

REVISTA DE CIENCIAS I LETRAS.

Redactores:

BELLO (D. Andrés),
Autor de la Universidad de Chile.
COURCELLE-SENEUIL,
Profesor de Economía Política en la Universidad.
FUMETTO (D. Ignacio),
Catedrático en la Facultad de Ciencias Físicas i Matemáticas de la Universidad, i profesor de Química i Mineralogía.
MOESTA (D. Carlos),
Autor del Observatorio Astronómico de Santiago.

PHILIPPI (D. A. Rudolfo),
Profesor de Botánica i Zoológia en la Universidad.
PISSIS (D. Amado),
Ingeniero en jefe de la comisión encargada de levantar la carta topográfica de la República.
SANFUENTES (D. Salvador)
Docente de la Facultad de Filosofía i Humanidades.

SAZIE (D. Lorenzo),
Decano de la Facultad de Medicina, profesor de Patología externa en la Universidad.
TOCORNAL (D. M. Antonio),
Miembro de la Universidad en la Facultad de Leyes.
VARAS (D. Antonio),
Miembro de la Universidad en la Facultad de Filosofía i Humanidades.
VERGARA (D. Eugenio),
Miembro de la Universidad en la Facultad de Leyes.

— — — — —
TOMO I, NUM. II, AÑO I.
— — — — —

SANTIAGO.

IMPRENTA DEL FERROCARRIL,

Calle de los Teatinos, núm. 34.

Julio.—1857.

III.

RECTIFICACION.

En el informe dado a la Academia Francesa sobre la obra del señor Gay, traducido en esta revista, leemos páj. 484 : el señor Gay i el señor Gervais, profesor de zoología en la facultad de ciencias de Montpellier, han redactado el volumen que contiene la historia natural de los mamíferos i de los pájaros de Chile." Pero el mismo señor don Claudio Gay dice, en este volumen páj. 485 : Aves. Esta grande clase ha sido *enteramente tratada por el señor Des Murs*, abogado del consejo real de Francia, i continuador de la Historia natural de las Aves de Buffón, Laugie et Temminck.—¿Debemos acaso sacar de esta circunstancia la consecuencia de que los señores comisionados de la Academia Francesa han examinado con muy poca escrupulosidad la obra sobre la cual dieron su informe? o ha sido una omisión voluntaria del señor Milne Edwards el no citar entre los colaboradores al señor Des Murs? Yo por mi parte me inclino más bien a creer que ha sido efecto de la ligereza con que los mencionados autores han recorrido la obra voluminosa del señor Gay para cumplir con la formalidad de estilo del "Informe a la Academia."

Dr. R. A. Philippi.

**NOTICIA DE LAS PUBLICACIONES HECHAS EN FRANCIA SOBRE LA
JEOGRAFÍA, JEOLÓGIA E HISTORIA NATURAL DE AMÉRICA I
ESPECIALMENTE DE CHILE.**

I.

Para dar a los lectores de la *Revista* una idea de lo que se ha publicado en estos últimos años en Francia sobre la geografía, geología, historia natural, i, en general, sobre la naturaleza física de la América meridional i par-

ticularmente de Chile, necesitamos distinguir : *en primer lugar*, los trabajos de los viajeros que por muchos años han hecho un estudio especial de estos objetos en el interior del continente sur-americano, tratando de establecer bases o principios fundamentales, particularmente para la geografía física, orografía, i geología de este continente ; *en segundo lugar* las grandes expediciones científicas marítimas de Duperrey, Dumont d'Urville etc. cuyos viajes nos dan sobretodo, el conocimiento de nuestras costas i mares, de las corrientes marinas i aéreas que reinan en ellos i de los demás fenómenos meteoricos i magnéticos que se observan en la proximidad de nuestro continente etc ; *en tercer lugar*, gran número de trabajos especiales sobre la historia natural, la mineralogía, la geología i productos naturales de Chile, publicados en las principales revistas científicas francesas, como son *los Anales de minas*, las *Actas de la academia de ciencias*, las *Memorias de la sociedad geológica* i en varias otras obras modernas.

Me limitaré a tratar en este número, de las publicaciones pertenecientes a la primera categoría, contrayéndome a los resultados de los trabajos de D'Orbigny i de Pissis, insertados, los del primero en su gran viaje a América Meridional i los del segundo en su nueva memoria, presentada en 1855 a la Academia de ciencias de París, e impresa en los Anales de Minas del año pasado (Tomo IX, primera entrega) sobre *los sistemas de solevantamiento de la América Meridional*. El conocimiento de estos trabajos lo considero indispensable para los que se ocupan del estudio de la naturaleza física de Chile. Principiare por la obra de D'Orbigny.

El gran viaje de D'Orbigny a la América Meridional, es sin duda la obra mas importante de cuantas se han publicado en este siglo sobre la geografía, topografía, geología e historia natural de nuestro continente. Es la que abraza mayor extensión de terreno i mayor variedad de objetos i materias para el conocimiento de la naturaleza física de Sur América. D'Orbigny no es de aquellos viajeros que recorren los lugares donde se viaja con mayor comodidad, por los caminos de mas recurso i que apuntan lo que por acaso encuentran en su peregrinación como aficionados a las bellezas de la naturaleza ; tampoco pertenece a los que, agregados a las grandes expediciones al rededor del mundo, tocan apénas a los puertos i bahías, no se apartan de la costa, o si logran la ocasión de internarse en alguna isla o continente, andan apresurados con el cuidado de que las naves en que llegaron vayan a levantar sus anclas ántes del tiempo señalado.

Siete a ocho años (1826-55) consagró D'Orbigny a visitar las regiones más interesantes i menos conocidas de la parte central de esta América ; i su viaje en todo este tiempo se divide en dos partes. Principió por recorrer las provincias Argentinas hasta los confines de Patagonia i en su larga residencia en ese inmenso país, se ocupó casi exclusivamente de la historia natural de sus tres reinos i de la geología de esas grandes llanuras, poco elevadas sobre el nivel del mar, que tienen como 600 leguas

geográficas de sur a norte i unas 200 del este al oeste, limitadas al oeste por los Andes i al este por los cerros del Brasil i el Atlántico. Terminado su trabajo de aquel lado de las cordilleras, se vino por el Cabo de Hornos a nuestra costa, tocó en el puerto de Valparaíso, pasó por unos pocos días a la capital de Chile, i a su regreso al puerto tuvo que apresurar su partida para Arica. Aquí principia la segunda parte de su obra o el segundo viaje de D'Orbigny, tal vez más fecundo en hechos relativos a la geografía, la orografía i geología de América que el primero.

Esta segunda parte del viaje de D'Orbigny comprende la geografía geológica i historia natural del Alto Perú, es decir de casi toda la república Boliviana i de una parte del Perú. "Un inmenso lago i grandes ciudades casi tan elevadas sobre el nivel del mar como las cimas de los cerros más altos de Europa; cordilleras que dominan este lago como el famoso Monte Blanc domina al Ródano i a Jinebra. i ricas minas sobre esas cordilleras, minas las más elevadas que jamás ha trabajado el hombre: del otro lado de esas cordilleras, inmensos llanos atravesados por grandes ríos, navegables por espacio de más de doscientas leguas, mal conocidos por los habitantes mismos, i que nada se parecen a lo que representan los mapas; un clima frío en la vecindad del Ecuador: las tempestades periódicas durante una parte del año i el cielo constantemente puro en las demás estaciones a un lado de las montañas, i una humedad perpetua al otro (1). Tal ha sido el país que D'Orbigny escogió para su estudio, que cruzó, repetidas veces en diversas direcciones i para cuyo mapa recojió innumerables datos i materiales.

Para construir su mapa de Bolivia tomó D'Orbigny por punto de partida la situación geográfica de Arica, tal como se halla en el mapa de Arrowsmit, i apesar de que para sus reconocimientos i trabajos geográficos el viajero se valió solamente de la brújula para las direcciones i de su reloj para las distancias, la exactitud sin embargo de los detalles se ha podido verificar, segun lo afirma Savary (1) no solamente por la intersección de los diversos itinerarios del mismo D'Orbigny, sino mediante las observaciones astronómicas de Pentland que determinó durante su residencia en 1826 i 27, por medio de las alturas de los astros i distancias lunares, mas de cien puntos del Alto Perú.

El hecho es que el mapa de Bolivia que hallamos en el viaje de D'Orbigny, es hasta ahora el mejor mapa del interior de este vasto país i segun el mismo Savary sin mucha alteración podrían en su mapa intercalarse los puntos determinados con toda exactitud por Pentland. Tampoco ha tenido el viajero, barómetro para determinar las altitudes de los principales lugares del mismo país.

(1) Comptes rendus etc. abril 1834. informe de Savary.

(1) en el citado informe 1824.

Aunque D'Orbigny apenas tocó la costa de Chile i fué mui corta su residencia en este país, su gran viaje será siempre mui útil para los que se ocupen del estudio de la naturaleza física, particularmente de la historia natural i geología de Chile. Nadie ignora que en el estado actual de conocimientos i estudios geográficos, la geología de un país sirve de base a su geografía física, i no se puede estudiar ni conocer la geografía física de cualquier país por separado, sin conocer la geografía física de los países limítrofes i de todo el continente a que pertenece. Los Andes de Chile no son mas que la prolongación de una inmensa cadena de cerros, la mas estensa del globo, cuya dirección ha influido en la de la costa occidental de las dos Américas i en la configuración de la parte litoral de ellas por el lado del poniente. Apesar de que los Andes de Chile parecen de estructura mas sencilla que los de Bolivia i Alto Perú con que se unen, formando una sola cadena, difícil sería conocer los principales accidentes i modificaciones que presentan estas cordilleras en sus declives occidentales pertenecientes al territorio chileno sin conocer lo que existe del otro lado de la línea divisoria. Sería incompleto i superficial el estudio de ellos sin el conocimiento de los Andes del Perú i Bolivia i de los sistemas de cerros que se apartan de ellos hacia el este. No menos influye en el estudio de la costa misma i de los principales llanos que se extienden tanto al pie de los Andes chilenos, como en las riberas del Pacífico i en las entalladuras de sus principales bahías i encenadas, el conocimiento de la costa i de los llanos patagónicos.

Uno de los grandes objetos de las investigaciones de Humboldt en su viaje a las regiones equinocciales, ha sido el estudio de los principales sistemas de cerros i de terrenos que constituyen el continente sur-americano i que han concurrido a dar a este continente su forma actual, su elevación, i sus relieves. Pero se sabe que Humboldt, apesar de su prodigiosa actividad, ha recorrido solamente una gran parte de la actual república de Venezuela, una parte de la de Nueva Granada, del Ecuador, i del Alto Perú, alcanzando apenas a estender su vista hasta el Potosí. Lo que no logró penetrar su jenio investigador mas al este i al sur, estaba reservado a otros viajeros, que trataron de aplicar muchas de las ideas emitidas por Humboldt al estudio de lo que quedaba por averiguar en las demás partes del continente sur-americano.

Uno de los trabajos mas importantes de esta naturaleza para la parte oriental de esta América es sin duda el viaje geológico de Pissis al Brasil, publicado en el tomo X. del Diario de los sabios extranjeros, pag. 555; al cual debemos agregar los descubrimientos paleontológicos hechos casi en el mismo tiempo en el Brasil por Lund, a quien debemos el conocimiento de unas cien especies de cuadrúpedos que han desaparecido del continente sur-americano.

En su viaje de ocho años, trató de completar D'Orbigny la obra empe-

zada por Humboldt, para echar los primeros cimientos que han de servir de base a la geología i geografía física jeneral de sur América. Hallase el resumen de sus investigaciones en el capítulo XIII de su obra que luego voi a reproducir textualmente ; pero creo que, para la intelijencia de esta parte, es necesario que ántes se dé una ligera reseña de los principales *terrenos* que entran, segun el autor, en la composicion de nuestro continente, i del órden en que por su antigüedad se han formado, o se han de estudiar en las diversas partes de América.

Hé aquí las principales épocas que señala el viajero en la formacion de nuestro continente.

1.º Aquí como en todas partes del globo terrestre las rocas que forman el primer periodo de formaciones estratificadas, época primitiva, son rocas de cristalizacion i entre ellas predominia el gneis. Este terreno se halla sobre todo desarrollado en la parte oriental del continente, desde el 46° hasta 27° de latitud austral, alcanza hacia el sur hasta Montevideo, i segun Parchappe, constituye la pequeña cadena de Tandil que divide las pampas de Buenos Aires i los llanos de Patagonia en dos *hoyas*.

2.º Sobre estas rocas segun D'Orbigny, descanzan las primeras capas de sedimento antiguo que corresponden a lo que los Jeólogos llaman *época de transicion*, las que, del mismo modo que las anteriores, no contienen ningun vestigio de restos orgánicos. Las capas mas antiguas son unas esquitas arcillosas, o como las llama el autor, *filadas esquitosas*, con frecuencia *mactiferas* : segun la descripción que da de ellas, paracen idénticas a las que tenemos en la costa de Talcahuano i de Arauco. Pero sobre estas esquitas halló D'Orbigny otras, cuarzosas, como areniscas, mui micáceas, en las cuales reconoció vestijios de los primeros seres que habitaron los mares de esta parte del globo, especies pertenecientes a los jeneros *cruziana*, *orthis*, *calymene*, *asaphus* ; entre las cuales, sobre diez especies, ocho tienen mucha analogia con especies pertenecientes a los terrenos *silurianos* de Europa i tres son idénticas en los dos continentes.

Este terreno forma segun D'Orbigny una faja que acompaña a los Andes propiamente dichos o la cordillera oriental desde Sorata hasta Illimani paralelamente a las rocas graníticas, en todo el contorno oriental de la meseta Boliviana, i al otro lado de la misma cordillera. El mismo terreno se halla todavia mas estendido, entre los llanos de Santa Cruz de la Sierra al este, i el 72º grado del meridiano de Paris al oeste, formando una faja inmensa en la dirección de N O a S E. Volvió tambien a hallar el viajero el mismo terreno en la provincia de Chiquitos donde se estienden en la dirección de E S E al O N O.

En estos terrenos se encuentran en Bolivia las minas mas ricas de oro, i talvez son en gran parte los mismos en que se hallan los antiguos minerales de oro de la costa de Chile.

Añadiré que este terreno siluriano se halla en gran parte cubierto por

unas areniscas cuarzosas duras o cuarcitas sin fosiles, que el autor considera como pertenecientes al periodo *devoniano* de los geólogos europeos.

5.º Sobre este grupo de terrenos que constituye el *periodo de transicion* de nuestro continente, señala D'Orbigny rocas calosas i areniscas que por su edad geológica corresponden a los terrenos carboníferos del antiguo continente i en las cuales encontró en Tarbichambi i en las islas Quebaya i Pariti en el lago de Titicaca, conchas muy bien conservadas pertenecientes a los géneros *solarium*, *peeten*, *terebatula*, *spirifer*, *orthis*, *productus* etc. Sobre 26 especies, que caracterizan una de las épocas más remotas de la creación, hay 12 que presentan la más grande analogía con los fosiles de los terrenos carboníferos europeos i tres (*spirifer Pentlandi*, *spirifer Roissyi* i *productus Villiersi*) son enteramente idénticas a las mismas especies en Bélgica i Rusia. Esto ha hecho ver a D'Orbigny que en los más antiguos períodos geológicos existía entre los dos hemisferios una uniformidad de climas que no existe actualmente.

4.º En los dos declives de la cordillera oriental, llamaron la atención de D'Orbigny unas calosas magnesianas que alternan con arcillas abigarradas i unas areniscas arcillosas desmoronadizas. Estas rocas por sus caracteres mineralógicos i situación que ocupan, presentaron al viajero cierta analogía con terrenos semejantes a los que descansan sobre el terreno carbonífero en Europa i llevan el nombre de *trias*. Ningún hecho bastante positivo justifica las suposiciones del geólogo a este respecto, no habiéndose hallado hasta ahora en estas rocas, restos orgánicos que pudieran establecer analogías entre este escalón de terrenos americanos i los que le corresponden en el otro hemisferio.

5.º En pos de este periodo llamado *trias*, viene en la historia de las formaciones europeas i norte americanas la época llamada *jurasica* en la cual, como se sabe, aparecen en la creación de los seres orgánicos los primeros vestigios de mamíferos e inmenso número de reptiles, los más raros i extraordinarios como jamás han pasado por la imaginación del hombre. En vano ha buscado D'Orbigny en las inmensas distancias que recorrió, tanto en Bolivia como en las provincias Argentinas, terrenos cuyos caracteres mineralógicos o paleontológicos le diesen pruebas suficientes de la existencia de rocas o formaciones pertenecientes a este periodo. Solamente por algunos fósiles mandados de Chile, que D'Orbigny ha visto i examinado después de su regreso a Europa, sospechó la existencia de tal terreno jurásico en sur América. Mas, juzgando por las colecciones de fosiles recojidos en varias partes por Humboldt, Boussingault, Degenhardt i por los geólogos de la expedición de Dumont-d'Urville, opina que el gran periodo *cretaceo* se halla en este continente desarrollado sobre una escala mucho más vasta que en el antiguo i se estiende desde Colombia hasta la Tierra-del-Fuego, sobre toda la longitud actual de esta América, exceptuando cierta interrupción en el medio.

" En esta época, vivian en América como en Europa, los *amonites*, los "*ancyloceras* etc. e independientemente de la gran semejanza entre las " formas en jeneral, existia en Colombia i en la hoya parisienne bastantes " especies identicas para suponer que habia entonces una comunicacion " directa entre la parte europea i la parte colombiana del mar *cretaceo*. Se " sabe que este mar formaba en Francia dos grandes hoyas distintas : la " *hoya parisienne* i la *hoya mediterranea*. Parece que el mismo mar cubria " no solo una parte considerable de Colombia, sino que tambien en gran " parte rejones situadas *al norte*, *al oeste* i *al sur* del continente que exis- " tia entonces en esos parajes. La identidad de los fosiles del terreno cre- " taceo con los del mismo terreno en Europa es menos grande hacia el " mediodia del continente americano que hacia el norte, lo que indica na- " turalmente una comunicacion menos directa. Quizás podria inferirse " que existia en aquel tiempo alguna larga lengua de tierra que continua- " ba hasta en América la separacion existente en Europa entre la hoyas pa- " risiense i la hoyas mediterranea." (1)

6.º Posterior a esta época cretacea, se extiende, desde el Estrecho de Magallanes, hasta la provincia de Chiquitos i desde el mar hasta el pie de los Andes, el inmenso sistema terciario cuyo conocimiento debemos a D'Orbigny, i el cual se prolonga, segun parece, sin interrupcion hasta la gran hoyas del río de las Amazonas.

En este inmenso espacio distingue D'Orbigny *primero*, el terreno que aparece con gran uniformidad en la provincia de Corrientes, compuesto de una arenisca ferruginosa, de cierta caliza mezclada con granos de hierro hidratado i de arcillas con yeso : terreno que el jeólogo llama terreno *terciario guaranián*. *En segundo lugar* el terreno *terciario patagoniano*, mucho mas estenso que el anterior, de formacion marina, en el cual halló inmenso número de conchas de mar i algunos restos orgánicos terrestres o fluviales. Allí descubrió restos del *Megamys patagoniensis*, roedor cuatro veces mas grande que cualquier otro de la época actual. Las ostras i todas las conchas halladas en este terreno de los llanos de Patagonia han parecido a D'Orbigny diferentes de las especies que viven en la costa, i todos los huesos de mamíferos que se encuentran en el mismo terreno, pertenecen a especies i aun a géneros desaparecidos del globo. A la misma época, segun el autor, corresponden las rocas terciarias de la costa de Chile, i las considera como contemporáneas con las de la costa de Patagonia. D'Orbigny ha examinado los fosiles que fueron mandados de Chile particularmente de la costa de Coquimbo i los tiene descritos i figurados en la parte paleontológica de su viaje. Comparándolos con los fosiles que había recojido en la costa de Patagonia infiere que las dos costas no contienen fosiles enteramente identicos, lo que comprueba que

(1) Beaumont, informe sobre la obra D'Orbigny—Inst. 26 de agosto 1843.

estaban ya separados los dos mares en el tiempo en que se formaban estos terrenos. Opina tambien, contrariamente a lo que sostiene Darwin i los mas paleontolojistas, que estos fosiles, contemporaneos con los de la *hoya de Paris*, no presentan ninguna especie idéntica a las que viven en los mares inmediatos, ni aun en los mares remotos. *

En fin la tercera de las tres grandes subdivisiones que D'Orbigny establece en este inmenso sistema terciario es lo que llama terreno de las Pampas, o *terreno pampeano*: es mas moderno que los anteriores i segun el autor está marcada su separacion con el terreno *patagoniano* por el cerro Tandil i cerro de la Ventana. Consta este terreno de una gran capa de tierra arcillosa rojisa, atravesada por unas venas i concreciones calisas, pero no subdividida en estratas; presenta los caractéres de aquellos depósitos de sedimento no estratificadas que los jeólogos suelen llamar lodo (*limon*) i por esto D'Orbigny lo llama *lodo pampeano*.

La falda de estratificacion en este terreno ha hecho suponer que el *lodo pampeano* se formó en un corto tiempo por efecto de un gran movimiento de las aguas. No se han descubierto hasta ahora en él otros fósiles que huesos de mamíferos, los mas pertenecientes a unos grandes pachidermos i a unos edentados gigantescos, acompañados por algunos roedores i un corto número de carnívoros.

De este *limon pampeano* consta el suelo uniforme de la gran *hoya pampeana* cuyo espesor en Buenos Aires pasa de 50 varas i va elevándose gradualmente tanto hacia el oeste como hacia el norte. En el lugar llamado Bajada situado en la orilla izquierda de Paraná, enfrente de Santa Fé, halló D'Orbigny el mismo terreno apoyado sobre el terreno terciario patagoniano lleno de restos marinos. El mismo limon pampeano reconoce D'Orbigny en la capa inferior del diluvio que segun Clausen llena las cavernas de Minas Geraes en el Brasil i en las que ha descubierto inmensidad de esqueletos de animales desaparecidos del globo; el mismo terreno existe en las faldas de los Andes bolivianos, sobre la gran meseta boliviana, en Cochabamba, en varias partes de la provincia de Moxos i Chiquitos etc.

En todas partes aparece este terreno con los mismos caracteres exteriores i no menos uniformidad presentan los fosiles hallados en él: estos se hallan en cantidad prodigiosa, constan únicamente de huesos pertenecientes a varias especies de mamíferos terrestres enteramente desaparecidos de nuestro globo: bajo este respecto la gran *formacion pampeana* de D'Orbigny es como un inmenso cementerio en que está sepultada la raza entera de animales que vivian en aquella época, destruidos por efecto de un movimiento extraordinario de las aguas en cuyo seno se asentó aquel lodo. Allí estaba enterrado el famoso esqueleto de Megaterio, hallado en Lujan i enviado al rey de España; del mismo *lodo*, en la orilla del Pedernal, sacaron en 1858 el esqueleto de aquel enorme animal con su *carapax*

todavia conservado, que recibió el nombre de *Dasypus giganteus* i en 1841 en el mismo terreno descubrió Angelis el esqueleto de *Mylodon robustus* a cuya descripción consagró Owen un trabajo especial muy interesante tanto para los geólogos como para los zoólogos.

En este terreno tambien recojieron D'Orbigny i Darwin cantidades grandes de huesos fósiles, i segun toda probabilidad al mismo *lodo pampeano* pertenecen los dientes de elefantes i mastodontes que Humboldt halló en las mesetas de Quito i cerca de Santa-fé de Bogotá, como tambien los dientes i huesos fósiles de elefantes i mastodontes de Tagua-tagua en Chile. Pero la cosecha mas abundante que se ha hecho de esos despojos del mundo desaparecido, fué en las cavernas de aquella misma provincia de Minas Geraes en el Brasil que tanta fama tiene por su oro i diamantes i donde Lund i Clausen sacaron mas de cien especies de mamíferos pertenecientes a razas desconocidas hoy dia para los naturalistas.

No menos misterioso que el terreno de estas razas destruidas, es el de las *piedras erráticas* (blocs erratiques) que, segun parece, se estiende paralelamente al anterior i principia donde se acaba este último, de un modo análogo a lo que se observan en el otro hemisferio.

En fin, en esta formación de *limon pampeano* distingue D'Orbigny los aluviones mas recientes que lo cubren i en los cuales se hallan restos de hombre o de su industria i fósiles idénticos a las especies que viven en nuestros mares, ríos i continente.

Conocida ahora la historia de los principales terrenos o formaciones de que consta el continente sur americano, hemos de tener presente que segun la opinión general de los geólogos modernos, cada época de las distintas formaciones que constituyen la corteza de nuestro planeta, fué señalada por algún gran trastorno en este globo, es decir, por algún movimiento que dió a las capas preexistentes otra colocación i declive, destruyó la fauna de esta época, i dio origen a nuevos continentes recién salidos del agua, i nuevos relieves, marcando el tiempo desde el cual principia a existir un nuevo orden de cosas, principiaron a formarse nuevos terrenos i depósitos i principió a vivir una nueva fauna en lugar de aquella que acababa de perecer en el trastorno.

Siete de esas grandes conmociones señala D'Orbigny para nuestro continente, a las cuales atribuye toda la configuración exterior i los sistemas de cerros, mesetas i llanos actuales de la América Meridional. Todo lo relativo a esta materia me parece tan interesante que voi a traducir el capítulo en que el autor trata de ella i cuyo título es el siguiente :

Ojeada sobre los grandes hechos jeolójicos de que la América Meridional ha sido teatro.

“ Por la estrema simplicidad de su composicion i las grandes proporciones de cada una de sus épocas jeolójicas, la América Meridional es talvez, de todas las partes del globo, la mas fácil de entender i cuyo estudio debe derramar mayor luz sobre las grandes revoluciones de nuestro planeta. En efecto, léjos de estar, como la Europa, dividida en un gran número de trechos de terrenos, o cortada por innumerables cordones de cuyos cruzamientos es difícil determinar las épocas, la América presenta relieves trazadas sobre centenares de léguas i depósitos que se estienden sobre muchos grados cuadrados, de superficie. Todo aquí aparece en una vasta escala, los cerros como las hoyas : todo en este gran continente queda visible, las poderosas causas, i sus inmensos resultados.

Si la profunda sagacidad de uno de los primeros jeólogos de nuestra época no hubiese distinguido, en medio de las cadenas de Europa, las grandes líneas de dislocaciones de los sistemas que han determinado el fin de un período jeolójico o las modificaciones de las hoyas, habría conducido al mismo resultado el estudio de la América Meridional. En efecto, este continente confirma del modo mas completo posible las ideas emitidas por el mencionado jeólogo. Sin los sistemas de solevantamiento, la formacion de la América sería un verdadero caos, que se trataría en vano desenredar : miéntras que aplicando a su estudio el gran pensamiento de Beaumont, i abrasando en un golpe de vista todo el continente, los hechos aun mas pequeños hallan su explicación perfecta : por este medio se entiende en qué orden las diversas partes de este continente han salido del agua unas en pos de otras, qué conmociones sus diversos relieves han causado en la superficie del suelo i que cambios han ocasionado en la naturaleza de los sedimentos i de las formas. etc.

Primera época : la América Meridional después de los terrenos de gneis o primordiales.

Segun lo que nos demuestran las investigaciones jeolójicas, el nuevo mundo es una de las partes mas antiguas del globo. En efecto, si nos referimos al instante en que, después de la primera solidificación de la corteza terrestre, empezaron a formarse las primeras capas, vemos que este continente ha recibido su primer relieve posteriormente a esta época. Fué al fin del período de las rocas primordiales, rocas gneisicas i ántes

que principiasen a nacer los terrenos silurianos (I. de transicion) cuando la *contraccion* (retrato) (1) de las materias de que se componia el globo terrestre vino a producir, en virtud del enfriamiento de ellas, por un lado, un hundimiento, para llenar el vacio interior de la corteza terrestre solidificada, i formar, del otro lado, grandes hendijas o aberturas i relieves mas elevados que el nivel de las aguas del Atlantico.

Uno de los relieves ocupa la parte oriental del Brasil, desde el 16° hasta 27° lat. austr., i su direccion jeneral es del E. 58° N. al O. 58° (1). Este sistema que llamo *sistema brasiliano* parece ser uno de los mas antiguos entre aquellos de que se puede reconocer vestijios al traves de las modificaciones posteriores. Este sistema deberia ser anterior al primer solevamiento descrito en Europa por de Baumont.

La America meridional formaria entonces una larga isla situada al este del continente actual.

Segunda época : la America Meridional despues de los terrenos silurianos.

Juzgando por el espesor de las capas, largo tiempo trascurriria, miéntras continuaban formándose depósitos en los mares del terreno *siluriano* (de Transicion) al poniente del *sistema brasiliano*, desde 51° hasta 72° de lonj. occid. de Paris. En este intervalo, depositáronse primero en el fondo de estos mares capas arcillosas, trasformadas hoy dia en *filadas esquitasas*. Segun parece, no existian todavia en aquel periodo animales, i solamente despues, cuando estas arcillas principiaron a mezclarse con sedimentos arenosos, aparecieron los trilobitas, las calymenas, los asaphus : seres de la primera animalisacion. Siendo limitados los depósitos donde se hallan sus restos es de suponer que han vivido por un tiempo mucho mas corto que el periodo anterior a la creacion de ellos, i luego fueron reemplazados por una fauna distinta, la de los terrenos devonianos, mui relacionada con la anterior por sus puntos de contacto. Aunque las rocas devonianas se hallan en general compuestas de arenisca, i no de *filadas* como las anteriores, aparecen, sin embargo mezcladas las unas i las otras en la parte inferior del terreno devónico : segun parece, este como el anterior han igualmente sufrido la accion de las grandes dislocaciones, apesar de un gran número de roturas parciales que se observan en el terreno siluriano.

Débese por consiguiente suponer que muchas pequeñas dislocaciones, tuvieron lugar al terminar la formacion de los terrenos silurianos : sin embargo los únicos grandes sistemas de esta época que se puede observar pertenecen todos al sistema que he llamado *sistema itacolumiano*, el que segun Pisis ha venido a formarse al oeste del sistema brasiliano i ensan-

chó aquella gran isla con los cordones que se dirigen del este al oeste, como son los de Minas Geraes, de Ytacolumi, de Caracea, de Morro Ytumbe i de la meseta meridional de San Paolo (1).

Un tercer punto que parece haber salido de las aguas en esta época es el que representan hoy dia las islas Maluinias : al juzgar por el gran diámetro del conjunto de ellas, parece que este sistema tambien se dirige del este al oeste.

Por consiguiente, habrá habido, posteriormente a la formacion de los terrenos silurianos, en la misma dirección, roturas i dislocaciones, por cuyo efecto se elevaron sobre el océano un gran trecho del continente *al oeste del sistema brasiliano*, i dos otros islotes, de los que uno ocupa actualmente el centro de Bolivia i el otro constituye el archipiélago de las Maluinias.

Estos sistemas corresponderán talvez a la edad del segundo solevantamiento de Beaumont o del sistema de los Ballones (vosges) i del Bocage (calvados).

Tercera época : la América meridional despues de los terrenos carboníferos.

Las mares carboníferas existieron despues de esta grande perturbacion de los terrenos silurianos i devonianos, i al desaparecer, dejaron vestijios del oeste al este, desde el sistema itacolumiano hasta el 72° grado de longitud al poniente. Vivía en ellas una fauna muy distinta de las primeras, compuesta principalmente de *productus*, *spirifer*, *solarium* i *terebratulas*, análoga en todo, en cuanto a su naturaleza (facie) a la que vivía simultaneamente en tan vasta superficie de Europa. Este período habrá sido largo, i sobre todo habrá habido en él muchos movimientos pequeños, poco notables, pues se sucedieron en su tiempo unas a otras capas muy gruesas de sedimento, con fósiles o sin fósiles, alternándose en ellas las calizas con las areniscas. En pos de los últimos depósitos de esta época acontecio un gran cambio en la superficie del suelo : grandes roturas vinieron a trastornarla por la segunda vez en la dirección del este al oeste, elevándose de repente, al poniente i al norte de la gran isla formada anteriormente de los sistemas *brasiliano* e *itacolumiano*, el sistema *chiquiteño* que se extendió desde la provincia de Minas Geraes, hasta 68° de longitud occidental. A este sistema pertenecen los cordones del Parecys, del Diamantino, de Cuyaba i sobre todo las colinas de la provincia de Chiquitos. De este modo aumentó la estension del continente americano hacia el oeste, despues de la formacion de los terrenos carboníferos, con una parte

considerable comprendida entre 55° i 68° grado de lonjitud occidental i entre los 40° i 20° de latitud sur.

En esta época talvez tomaron sus relieves los cerros de la costa de Brasil hasta Barnahiba i los de la costa de las Guyanas hasta el Orinoco : a lo ménos la dirección de ellos paralela a las de los mencionados cordones parece justificar esta suposicion.

Lo mismo se puede decir a cerca del cordon de gneis de Montevideo situado al norte de la Plata i del cordon del Cabo Corrientes en la sierra de Tandil. Estos cordones salieron del seno del océano, formando dos grandes islotes que se dirijen del O. 25 a 50° N. al E. 25 a 50° S. i representan un sistema que llamaré *sistema Pampeano* : forman casi el ángulo recto con el sistema brasiliario.

Este sistema, que es el mas estenso de todos los del suelo sur-americano deberia ser casi contemporáneo del tercer solevantamiento de Beaumont o del sistema del norte de Inglaterra.

Cuarta época : la América meridional despues de los terrenos triásicos.

América Meridional despues del período de los terrenos carboníferos, era un continente poco mas o ménos triangular, cuyo gran diámetro se extendía de sur al norte i abrasaba cerca de 55 grados de latitud. El mar triásico formaba al oeste de esta América, una vasta superficie, cubierta de seres diferentes de los que existieron en la época carbonífera ; al mismo tiempo sedimentos de arcillas i arenas arcillosas venian a depositarse sobre las arenas puras de las últimas formaciones carboníferas. Del mismo modo que las mares silurianas i carboníferas, las del período triásico se mantenian tambien por un tiempo considerable, sin que sucediesen grandes cambios en esta parte del globo, lo que en efecto comprueba la gran potencia de sus depósitos. Mas, luego despues de este período, el enfriamiento de la corteza terrestre ocasionó nuevos hundimientos i derrumbamientos, que por la tercera vez todavía tuvieron lugar al oeste del continente, de lo que resultaron grandes roturas. Estos hundimientos habiendo ocurrido tambien en partes el solevantamiento considerable de las capas, se abrieron necesariamente largas grietas o hendijas, por las que salieron a luz las rocas graníticas del cordon de Ilimani i de Sorata. Una inmensa masa de continente que se estiende del $5^{\circ} 20'$ grado O. talvez hasta el 52° de latitud, i desde 65° a 78° grados de lonjitud se elevó de repente, colocando las rocas triásicas de Bolivia sobre el antiguo nivel de los mares. Esta masa formada del conjunto de los terrenos silurianos, devonianos, carboníferos i triásicos constituye mi *sistema boliviano*, mucho mas elevado que los anteriores.

Este sistema que consta de toda la parte montañosa de Bolivia i del Perú forma al propio tiempo, toda la rejion oriental de las Cordilleras, o mejor, los Andes propiamente dichos, los Antis de los antiguos Incas, desde el 5° hasta 20° de latitud. Este ha sido el primer trecho de las Cordilleras que salió de las aguas i es el que mas se aparta de la direccion jeneral de la cadena.

Aumentando ya el continente americano con las porciones mas i mas considerables i tambien mas i mas elevadas que vinieron a ensancharlo sucesivamente del oeste al este, adquirió al terminar el periodo triásico casi toda su anchura actual, formando una tierra estirada en la direccion del este al oeste i de una figura enteramente diferente de la que debia tomar mas tarde. En su totalidad constaba en aquel tiempo de dos grandes islas, separadas por un estrecho.

El sistema boliviano parece corresponder al sexto solevantamiento de Beaumont, es decir a su sistema de Morvan en cuya prolongacion se halla: lo que probaria que las mismas líneas de dislocaciones pueden extenderse sobre mui grandes porciones del globo.

Quinta época: América despues de los terrenos cretáceos.

En pos de las grandes conmociones causadas por el solevantamiento de las rocas triásicas, se aquietaron de nuevo los mares. Sin embargo dificil seria decir lo que eran estos mares en América, miéntras estaban depositándose en las de Europa aquellas innumerables capas jurásicas, que suponen tiempo mui largo i una serie de cambios parciales, marcados por escalones a los que corresponden faunas especiales. Si las mares jurásicas han existido en América, a lo ménos, no han dejado sino pruebas mui débiles de su existencia.

Los terrenos cretáceos parecen, al contrario haber ocultado espacios mui considerables, pues se muestran sobre todo el largo del continente actual desde Colombia hasta la Tierra del Fuego. La paleontología americana da motivos para creer que miéntras que estas mares formaban en Francia dos grandes hoyas distintas, la *hoya parisienne* i la *hoya mediterránea*; cubria con sus aguas la mar neocomiana una gran parte de Colombia i al propio tiempo las rejiones situadas al norte, al oeste i al sur del continente que existia. Entónces no solamente vivian en América como en Europa los *amonites* de formas especiales i los *ancyloceras*, sino que tambien en Colombia i en la *hoya parisienne* existian especies idénticas: lo que motivó para suponer que existia en aquel tiempo comunicación directa entre las dos mares.

Si los hechos averiguados permitiesen formar una idea de los cambios i trastornos que han tenido lugar durante el periodo cretáceo i despues de él, se podrian explicar del modo siguiente:

Efectuaronse talvez durante este periodo, despues del depósito de los terrenos neocomianos, dos cambios; en el uno, trazado en la dirección casi del N. 55° E. al S. 55° O. el *sistema colombiano* habrá formado los cerros de la Suma-Paz i del Quindiú elevando a mucha altura los terrenos cretáceos de la meseta de Bogotá; en el otro, apareció el *sistema fueguiano* que ocupa la parte occidental de la Tierra del Fuego i se dirige del N. 50° E. a S. 50° O. Estos dos sistemas representarian las dos extremidades de la cadena actual de las Cordilleras.

Mas tarde, cuando todo el depósito de las mares cretáceas fué formado, vastos hundimientos (*affaissemens*) tuvieron lugar en el fondo de los océanos;—comprimidas las materias i empujadas por estos hundimientos (1) hacia las grandes líneas de dislocaciones que de este mismo hecho resultaron, vinieron a solevar i fracturar los terrenos cretáceos, ocasionando esas vastas apariciones de rocas porfíricas que se ven en una sola faja extendidas sobre mas de 50 grados de lonjitud desde Chimborazo hasta el Estrecho de Magallanes. Entonces fué cuando el *sistema chileno* tomó su primer relieve en la dirección N. 5° E.S. 55° O. desde el Estrecho de Magallanes hasta su union con el *sistema boliviano*, a cuyo lado pasó dejándolo al este i elevando los terrenos cretáceos de la meseta de Huancavélica; en esta misma época el gran movimiento de las aguas, causado por aquel gran trastorno habrá tenido por resultado, lavando los continentes, la formacion del sedimento del *terreno guaraniano* que cubre la provincia de Moxos i una gran parte de la hoya de las Pampas.

En una palabra, durante la formacion de los terrenos cretáceos i luego despues, la América Meridional se acrecentó *siempre al oeste de las partes salidas del agua* de una inmensa superficie de tierra, mucho mas grande i dirigida transversalmente a las otras. Esta nueva parte del continente al dar a las cordilleras su primer relieve, se formó a un tiempo, por causa de haber cambiado su lugar las aguas, un movimiento que arrastró, a las pequeñas hoyas continentales i a la parte litoral de los mares, los primeros sedimentos que empezaron a nivelar el suelo de la formacion terciaria mas antigua, la que recibió el nombre de terreno guaraniano.

Sesta época : la América meridional despues de los terrenos terciarios.

Mientras mas nos acercamos a la época actual, mas cambios i trastor-

(1) entiendese que estos hundimientos o derrumbes interiores se operan, segun la opinion de los mas geologos, en virtud de la contraccion de las materias folidificadas que forman la corteza del globo, contraccion ocasionada por el enriamiento secular, i en virtud de los huecos que se forman debajo de esta corteza (Tv.).

nos poderosos hallamos : consecuencia natural de haberse agregado nuevos depósitos a los antiguos, i de haberse aumentado el espesor de las partes consolidadas de la corteza terrestre. Hemos visto esta América cambiar de repente su forma después de los terrenos cretáceos i tomar en bosquejo su configuración actual : ella posee ya una inmensa cadena de cordilleras que corren de sur a norte, poniendo límites a un tiempo al Océano Atlántico i al Gran Océano.

Un nuevo período de reposo sucede a las perturbaciones ; las mares terciarias bañan al este i al oeste el sistema chileno. Sobre el depósito del terreno guaraniano principian a estenderse los sedimentos marinos del terreno patagoniano i al mismo tiempo se pueblan los continentes con mamíferos i grandes árboles. Luego una fauna terciaria habita estas mares i durante su existencia, los ríos i arroyos traen de los continentes vecinos osamenta de mamíferos, maderas i conchas fluviales. Entre estos materiales, acarreados durante el período terciario, unos, sin duda, vienen de la cresta del sistema chileno i se depositan en la mar patagoniana, al sureste, hallándose entre ellos hasta esqueletos aun provistos de sus ligamentos ; otros, traídos del gran continente del norte, se entierran mezclados con sedimentos marinos. Por largo tiempo permaneció este estado de cosas i mientras tanto recibían las mares alternativamente depósitos de arcillas i de arenas en cantidades inmensas. Durante este período, interponiendo el sistema chileno una barrera invencible entre las dos mares, impidió entre las faunas de sus dos declives la comunicación i eran tan distintas entonces como las vemos en nuestra época.

Enfin, llegado a su término aquel período, viene a estallar en el suelo americano el último movimiento, el que, siendo mucho más considerable que todos los otros, da simultáneamente a la cordillera propiamente dicha su gran relieve actual, solevanta los terrenos terciarios de los dos declives, destruye completamente la forma terrestre anterior a nuestra época i da lugar a que se forme el gran depósito de osamentas del terreno pampeano.

En efecto, todas estas catástrofes pueden explicarse atribuyéndolas a una sola causa. Vuelven a producirse grandes hundimientos en el seno del Gran Océano al oeste del sistema chileno i se abre de nuevo la cordillera. Empujadas con mayor violencia que nunca las materias igneas traquíticas, entran en esa abertura i se desbordan de todas partes, trastornan los pórfidos i las rocas cretáceas, e invaden las cumbres de las cordilleras. Ellas forman en la cresta misma del sistema chileno esas inmensas masas que se estienden en la dirección N. 5° E. S. 5° O. desde el Ecuador hasta 5° desde 20° a 50° de latitud sur ; i también forman aquellas que en este mismo intervalo desde el 5° hasta 20° latitud forman un cordón al oeste del sistema boliviano, estableciendo en él todo una misma afiliación de hechos i de causas.

Una dislocacion de 30° grados o de 4250 leguas en estension, sacudon que ha producido una de las mas altas cadenas de cerros i elevó sobre las mares todos los terrenos terciarios de las Pampas, de una inmensa anchura, al este i al oeste de la cordillera, no ha podido producirse sin poner en movimiento proporcionalmente las aguas marinas. Solevantadas entonces con fuerza, invadieron estas aguas el continente, destruyeron i arrastraron consigo los grandes animales terrestres, tales como los mylodones, los megalonyx, los megaterios i los mastodontes de la fauna perdida, dejándolos con los aluviones terrestres en todas las alturas, tanto en las hoyas terrestres como en las mares vecinas. En aquella época tambien, acarreadas simultaneamente estas materias, anivelando a un tiempo las mesetas de las cordilleras, elevadas hasta a 4000 metros sobre los océanos, las llanuras de los Moxos i Chiquitos mas bajas que aquellas, i todo el fondo de la gran hoyo de las Pampas, constituyeron el terreno pampeano. Entonces, enfin, una gran parte de la misma fauna, animales que no fueron arrastrados por las aguas, sino echados en las cavernas o en las grietas de las rocas, quedaron en su suelo natal, en medio de las fracturas de los antiguos sistemas brasiliano, itacoluniano, i chiqueño del continente oriental.

En una palabra, la América Meridional recibió en esta sexta época en cierto modo su forma actual ; la Cordillera alcanzó a elevarse casi hasta su altura actual ; los terrenos terciarios patagonianos i todo el contorno de las Pampas propiamente dichas, salieron de las aguas al este i al oeste ; todas las faunas terrestres i marinas fueron destruidas en todas sus partes i la tierra americana perdió sus primeros habitantes.

A este movimiento, uno de los mas grandes de nuestro globo, podrian talvez referirse muchos fenómenos observados en la superficie de la tierra, pues por todas partes se encuentran restos de una fauna terrestre particular, enteramente extinguidas, i depósitos análogos a los de las Pampas con osamentas de mamíferos pertenecientes a las especies destruidas.

Séptima i última época : la América Meridional despues de los terrenos diluvianos.

Al salir de la última catástrofe tomó América su forma actual ; mas, estaba desnuda, sin habitantes. Luego el Todo-poderoso la cubre de vegetacion, la vuelve a poblar de animales diferentes de los primeros i parecidos a los de ahora. El hombre, el mas perfecto de todos los seres vino a completar la obra i a dominar el conjunto de la naturaleza. Desde entonces existe el mundo animado tal como lo conocemos.

El único movimiento que posteriormente vino todavía a turbar el suelo americano no parece haber tenido otro resultado mas que alzar en la cima de las cordilleras volcanes activos, solevantar las riberas ma-

ritimas i el fondo de las Pampas, cubriendo en todas partes el suelo con inmensos aluviones. Si, en efecto, se investigan los últimos cambios que se han producido en la superficie del nuevo mundo sobre las montañas del sistema chileno, allí vemos aparecer volcanes producidos sin duda por nuevos hundimientos en el occidente; i este movimiento, solevantando en las costas del Atlántico i del Gran Océano conchas marinas, idénticas a las que viven en nuestras mares, habrá originado una nueva invasión de las aguas a la que deberán atribuirse las *denudaciones* de las partes elevadas, los aluviones de los llanos i la formación de los médanos de las Pampas. Podriamos talvez hallar el recuerdo de esta última revolución terrestre en las tradiciones del diluvio que conservan los mas pueblos americanos.

Ultimas conclusiones.

La América Meridional parece haber formado su primer relieve en las regiones orientales del Brasil actual, después del periodo de *gneis*. Luego, *al oeste*, vinieron los terrenos silurianos a acrecentar este primer continente con todo el sistema itacolumiano. Los terrenos carboníferos formaron, *al oeste* de los dos anteriores, un nuevo trecho, compuesto del sistema chiquiteño. *Al oeste* de los tres primeros, formaron los terrenos triásicos el sistema boliviano, de superficie mas vasta que los otros: hasta entonces continuaba estendiéndose América del este al oeste. Cesan de formarse los terrenos cretácenos, i luego toma la Cordillera, siempre *al oeste* de las tierras levantadas, un primer relieve, de norte al sur, cambiando enteramente la forma del continente. En seguida, esta misma configuración continua perfeccionándose; la cadena entera se eleva después de los terrenos terciarios; i al tiempo de erupcion de las rocas tráquicas, sale de las aguas la gran hoyo de las Pampas: América llega a ser lo que parecería a nuestra vista.

Dedúcese del conjunto de esos grandes hechos varias consecuencias generales que parecen ser de gran importancia para la historia cronológica de las revoluciones de nuestro globo. Estas consecuencias son:

1.º Ciento orden en que han sucedido unos a otros, siempre *del este al oeste* los diversos sistemas que presenta hoy día el continente americano;

2.º La estension de estos sistemas iba creciendo, de mayor a mayor, tanto mas, cuanto mas se aproximaban a la época actual.

3.º Hubo coincidencia notable de las causas i de los efectos en la formación del terreno terciario *guaraniano*, en el instante del primer solevantamiento del sistema *chileno* por las rocas porfíricas, en la del terreno pampeano en la época del gran solevantamiento de las cordilleras por las

rocas traquíticas, i en la de los *aluviones* en la época de la salida de los volcanes.

¿A caso podríamos ver en esta triple serie de hechos, la prueba mas evidente de que el nuevo mundo se ha formado por solevantamientos sucesivos que corresponden a los diversos sistemas?"

Hé aqui el resultado mas importante del viaje de D'Orbigny, i como el autor mismo dice, "fruto de ocho años de observaciones lejanas i comparaciones sin número, de largas meditaciones i de minuciosas investigaciones." Su gran obra es sin duda un acopio inmenso de materiales para la geografía, la historia natural, la geología de nuestro continente; pero en esas pocas páginas tenemos un cuadro en que el autor, resumiendo sus largos trabajos, trató de bosquejar la América meridional en todas sus épocas geológicas.

¿Será exacto este cuadro, i suficiente para que los geólogos lo tomen por regla o punto de partida para sus investigaciones? El mismo autor, tan sabio como modesto, cualidades inseparables en todo hombre de verdadero mérito, dice que lo considera como imperfecto, por falta de los conocimientos necesarios, i que, al publicarlo estaba lejos de creer que no se modificase con el tiempo, a medida que se hicieran nuevos estudios e investigaciones de los hechos.

En efecto, pocos años después de la publicación de la obra de D'Orbigny, un examen profundo de los fósiles mandados al colegio de minas de París sacados del terreno secundario de los Andes, de las provincias de Coquimbo i Atacama, no ha dejado la menor duda acerca de la existencia del terreno jurásico en esta cadena, terreno desarrollado tal vez sobre una escala tan vasta como la que asignaba D'Orbigny al terreno cretaceo. Una memoria sobre los mencionados fosiles de Chile publicaron Bayle i Coquand en las Memorias de la sociedad geológica de Francia en 1851, acompañando su importante trabajo de láminas litografiadas de todos los fósiles i descripciones minuciosas de ellos.

Los fosiles que fueron objeto del estudio de los citados naturalistas proceden, unos de las cordilleras de Coquimbo, particularmente de las inmediaciones de Arqueros, del cerro de doña Ana i de Tres cruces, otros de las de Copiapó, en particular, de Chañarcillo, de Mansías i de Jorquera.

Hé aqui en pocas palabras el resultado de este importante trabajo sobre la geología de Chile.

"Las especies que existen en Mansías i Tres Cruces corresponden,

unas al terreno de *lias* (a las margas i calizas *belemníticas*) otras a la *oolita inferior*. Entre las *primeras* hai cuatro identicas a las del mencionado periodo en Europa, i estas son *ostrea cymbium*, *terebratula ornithocephala*, *terebratula tetraedra i spirifer tumidus*; de las demás el *pecten alatus* haria en Manflas el mismo papel que el *pecten acquivalvis* en Europa. Entre los *segundos* reconocieron los mismos naturalistas el *ammonites bifurcatus*, *ostrea pulligera i terebratula perovalis*, fosiles que se encuentran con abundancia en Europa en las capas superiores al horizonte trazado por la *ostrea cymbium*.

“De las cuatro especies halladas en Jorquera, tres son, *ostrea cymbium*, *ammonites opalinus i nautilus striatus*, los que pertenecen a la fauna jurasica en Europa. La cuarta que es el *pecten alatus*, el mismo cuya presencia dió motivo a D’Orbigny i otros naturalistas para creer en la existencia del terreno cretaceo, se ha hallado aun en otras partes de Chile, como en Tres Puntas acompañado de *ostrea cymbium*, *spirifer tumidus* i las dos mencionadas terebratulas pertenecientes al terreno jurasico i en ninguna parte con algun fosil cretaceo.

“Los pocos fosiles hallados en las inmediaciones de Chañarcillo parecen pertenecer al mismo horizonte geológico que los de Manflas i Tres Cruces.

“Sobre 48 especies halladas en la cordillera de doña Ana, siete son nuevas i once comunes a los terrenos jurasicos de Europa i de Chile, particularmente a la rejion media de este periodo llamado por los jeologos ingleses Oxford-clay i coral-rag.

“En cuanto a los fosiles que provienen de las inmediaciones de Arqueros, Bayle i Coquaud reconocieron entre ellas el *crioceras Duvalii* i la *ostrea couloni*, que nunca se han encontrado en Europa fuera de la rejion inferior del terreno cretaceo, i por esto se considera esta parte de terreno secundario de Arqueros como equivalente al terreno neocomiano europeo.”

Enfin los hechos espuestos en esta memoria han conducido a sus autores a admitir las conclusiones siguientes :

1.º Existe de un modo incontestable en los Andes de Chile la formacion jurásica.

2.º Hallase tambien en Arqueros en la cordilleras de Chile terreno neocomiano.

3.º La fauna de estas dos formaciones consta de cierto número de especies peculiares de sur América i de otras que tambien se hallan en Europa : distribucion notable que ya habia reconocido de Verneuil en la fauna de los terrenos paleozoicos i segun parece es aplicable a las formaciones jurásicas i cretáceas.

La misma opinion confirmó ultimamente en su viaje al desierto de Atacama el doctor Philippi a quien debemos el conocimiento de varios fosiles jurásicos recojidos a cierta distancia de la costa en el camino de Co-

piapó a San Pedro de Atacama, entre otras, unas esquitas con *posidonia* que parecen ser identicas a las de la época de *litas*.

En cuanto a los terrenos terciarios de la costa de Chile, tampoco se halla conforme en todo con la opinion de D'Orbigny la de Darwin i otros naturalistas que han examinado los fosiles llevados de esta parte de América. Segun Darwin un gran número de fosiles de los terrenos terciarios de ésta costa pertenecen a las especies que viven en el mar inmediato, i por consiguiente no deben estos terrenos pertenecer a una época geologica tan remota como lo pretende D'Orbigny. Acaba tambien de reconocer Philippi, en un terreno análogo, de la costa de Colchagua en Chile, tres especies (*oliva peruviana*, *buccinum marginatum* i *nucula pisum*), identicas a las especies que viven todavia en el mar, asociadas con muchas otras desaparecidas del globo terrestre.

Con mayor dificultad podrá admitirse la ingeniosa idea de D'Orbigny que en la formacion del continente sur americano, los diversos terrenos pertenecientes a las épocas mas i mas modernas, se depositaban i se levantaban del seno de los mares siempre en cierto orden, de tal manera que el mas moderno se colocaba al oeste del que existia, ensanchandose i creciendo el continente primero del este al oeste, hasta la época cretacea, i tomando luego su longitud actual, de norte al sur, en esta última época.

En realidad, las rocas gneisicas de la primera época de D'Orbigny, i sobre ellas las filadas, cuarzitas i esquitas macliferas que corresponden evidentemente al terreno siluriano o devoniano de D'Orbigny se encuentran en toda la costa meridional de Chile desde la provincia de Coquimbo hasta el Estrecho de Magallanes, hallandose en este último pisarras muy parecidas a las pisarras de los terrenos de transicion europeos.

Tambien en la costa del Pacifico hasta en la orilla del mar reconoció el mismo D'Orbigny, en el morro de Arequipa, el terreno carbonifero cuya formacion pertenece al intervalo de tiempo entre la segunda i tercera época del autor i tambien de este lado de los Andes que se hallan en la prolongacion del cordon occidental de las cordilleras de Bolivia se conoce un terreno de areniscas rojas que segun toda probabilidad corresponde a lo que D'Orbigny llama *trias*.

Existen pues en el límite occidental del continente sur americano los cuatro terrenos mas antiguos que se estienden de sur al norte como en el límite oriental del mismo continente.

Por otra parte juzgando por las impresiones de peces que segun Agassiz pertenecen á la época cretacea, halladas en la provincia de Ceara en el Brasil, existe este terreno, muy moderno en comparacion con los anteriores, en la parte oriental del continente.

Tampoco me parece verosimil que se pueda explicar la formacion de nuestros Andes, suponiendo con D'Orbigny tres épocas de solevantamiento-

to, debidas, la primera a la erupcion de los porfidos, la segunda a la de las traquitas, i la tercera a la aparicion de los volcanes modernos, haciendo corresponder a estas tres épocas las formaciones i solevantamiento de los tres terrenos mas modernos : *el guaraniano, el pampeano i el diluviano*, como lo pretende el autor.

Las cosas no han pasado probablemente de un modo tan sencillo i no son probablemente susceptibles de tan fácil explicacion.

Desde luego observaré que las rocas de solevantamiento mas antiguas en los Andes chilenos, rocas que por lo comun salen de debajo las capas mas trastornadas, mas inclinadas, fracturadas o contorneadas en los Andes, las que rompen o penetran el terreno solevantado i aparecen en partes como materias de *inyeccion*, no son los porfidos, sino, rocas dioriticas, granitos dioriticos, rocas sieniticas, a veces rocas granitoides de base de labrador. Estas rocas aparecen con frecuencia al pie de los Andes, como tambien en los centros de dislocaciones, o bien en la linea divisoria de las aguas ; i apesar de que suelen tomar casualmente estructura porfirica, o pasan a rocas euriticas *adelogenas*, el caracter que predomina en ellas es cierta estructura gránitica o granitoidea. Aquella inmensidad de porfidos que a cada paso el viajero encuentra en los Andes de Chile propiamente dichos, i no en la parte litoral granitica, son porfiros estratificados (porfidos abigarrados, porfidos arcillosos) que tan amenudo alternan con areniscas i otras rocas de sedimento, i segun toda probabilidad son rocas metamórficas que constituyen el terreno solevantado i no el de solevantamiento.

Por otra parte, las traquitas a cuya aparicion atribuye D'Orbigny todo el relieve actual de los Andes i a las cuales da mayor importancia que a las erupciones anteriores en los Andes, no se hallan en masas algo considerables, sino en los Andes meridionales de Chile, i, segun Philippi en los Andes del Desierto de Atacama ; mientras que en la parte media del mismo cordon, entre las cordilleras de Copiapó i las de Aconcagua, es decir en la parte mas elevada de la cadena, si bien se descubren en alguna partes rocas traquíticas mejor marcadas, parecen hacer ellas un papel mui secundario, i no es dificil atravesar todo el sistema transversalmente desde la mar hasta la cumbre de los Andes, sin ver una sola masa traquítica aun en las rejones de mayor trastorno i mas encumbradas. Añadiré tambien que en Chile, todas las vetas metálicas, que se consideran como vestijios de trastorno, se hallan en la proximidad de las rocas de los solevantamientos mui anteriores a las traquitas i desaparecen casi completamente en aquella parte de los Andes donde estas últimas principian a ser abundantes. No se concibe, porque la salida de estas rocas si en realidad a ellas tuviesemos que atribuir el trastorno i el movimiento mucho mas recio i mas poderoso que el que habia precedido a esta época, no ha abierto en el terreno preexistente nuevas grietas o rajaduras i no haya dado

orijen a vetas i criaderos metaliferos, a lo méños tan considerables, como los de las épocas anteriores. ¿Cómo es tambien que esos terrenos *terciarios* cuyo solevantamiento atribuye D'Orbigny a la aparicion tan violenta de los Andes, no han sufrido en sus capas trastornos i dislocaciones. i forman hasta ahora llanos tan parejos, como si se hubiesen formado estos terrenos anteriormente a la formacion de los Andes. El trabajo de Darwin relativo a las gradas o escalones que forman estos terrenos en las costas de Patagonia i de Chile (1), trabajo sumamente instructivo i concienzudo, que segun mi modo de ver puede servir de modelo para esta clase de investigaciones, manifiesta con bastante fundamento, que el solevantamiento de estos terrenos ha sido mas bien mui lento, interrumpido por épocas de reposo o de movimiento, todavia mas lento, que ocasionado por fenómenos violentos, rápidos o de poca duracion.

Ménos todavia verosimilitud tiene para mi la coincidencia que D'Orbigny supone entre la aparicion de los volcanes en los Andes (su última época) i el solevantamiento de los aluviones modernos en la costa, aluviones posteriores a la formacion de los terrenos terciarios. Basta decir que los volcanes activos o apagados existen solamente en la parte meridional de los Andes de Chile, particularmente al sur de las cordilleras de Santiago hasta el Golfo de Ancud, miéntras que el movimiento mas moderno de la costa, al cual alude el autor, ha dejado señas sobre toda la costa de Chile. El mismo movimiento se nota todavia en nuestra época apesar de haberse apagado los mas de los volcanes i parece hallarse mas bien en relacion con los temblores que son mas recios i violentos en la costa que al pié de los Andes. Estos volcanes, por otra parte, si comparamos la estension de terreno que ocupan, con la inmensidad de las demás formaciones de la misma cadena, son tan limitados que no me parece ser permitido atribuir a las mismas causas que influyeron en la creacion de estos volcanes, efectos demasiado estensos i generales.

Sin llevar mas adelante estas reflexiones, procuraré ahora esponer de que modo este mismo asunto relativo a los diversos *sistemas* i *épocas* que segun D'Orbigny *han de formar la base del estudio de la geografía física i geología sur americana*, ha sido tratado últimamente por el otro viajero, de cuyo trabajo, presentado el año pasado a la Academia de Paris, voi a dar una ligera reseña.

(1) Darwin : *Geological Observations*. London 1851 : on the elevation of the eastern coast of south América.

"Recherches sur les systèmes de soulèvement de l'Amérique du Sud."
Investigaciones acerca los sistemas de solevantamiento de sur América.
 Por Pissis. (*Annales des Mines*. Paris 1856 tome IX. 4. livraison).

Al tiempo de terminar su viaje D'Orbigny, salió para Brasil Pissis i recorrió una gran parte de este imperio, donde permaneció cinco años, entregado al estudio de su geografía física i geología. A su regreso a París, presentó a la Academia de Ciencias el resumen de sus trabajos i observaciones en una memoria que luego fué publicada en el *Diario de los Sabios* en consecuencia de un informe dado por Dufrenoy.

Pocos años después volvió Pissis a embarcarse para sur América i fué a Bolivia con el objeto de levantar un mapa geológico i topográfico de la parte central de esta república. Estuvo tres años ocupado en este nuevo trabajo cuyos resultados comunicó a la Academia de París en 1849 en una memoria *Sobre las altitudes de los cerros de Bolivia i los sistemas de dislocaciones que se observan en este país*, presentada en la sesión del Instituto del 2 de julio.

De Bolivia pasó Pissis a Chile en 1849. Desde entonces, ocupado exclusivamente de la geología física i geología de nuestra república, ha levantado mapas geológicos i topográficos de las provincias de Santiago, de Valparaíso i de Aconcagua, i acaba de estender las operaciones geodésicas a una gran parte de la provincia de Atacama.

Diez i siete años de trabajos proseguidos con infatigable celo i entusiasmo en tres partes tan distintas i tan estensas de este continente : trabajos que abrazan la parte oriental, el centro i la parte occidental de sur América, son seguramente obra que sale de los límites de los viajes científicos aun los mas célebres, i de las expediciones las mas ruidosas. Añadiré que el viajero, contrayéndose esencialmente al objeto principal de su estudio, i evitando distraer su atención con diversos ramos de historia natural, o materias ajena de su ciencia, se ha valido siempre de métodos mui exactos i seguros, para sus operaciones geodésicas i estudios de rocas, lo que da a sus observaciones cierto carácter i mérito diferente del que puede presentar cualquier viaje precipitado, aun emprendido por hombres de gran saber i vastos conocimientos.

La memoria de que voi a dar una ligera reseña contiene en cierto modo el resumen de esos diez i siete años de trabajos, relacionados con los que ha publicado Humboldt al principio de este siglo para los estados del Ecuador de la Nueva Granada i de Venezuela, i con los de D'Orbigny para las provincias Argentinas. Por esta razón considero esta nueva memoria de Pissis como mui digna de atención para todos los que se ocupan de la geografía i geología sur americana.

Para establecer las grandes épocas en la historia física del continente sur americano, no quedaba otro arbitrio a Pissis que el que sirvió a Hum-

boldt i a D'Orbigny para el estudio de los principales sistemas de relieves o montañas : es decir, adquirir ante todo "un conocimiento exacto del orden en que las diversas *formaciones* se sucedieron unas a otras" para producir este continente. "Dos medios se presentaron al autor para dividir los terrenos americanos en una serie de formaciones análogas a las que se adoptó para el antiguo continente : podia, fundándose en los caractéres sacados de los restos orgánicos, buscar la analogía que existe entre las formaciones de los dos continentes i relacionar ciertos grupos de terrenos americanos con las formaciones europeas; o bien, apoyándose únicamente sobre el orden en que las capas de los diversos terrenos descansan unos sobre otros i fijándose en la *discordancia* o ciertos desarreglos que se notan en sus estratificaciones, establecer una clasificación particular para la América", dejando para otros el trabajo de coordinar cronológicamente estas formaciones, de modo que se establezca relación entre ellas i las del antiguo continente, cuando el conocimiento de los principales hechos geológicos en ambos continentes lo permita. Por motivos que me parecen justos el autor prefirió este último método, i después de haber subdividido toda la América Meridional en cinco regiones geológicas, es decir en las que ocupan actualmente, 1.º Peru i Bolivia, 2.º Chile, 3.º las provincias Argentinas, 4.º Brasil, 5.º Colombia, menciona las rocas i formaciones principales de cada una, i llega a sacar por resultado los hechos siguientes :

En primer lugar, que el gneis forma la parte mas antigua de todas las formaciones, circunda el continente sur americano por todas partes, i solamente a largos trechos se ve cortado por concavidades que corresponden a las hoyas de los principales ríos :—en esto está conforme Pissis con la opinión de D'Orbigny.

En segundo lugar, que sobre el gneis, en la orilla interior de la formación precedente, hallamos esquitas arcillosas i cuarzitas, que se estienden sobre toda la superficie del continente, constituyendo la base sobre la cual se ven apoyadas las demás formaciones :—estas arcillas i cuarzitas corresponden a las filadas esquítosas i areniscas pertenecientes según D'Orbigny a los períodos silurianos i devonianos (rocas de transición).

En tercer lugar, que al sur i al norte de la línea de separación de las aguas entre las dos grandes hoyas de este continente, es decir, entre la de las Amazonas i la del Paraguay, aparecen las areniscas rojas, las margas saliferas i las calizas que forman las cumbres mas elevadas de los Andes i cubren inmensidad de superficie en la región situada al este de esta cadena. Estas rocas se ven separadas de las esquitas arcillosas por unas psamitas (areniscas micaceas esquítosas) i calizas carboníferas, las que por lo común ocupan poco espacio, colocadas en el límite de las dos formaciones. Este grupo de terrenos corresponde a lo que D'Orbigny considera

como formaciones pertenecientes a los tres períodos geológicos; llamados el carbonífero, el trias, i el cretaceo.

En cuarto lugar, que las formaciones mas modernas son unas capas margosas i arenaceas análogas a las formaciones terciarias i a los últimos terrenos de acarreo, europeos:—este grupo comprende los terrenos guaraniano, patagoniano, pampeano i los aluviones modernos de D'Orbigny.

Pasando ahora a los sistemas de solevantamiento que han dado al continente sur americano, la forma i los relieves actuales, sigue el autor la marcha precisamente inversa de la anterior, es decir, principia por los sistemas mas modernos i de estos pasa a los mas antiguos, por razon de que, “habiendo ejercido cada solevantamiento su accion, no solamente sobre las estratas que estaban en el acto de formarse, sino tambien sobre todas las capas preexistentes, los mas modernos modificaron la direccion de las líneas *estratigráficas* de los mas antiguos.”

Cuatro diferentes sistemas, correspondientes a cuatro distintas épocas distingue Pissis en todo el continente de la América Meridional.

Primer sistema: El mas moderno es el que llama Pissis *Sistema Chileno*. Principia por indicar rastros de este movimiento en la meseta boliviana entre los dos cordones de las cordilleras, i luego pasando al declive occidental del cordon occidental de los Andes, atribuye a este *sistema* el solevantamiento de toda la costa desde el paralelo de Tacna hasta mas allá de 45° de latitud austral. “Siguiendo (dice) el camino que conduce de Tacora a esta ciudad, se nota que las areniscas i los pórfitos del declive occidental de los Andes desaparecen debajo de las capas de arena, las cuales van descendiendo gradualmente hasta la orilla del mar, donde forman barrancas que se elevan a unos pocos metros de altura sobre las mas altas mareas. Estas arenas se prolongan de norte a sur desde Tacna, formando una larga faja que ocupa toda la parte occidental del desierto de Atacama. Interrumpidas al pie de los cerros porfíricos de Huasco i de los Choros, vuelven a aparecer en el llano de Coquimbo i continuan por toda la estension de la costa de Chile, ocupando los intervalos que dejan entre si las ramas de las cordilleras que bajan al mar en la direccion este oeste.”—Estas capas arenosas penetran por los valles transversales en el interior del continente i “elevandose gradualmente, a medida que avanzan hacia el oriente, se unen insensiblemente con el terreno de acarreo de los valles longitudinales. De allá se estienden a la rejion de los Andes hasta la base de los cerros que forman la linea de division de las aguas, en cuya altura se ven a veces cubiertos por los productos volcánicos. En fin, en toda la costa de Chile i en una gran parte de la del Perú, los terrenos que salieron los últimos del seno de las aguas, ocupan como en Bolivia una situacion intermedia entre dos formaciones volcánicas, es decir entre la de conglomerados de pomez (conglomeratsponceux) sobre que descanzan i la de los productos mas modernos que provienen de

los conos volcánicos." (1) — "La identidad de las conchas que se hallan en las arenas soleantadas i las que viven todavía en las mismas localidades indica que ningún cambio notable se ha manifestado desde aquella época en la forma marítima de estos parajes. Sin embargo, los restos de mastodonte hallados en Taguatagua, provincia de Colchagua, (2) parecen probar que en la fauna terrestre han ocurrido cambios mucho más considerables i análogos a los que también tuvieron lugar en el continente europeo, después del solevantamiento de sus últimos depósitos de acarreo"

Pero "fácil es reconocer, continúa diciendo Pissis," que este solevantamiento ha producido cambios considerables tanto en la configuración como en la extensión del continente sur americano. En efecto, si se admite por averiguado el paralelismo del *terreno pampeano* (limón pampeano de D'Orbigny) con las arenas i terreno de acarreo de Chile i Bolivia, es evidente, que grandes superficies han salido en esta época del agua, tanto al este como al oeste de los Andes, i que a este *sistema* de solevantamiento se refiere la aparición de las vastas llanuras de las Pampas. El más grande desarrollo de este continente tuvo lugar al este, mientras que en la parte occidental todo su ensanche de aquella época se limita a una faja estrecha, paralela a la costa, la que rara vez tiene más de 45 leguas del este al oeste."

Por otra parte, "estudiando el terreno soleantado de esta época en la parte occidental de los Andes se ve que el relieve de la región montañosa muy poco habrá cambiado por estos movimientos, i lo mismo se observa del otro lado de los Andes, pues el terreno *pampeano*, no llega allí al pie de los Andes ni se acerca a menos de veinte o treinta leguas a estos cerros."

En cuanto al cambio que puede haber sufrido en este gran solevantamiento el cordón de los Andes o cualquiera otra cadena de cerros, dice Pissis, que "ninguno de los cordones de cerros de América Meridional puede considerarse como resultado especial del solevantamiento que ha hecho salir de las aguas las últimas capas de Chile : cuando más dice, este movimiento ha podido aumentar la elevación absoluta de ellos, o producir algunas cumbres aisladas como por ejemplo la de Tacora i la mayor parte de los conos volcánicos de los Andes. Su efecto general parece más bien haber consistido en el levantamiento en masa de las tierras australes i occidentales de América, produciendo de esta suerte una doble inclinación, tanto al este como al oeste de los Andes, de un modo análogo al que sufrió el suelo de Francia en la época del solevantamiento de la cadena principal de los Alpes."

(1) Pág. 101 i 102.

(2) Estos restos no se hallan talvez en el mismo terreno de aluviones modernos que contienen todas las especies pertenecientes a nuestra época. (tr.)

"Los numerosos conos volcánicos de los Andes", dice el autor "aunque distribuidos en la proximidad de una línea dirigida de sur a norte, no pueden considerarse como un sistema especial de cerros; ántes bien ellos constituyen grupos aislados, los mas mui distantes unos de otros, situados en los lugares donde se cruzan varias *fallas* o dislocaciones pertenecientes a sistemas estratigráficos de diferentes épocas. Así, los encontramos tan pronto en la linea de las cimas mas elevadas, de los Andes, tan pronto al este o al oeste de este último, donde las aberturas formadas por aquel mismo cruzamiento de las grietas en la corteza terrestre presentaban una resistencia mas débil a la acción de las fuerzas subterráneas. Esta circunstancia origina grandes dificultades en la determinación exacta de las líneas estratigráficas que se refieren a este solevantamiento. La parte superior del valle de la Paz, es talvez la única cuya formación puede atribuirse especialmente a este movimiento, pero su longitud es demasiado limitada para que se pueda fijar su dirección con exactitud suficiente." "La costa del desierto de Atacama comprendida entre Cobija i el puerto de Huasco, estendida en una línea sensiblemente recta, puede solo suministrar datos mas independientes de la configuración anterior del suelo. Calculando la posición del arco de círculo que une estos dos puntos hallamos que su ángulo azimutal, contado del norte al este, i tomado de Cobija, es de $8^{\circ} 55' 26''$. Este ángulo se acerca mucho al dado por de Beaumont, por uno de los círculos del Pentágono de Chile que es $8^{\circ} 45' 26''$ (1).

Comparando lo que acabo de citar de la memoria de Pissis con las ideas emitidas en la citada obra de D'Orbigny se vé que el sistema chileno de aquel, corresponde a la séptima i última época de este, comprendiendo talvez el solevantamiento de una parte de los terrenos terciarios que D'Orbigny cree haber salido de las aguas en la sexta época, si en efecto al sistema chileno de Pissis se ha de referir la aparición de las vastas llanuras de las Pampas.

El segundo sistema de Pissis es lo que llama este autor *sistema de la cadena principal de los Andes*. Para dar a entender lo que se debe llamar cadena principal de los Andes, dice lo siguiente:—"Desde la extremidad sur de América hasta la latitud de Puno, es decir, sobre una extensión de mas de treinta grados, la gran cadena de los Andes sigue de un modo mui notable la dirección de un arco de círculo que se aparta mui poco del meridiano; pero llegando casi a la extremidad norte de la meseta de Bolivia pierde esta cadena su carácter uniforme, cambia bruscamente de dirección, o mas bien se halla reemplazada por otra, la cual, nace en la provincia de Cochabamba i se prolonga al noroeste hasta Loja.

(1) Véase la obra de Beaumont, sobre los sistemas de solevantamientos : *Notice sur les systèmes de montagnes*. Paris, 1853 t. 3.

En fin, una nueva cadena con dirección meridiana empieza a elevarse al norte de esta ciudad, formando los Andes de Quito, i se divide en dos rama que se dirigen, una hacia Panamá i la otra hacia Venezuela. *La parte austral de toda esta inmensa cadena de cordilleras es la que, a mas de su gran longitud i su regularidad presenta tambien las cimas mas elevadas de toda América ; i por esto, debiendo ocupar el primer rango entre los diversos sistemas que forman todo el cordon de las cordilleras desde Panamá hasta Magallanes la designarémos con el nombre de cadena principal de los Andes.*"

Los signos de que se vale el autor para determinar la dirección i época del solevantamiento de esta *cadena principal de los Andes*, son : "la formación de las grandes *fallas* (dislocaciones) paralelas a la línea de las cumbres mas elevadas de los Andes, la alteración química de las rocas que forman el *eje* de esta gran cadena i la emisión de las masas traquíticas."

Para fijar la época de la aparición de estas últimas, hace notar Pissis, que "estas rocas no solamente se muestran cerca del eje de los Andes, sino tambien al este i al oeste de esta cadena, donde ellas se hallan en relación con las *fallas* paralelas al mencionado eje. Allí rompen las capas del terreno lacustre de Bolivia como tambien las areniscas marinas (1) de Chile : terrenos cuya posición, dice el autor, habíamos indicado en la costa del Pacífico i que se elevan gradualmente a medida que se aproximan a la base de las cordilleras (1). En Chile como en el Perú i en Bolivia estos terrenos se hallan cubiertos por una capa de conglomerados de pomez, cuyo origen se halla estrechamente unido con el de las rocas traquíticas". (2) En fin, fijando su atención el autor en la posición de estos conglomerados, dice que ellos "se apoyan sobre la arenisca marina (terciaria) o el terreno lacustre i están cubiertos ya sea por las arenas de Atacama, ya por el terreno de acarreo (muy modernos) : fundándose en este hecho, induce que el solevantamiento de la cadena principal de los Andes ha tenido lugar en el intervalo comprendido entre las dos formaciones" mas modernas.

No entraré en los detalles que han inducido a Pissis a tomar *por la dirección de este sistema el gran círculo que no se aparta sino de unos pocos minutos de la dirección meridiana*. A este sistema refiere el autor, a mas

(1) Confieso que no conozco localidad alguna en Chile donde el terreno terciario de la costa o su análogo mas adentro presenta pruebas de dislocación por la erupción de las primeras *traquitas* de los Andes. (Tr.)

(2) Hecho muy importante e incontrovertible, pero esta capa es tal vez la de corinas volcánicas con fragmentos de pomez, pues algunos conos volcánicos modernos, como por ejemplo los del grupo de los volcanes del Descabezado han producido cantidades immensas de pomez, de obsidiana i de ceniza.

de lo que llama *cadena principal* de los Andes, la doble cadena volcánica de los Andes de Quito, particularmente la que se estiende entre el Chimborazo i Cachamasca, en la dirección del meridiano, i tambien situada bajo la misma longitud la isla volcánica de Juan Fernández, la cual, segun la expresion del autor, aparece como testigo de la prolongacion de esta línea volcánica debajo las aguas del mar.

“Un solevantamiento tan poderoso, dice el autor, i tan estenso como el de la cadena de los Andes, ha debido causar modificaciones considerables en la configuracion i los relieves del continente sur-americano. Estas modificaciones tuvieron lugar principalmente en las partes situadas al este de dicha cadena, miéntras que al oeste, apénas alteraron los contornos de las tierras que habian ya salido de las aguas en las épocas anteriores a esta. Así admitiendo con D'Orbigny, que el terreno patagoniano es contemporáneo de las formaciones terciarias de la costa de Chile, resulta necesariamente que el continente americano aumentó en la época de este solevantamiento, de una gran parte de Patagonia, quedando todavía hasta la época del sistema chileno sumergida la superficie del terreno pampeano.”

Tercer sistema : sistema de las cadenas transversales de Chile.—Des-
cubrió Pissis este tercer sistema, mas antiguo que el anterior, observan-
do, en primer lugar, que el terreno calizo de los Andes, llamado por el
autor formacion de las margas saliferas, el mismo que D'Orbigny con-
sidera como perteneciente al período cretáceo, tiene sus capas, en toda
la faja occidental de los Andes, inclinadas en dos direcciones casi per-
pendiculares una a otra : la una paralela a la del sistema de la cadena
principal de los Andes, i la otra perpendicular a aquella, es decir dirijir-
se poco mas o menos de este a oeste ; en segundo lugar, que a esta última
dirección corresponden todas las cadenas de segundo orden, las que,
partiendo de la cumbre de los Andes se prolongan hasta la costa ; en ter-
cer lugar, que la inclinación i levantamiento (redressement) de estas ca-
pas en la dirección de este a oeste, se hallan en relación con la aparición
de ciertas rocas de base de labrador i de hyperstena, las que salieron del
interior de la tierra, por unas fallas o grietas dirigidas de este a oeste,
ejerciendo sobre las capas vecinas acción metamórfica, mui distinta de
la que estas mismas capas han sufrido por la erupción de las traquitas ;
en cuarto lugar, que a esta acción i la salida de rocas endojénicas se
dejó probablemente la formación de las vetas metalíferas, particularmen-
te de las de plata, como las de Chañarcillo, de Tres Puntas i de Romero ;
que, en fin, a esta dirección corresponden los valles transversales de Chi-
le, que corren paralelamente a los pequeños cordones o ramas que se
apartan de la cordillera principal.

Así, por ejemplo, señala autor, entre el río de Aconcagua i el de
Maipo, dos líneas de accidentes estratigráficos que corren de este a oes-

te, marcados por unos cerros cuyas latitudes habia determinado : la una de estas líneas se muestra sin interrupcion desde Tupungato hasta la costa, i se distingue por las cumbres de los cerros siguientes : el Tupungato, el san Cristóbal, cerro de la Petaca, de la Palmilla i de Millin ; la segunda se refiere a unos puntos colocados en la cadena que corre al norte del valle de Maipo i de la rama principal del río Colorado, puntos marcados por los cerros de san Ramon, de Tango, de Chingue, de Huechum i de san Diego.

Por estas razones asigna Pissis al tercer sistema de solevantamiento una dirección de este a oeste : lo atribuye a la emision de rocas hiperténicas i a este período refiere el solevantamiento de las capas calizas de formacion cretacea de D'Orbigny.

Cuarto sistema : sistema de la cadena occidental de Chile : Este sistema es el mas antiguo de los cuatro señalados por Pissis : a él refiere el autor el solevantamiento de las areniscas rojas, las que siendo mas antiguas que las capas *calizas cretaceas* de D'Orbigny o las *margas saliferas* de Pissis, solevantadas en el tercer período por las rocas hiperstenicas, deben necesariamente presentar señas características de este cuarto sistema. En efecto, Pissis observa que estas areniscas rojas, como tambien los pórfitos estratificados que hacen un papel tan importante en la jeolojia de Chile, tienen sus capas levantadas en una dirección norte-sur, un poco inclinada hacia nordeste. Por otra parte, la estratificación de estas rocas no se halla segun el autor, concordante con las capas de esas mismas *margas saliferas* que descansan sobre aquellas, i las dislocaciones que estas areniscas rojas i los pórfitos han sufrido se hallan en relacion, no con las traquitas que corresponden al *segundo sistema*, ni con las *rocas hipersténicas* del tercero, sino con rocas *sieníticas*, las que han salido del seno de la tierra por unas aberturas dirigidas de norte a sur. A estas últimas rocas hace corresponder Pissis las vetas de pirita aurifera en Chile, como a las de base de labradorita las vetas de cobre, i a las traquitas las vetas de plata. (p. 452).

Fijándose el autor principalmente en la aparicion de las rocas sieníticas i la dirección en que se prolongan, reconoce en ellas las señas de este sistema en la parte septentrional de Chile, en la base occidental de los Andes, donde, dice, aparecen muchas veces las sienitas en la superficie i asoman las capas levantadas de arenisca roja. " De allí en la prolongacion al norte, pasa el mismo sistema un poco al este de Oruco, hacia la cordillera de san Pedro, donde hallamos tambien las areniscas rojas levantadas ; luego corta la cordillera de Quinsa cruces en la parte mas elevada i se estiende paralelamente a la cadena de cerros que separa el río Beni del Marnore, pasa cerca de las alturas en que nace el Orinoco i sale del continente americano a pocos minutos al este de Cumaná. Prolongado el mismo sistema al sur, sigue primero el gran valle lonitudinal

de Chile hasta la latitud de Osorno, en seguida, la costa del golfo de Ancud, atraviesa las islas de Wellington, de Madre de Dios i de Cambridge, abandonando las tierras australes en el lugar donde la costa cambia de direccion i penetra en el estrecho de Magallanes, etc."

El gran círculo que representa la direccion de este cuarto sistema, hace segun Pissis, con el de la cadena principal de los Andes, (en la latitud de 52 a 55° austr.) un ángulo tan pequeño que no pasa de 8 a 10° grados.

En vista de lo que acabo de citar de la memoria de Pissis con respecto a este *cuarto sistema*, observemos, cuán diffisil habrá sido al autor distinguirlo del *segundo* con el cual se cruza formando un ángulo tan pequeño en medio de la gran complicacion de rocas. Estas mismas sienitas que le sirvieron para rastrear la marcha del sistema, aparecen en algunas latitudes como en la de Coquimbo, aunque con interrupciones, en toda la anchura del territorio chileno, desde la Punta de Teatinos en la bahia de Coquimbo, hasta la linea central i linea divisora de las aguas en la gran cordillera de la Laguna ; las areniscas rojas cuyas dislocaciones señala al pie occidental de los Andes, toman su mayor desarollo en la rejion mas elevada de esta cadena, i no existen en el sur ; miéntras tanto las vetas de pirita aurifera que por su naturaleza podrian aclarar las dificultades pasan tan amenudo a ser vetas de cobre que hasta ahora, no se ha podido averiguar de un modo positivo en qué consiste la diferencia entre el verdadero *yacimiento* de las unas i las otras.

Solamente las delicadas operaciones jeodésicas de que está encargado el autor, sus actuales investigaciones en la parte septentrional de Chile i la publicacion de sus mapas jeolójicos, podrán dar una idea mas clara i exacta de este último sistema i de las importantes consecuencias que de allí podrán sacarse para el estudio de la configuracion esterior i la jeología de Chile. Entre tanto observaremos que en estos dos últimos sistemas se separa mucho Pissis de los principios emitidos por D'Orbigny i que su memoria, apesar de su gran concision i de ser limitada a hechos jenerales, ofrece al jeógrafo, al naturalista i al jeólogo gran acopio de hechos bien averiguados, i otros que quedan por averiguar, insinuando a cada reñon materias dignas de estudio i de meditacion para el viajero.

I. DOMEYKO.

HISTORIA DE CHILE POR DON CLAUDIO GAY, TOMO VI.

Recientemente se ha recibido en Santiago el tomo 6.º de la historia civil de Chile que está escribiendo en Paris don Claudio Gay. Abraza el periodo mas importante de la Guerra de la Independencia : desde 1814 a 1825. En ese periodo ocurrieron los principales hechos de armas, los mas dolorosos contrastes, i los triunfos mas espléndidos. De toda la obra del