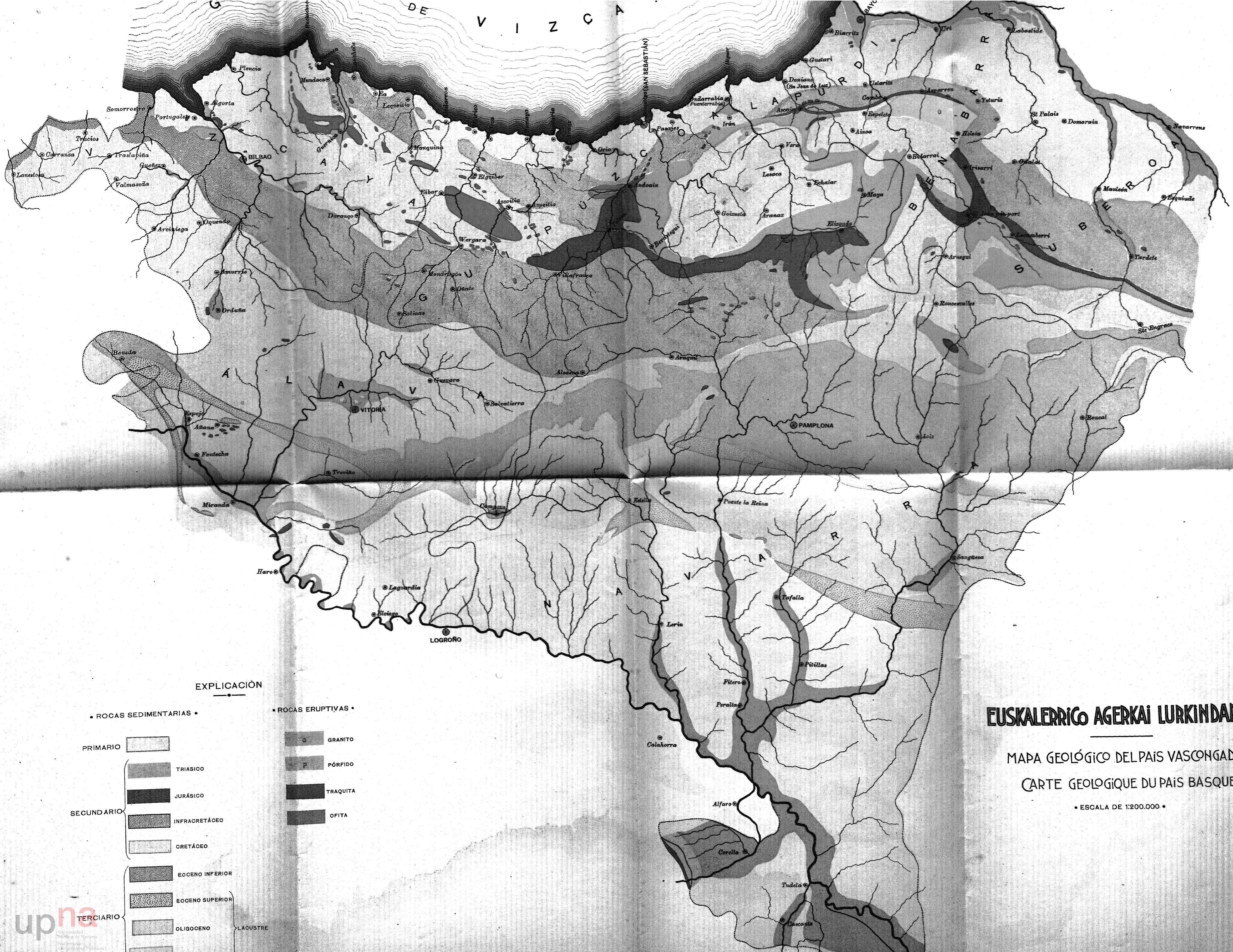
¿No es esta una evocación tan interesante ó más que las que nos pueden ofrecer los historiadores, presentándonos á nuestros antepasados, después de todo, semejantes á nosotros, en medio de una naturaleza idéntica también á la que nuestros ojos contemplan? El geólogo puede hacer revivir un mundo muy diferente del nuestro, tanto por el relieve del suelo, como por las plantas y los animales, que lo han poblado en cada época. Donde el simple alpinista no ve más que picos más ó menos inaccesibles, el geólogo reconstituye esos gigantescos pliegues que removieron y estrujaron como un trapo la corteza terrestre. Mide lo que la erosión ha barrido de todas esas formas transitorias; considera las montañas en las diferentes etapas de su carrera; restaura los antiguos volcanes y los mares y lagos, en cuyo seno se elaboró con majestuosa lentitud el suelo que le nutre y le sustenta; y á la vista de tan continuas y portentosas mudanzas, su alma se eleva hasta la contemplación del único ser eternamente inmutable.

Si no encontrais interés, elevación y hasta poesía en esas evocaciones y en el cuadro que os he trazado de las vicisitudes de nuestra tierra, atribuidlo á la pobreza de mi ingenio, que no ha acertado á pintarlo con los colores adecuados; pero reconoced á lo menos que hay un manantial de goces intelectuales en esa facultad de ver

con los ojos del alma más de lo que perciben los ojos del cuerpo. Reconoced también que estudiando nuestra tierra, esforzándonos por conocer su pasado y su presente, nos unimos más íntimamente con ella, la amamos con creciente intensidad y miramos con mayor interés su porvenir.

Inspiremos en las nuevas generaciones el amor al suelo nativo; que su contacto íntimo y prolongado con la naturaleza vigorice sus cuerpos y enardezca sus almas; y confiemos en que tras del período de ruina y decadencia, ha de sonar la hora de las reparaciones, para que nuestra patria hoy abatida se vea exaltada, así como esas rocas un tiempo caídas y deprimidas en los oscuros abismos de los antiguos mares, se iluminan hoy con los rayos esplendorosos del sol en las cumbres de nuestras montañas.

¡Gora Euskalerrria!



EXPLICACIÓN

- |                         |  |                     |          |
|-------------------------|--|---------------------|----------|
| • ROCAS SEDIMENTARIAS • |  | • ROCAS ERUPTIVAS • |          |
| PRIMARIO                |  |                     | GRANITO  |
|                         |  |                     | PÓRFIDO  |
|                         |  |                     | TRAQUITA |
| SECUNDARIO              |  |                     | OFITA    |
|                         |  |                     |          |
|                         |  |                     |          |
|                         |  |                     |          |
|                         |  |                     |          |
| TERCIARIO               |  |                     |          |
|                         |  |                     |          |
|                         |  |                     |          |

EUSKALERRIKO AGERKAI LURKINDARRA

MAPA GEOLÓGICO DEL PAIS VASCONGADO

CARTE GEOLOGIQUE DU PAIS BASQUE

• ESCALA DE 1:200.000 •

## Erratas más notables.<sup>(1)</sup>

Página.	Línea.	Dice.	Debe decir.
3	2	undi	unde.
4	33	espacio particular	espacio; particula
5	22	pertene	pertenece
10	9	preguntó	pregunta
12	32	extratificadas	estratificadas
14	37	As	Así
18	7	Ursonia	Ursonia
22	17	Aizquibel	Jaizquibel
24	35	pallason,	Pallason.
29	24	Ursonia	Ursonia
31	8	llamada	llanada.
32	1	escabandolas	excavandolas.
32	20	eon	son

En el mapa dice: Escala de 1:200.000.—Debe decir: 1:400.000.

(1) Correspondiente á la Conferencia de D. Ramón Adán de Yarza.

