

naranjos lleven simultáneamente azahares y frutos, ha de prosperar esta iniciativa al amparo de la más moderna universidad argentina, que concreta felizmente su cultura tradicional.

Desde aquí han de propagarse sus simientes aladas para germinar bianualmente al pie de los Andes, en la llanura pampeana, en la falda de las sierras o a la orilla de los grandes ríos de nuestra patria, dando lugar a nuevas reuniones, de más en más concurridas, cada vez más útiles y eficaces para el progreso argentino, que afianzarán con caracteres propios la obra científica en la América austral.

SECCIÓN I

GEOLOGÍA, GEOGRAFÍA Y GEOFÍSICA

DISERTACIÓN DEL PRESIDENTE

ING. ENRIQUE HERMITTE

IMPORTANCIA DE LOS ESTUDIOS GEOLÓGICOS

PARTICULARMENTE EN LA INDIVIDUALIZACIÓN DE LOS YACIMIENTOS MINERALES

La Sociedad Argentina de Ciencias Naturales, con una amabilidad a la que no he sabido substraerme, ha insistido en designarme presidente de la Sección geología, geografía y geofísica de su Primera Reunión Nacional y, en ese carácter, me corresponde inaugurar vuestros trabajos.

Nada podía serme más grato; pero, no obstante, no ha sido sin resistencias que he aceptado esta honrosa misión. Tenía el justo temor de que mi pobre bagaje científico no estuviera, ni con mucho, a la altura de vuestras deliberaciones, a tal punto que si no hubiera pensado que el puesto que desempeño en la Administración nacional me obligaba, en cierto modo, a hacer acto de presencia en este certamen, no me vería hoy en el caso de acogerme a vuestra benevolencia, la cual sabrá excusarme, lo espero, en aras a la formal promesa de no reincidir en el pecado que, sin embargo, por excepción, tiene en este caso alguna razón de ser.

En efecto, la alta significación de cultura y de adelanto que tiene para un país el desarrollo de los estudios geológicos, geográficos y geofísicos, y el hecho de que la primera reunión de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales debía tener lugar en esta benemérita ciudad de Tucumán, en conmemoración al centenario de nuestra in-

dependencia, unido a la circunstancia de ser el gobierno de la nación quien ha impulsado, sobre todo, esta clase de investigaciones, justificaba, casi exigía, que alguno de los directores de las reparticiones encargadas de realizarlas ocupara este puesto de honor, para tener así la oportunidad de llamar la atención sobre aquéllas y hacer resaltar el rol que desempeñan en el desarrollo de un país, ofreciendo así, por la demostración palpable de que no ha caído en malas manos el patrimonio que nos legaron nuestros antepasados, el más elevado de los homenajes a la memoria de los ilustres patricios que hace un siglo sancionaron nuestra independencia política.

Y es lo que me propongo hacer hasta cierto punto, de una manera indirecta, presentando a vuestra consideración, ya que mis actividades, absorbidas totalmente por una labor administrativa intensa, no me permiten una contribución científica personal, el resumen de los conocimientos adquiridos por el servicio geológico nacional respecto a las principales características de la formación petrolífera de la Patagonia, cuyo descubrimiento, efectuado en 1907,¹ es el fruto de las investigaciones subterráneas iniciadas en el año 1904, y cuya explotación, empezada por el gobierno en los alrededores de Comodoro Rivadavia, marca, a no dudarlo, dada la extraordinaria importancia del producto y sus aplicaciones, el principio de nuestra independencia económica.

Es, además, mi propósito, dar una prueba más o tratar de dar una prueba más de las consecuencias fecundas que en su hora tienen ciertas investigaciones, aunque en apariencia persiguen propósitos de orden puramente científico, como sucede con las que caen dentro de la esfera de acción de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales. Espero que con ello el noble y desinteresado esfuerzo a que debemos esta manifestación de cultura intelectual, destinado a repercutir hondamente dentro y fuera del país, no se sentirá disminuido en lo más mínimo. Hay que perdonar a estos países jóvenes, ansiosos de vida, la necesidad de palpar resultados materiales para apreciar el valor de la ciencia pura y, en nuestro caso, no olvido por cierto que es del seno de una de estas naciones que ha salido este grupo de jóvenes hombres de ciencia, anhelosos de conseguir para su patria un pequeño sitio entre las naciones que figuran al frente del movimiento científico mundial.

Hasta ahora, son indudablemente insignificantes los conocimientos de las relaciones geológicas del subsuelo en la zona explotada de Co-

modoro Rivadavia, siendo imposible abrir un juicio sobre la procedencia del mineral, lo que sería indispensable para poder dirigir los trabajos en la forma deseada, es decir, en forma tal que permitan obtener el mayor rendimiento económico y, de seguir en el mismo camino, difícilmente se llegaría a la obtención de los resultados deseados en vista de la dificultad de conseguir datos precisos por el solo estudio de los terrenos atravesados por las perforaciones.

De ahí la necesidad imprescindible de reclamar a la ciencia geológica su concurso, tomando por base los conocimientos adquiridos sobre las grandes unidades geológicas existentes en la república.

Un primer resultado consecuente al estudio de las manifestaciones superficiales que acusan la existencia de petróleo en el país, demuestra que todos los yacimientos tienen su origen en formaciones preterciarias y, en particular, aquellos que son de importancia inmediata para nuestro objetivo, se encuentran en sedimentos del Mesozoico superior, tanto en el geosinclinal andino (Mendoza y Neuquén) como en la región de las mesetas patagónicas, siendo de notar que dentro de este grupo, la mayor analogía se produce entre los yacimientos de Comodoro Rivadavia y las manifestaciones petrolíferas del este del territorio nacional del Neuquén. En ambas regiones el petróleo parece brotar de las areniscas abigarradas o está incluido en ellas.

El complejo de las areniscas abigarradas está constituido por areniscas, arcillas y arcillas margosas, a menudo yesíferas, de color gris blanquecino, amarillo y rojo pardo hasta rojo ladrillo, y caracterizado por la rápida alternancia de sus distintos componentes, tanto en dirección vertical como en dirección horizontal.

En el Neuquén, la frecuencia de restos de dinosaurios y de árboles fósiles, demuestra que se trata de depósitos terrestres, mientras que en Comodoro Rivadavia no sabemos nada seguro al respecto, aunque muy probablemente debe tratarse también de sedimentos continentales como en aquellos parajes al norte y oeste de Comodoro Rivadavia, donde se los conoce desde hace tiempo como areniscas abigarradas (Ameghino) o formación de dinosaurios (Roth). Sin embargo, pudiera suceder que los estratos atravesados en los sondeos, incluyendo las capas petrolíferas, pertenezcan todos a una serie marina o de agua salobre, cuya parte inferior, al menos, se debería considerar como equivalente del Cretáceo superior (1). Según sea el punto de vista que

(1) Está hoy (1918) perfectamente averiguado que se trata de sedimentos marinos con *Lahillia Luisa* del Senoniano.

se considere, la cuestión del petróleo se presenta muy diferente. Pero, en todo caso, los dos problemas principales a resolver son: el origen del petróleo y la presencia de dislocaciones en el subsuelo que no se dejan reconocer en la superficie.

Trataremos primeramente la cuestión del petróleo en el caso supuesto de que los estratos petrolíferos de Comodoro Rivadavia sean depósitos continentales y que pertenezcan a la serie de las areniscas abigarradas.

En el centro del Neuquén se puede observar la base de estas areniscas, mientras que en la región de las mesetas patagónicas no afloran o, mejor dicho, no se ha encontrado hasta ahora, inmediatamente debajo de ellas, rocas que puedan ser consideradas con seguridad como más antiguas. En el Neuquén, en una región elevada, la denudación se ha ejercido en una superficie considerable sobre los terrenos que constituyen el fundamento de las areniscas abigarradas; en la región de Comodoro Rivadavia, la cubierta de las supuestas areniscas continentales ha sido conservada en gran extensión por encontrarse a un nivel más bajo.

Si las areniscas abigarradas son en todas partes formaciones terrestres cabe suponer que el petróleo ha venido de más abajo y sus yacimientos principales deben encontrarse en formaciones más antiguas, de tal modo que el problema a resolver es, justamente, el hallazgo de esos horizontes petrolíferos, que serían primarios. Para ello, en primer término, es necesario averiguar en el territorio del Neuquén, donde las condiciones son más favorables, en qué horizontes se encuentran los yacimientos de petróleo primarios y, partiendo de los resultados obtenidos en estas investigaciones, debe tratarse, en segundo término, de establecer la probable procedencia del petróleo patagónico.

La zona del centro y este del territorio del Neuquén está caracterizada por la discordancia con que descansan las areniscas abigarradas sobre una superficie de denudación; mientras que en la región andina los sedimentos neríticos del Neocomiano, pasan hacia arriba por intermedio de un horizonte de yeso muy espeso a las areniscas rojas del Cretáceo superior.

La superficie de denudación mencionada indica un cambio brusco entre condiciones marinas y continentales y, de la concordancia de las formaciones cretácicas en el geosinclinal andino, se deduce una transición paulatina entre condiciones marinas y litorales.

Por otra parte, las areniscas cubren en el Neuquén sedimentos

más antiguos, dislocados. Los movimientos sincrónicos y posteriores de la era mesozoica han sido en la cordillera mucho menos acentuados y, más bien, regionales.

Finalmente, las areniscas abigarradas tienen más espesor que los depósitos correspondientes del geosinclinal andino y, en conjunto, los materiales que las componen son más gruesos; deduciéndose de todo ello, como un primer hecho de importancia primordial, que las areniscas abigarradas se han formado en una región más elevada que la de la cordillera, en la época del Cretáceo medio y superior, y, por lo tanto, el material que las constituye no ha podido venir del oeste, o sea, de la región del geosinclinal andino.

Muy probablemente, esta formación terrestre se ha depositado en las latitudes del Neuquén, entre la faja del geosinclinal andino al oeste y noroeste y un área continental antigua de cierta elevación y sujeta a la denudación en el este y nordeste.

El perfil geológico del cerro Belgrano, delante del borde oriental de la cordillera patagónica (lago Pueyrredón), pone de manifiesto areniscas cubiertas por estratos del Terciario y consideradas como areniscas abigarradas descansando en discordancia sobre sedimentos fosilíferos del Neocomiano marino, es decir, que pueden admitirse las mismas relaciones que en el centro y este del Neuquén.

Para reconocer de una manera aproximada la posición del borde occidental del antiguo continente se puede ligar los afloramientos más occidentales de las rocas precámbricas o paleozoicas en el norte de la Patagonia, cuya línea corre desde el curso inferior del río Chubut, hacia el norte y noroeste pasando al oeste de Valcheta y de la Pampa Central. Al este de esa línea, arriba de los esquistos y grauvacas antiguos, muy dislocados y perforados por extensos macizos de granito, sólo se encuentran sedimentos marinos del piso de Roca, así como depósitos todavía más modernos con extensos mantos de basalto, mientras que al oeste y sudoeste de dicha línea afloran, hasta el borde oriental de la región andina, la mayor porción de las areniscas abigarradas.

Como en la cordillera patagónica la facies de las rocas mesozoicas cambia y, además, los sedimentos están fuertemente plegados, la región supuesta petrolífera que nos ocupa queda reducida a una larga zona que se extiende desde el norte del Neuquén hacia el golfo de San Jorge, comprendiendo una gran parte del curso del río Limay.

Nada extraño sería que el antiguo continente se haya extendido

hacia el sudoeste más allá de Valcheta y, por lo tanto, sería necesario buscar más al sur, a lo largo del borde oriental de la cordillera patagónica, la zona que nos preocupa, sin olvidar la posibilidad de que en ella misma se hayan producido movimientos regionales posteriores al depósito de las areniscas abigarradas, seguidos por la denudación de superficies más o menos extensas; pero, sea lo que fuera, para averiguar la procedencia del petróleo y formarse una idea de su distribución hay que comparar, en primer término, los perfiles del centro del Neuquén, con los de la región de Comodoro Rivadavia.

La serie mesozoica de la cordillera principal se compone de sedimentos marinos y continentales destacándose entre los primeros, depósitos de facies profundas que indican transgresiones de mayor importancia, como son las del Liásico inferior, la del Liásico superior hasta el Dogger inferior, la del Caloviano y, por fin, la más extensa que abarca desde el Kimmeridgiano hasta el Titoniano, para terminar con los estratos marinos del Hauteriviano-barremiano, mientras que los depósitos continentales pertenecen al Liásico medio, al Dogger medio y al Oxfordiano y Kimmeridgiano inferior. A esto hay que agregar algunos horizontes de yeso en el Dogger medio hasta superior y en el límite entre el Caloviano y Oxfordiano o representando el Oxfordiano mismo, que denotan regresiones pasajeras del mar.

Ya hay indicios de la existencia de petróleo en la fracción inferior de la serie mesozoica, pero todos los afloramientos más importantes de este mineral, incluyendo los de asphaltita, están situados en la zona marginal del geosinclinal andino, es decir en aquella región donde la facies profunda de las distintas transgresiones pasa a facies nerítica y litoral. No se conoce en detalle la extensión de las transgresiones mesozoicas hacia la Pampa Central y el norte de la Patagonia, pero de los datos existentes se desprende que la transgresión del Kimmeridgiano-titoniano ha sobrepasado hacia el este a las anteriores y sus sedimentos están presentes en la superficie o escondidos en profundidad allí donde existen afloramientos de petróleo y de asphaltita, siendo, a no dudarlo, estos pisos los que mayor importancia tienen para la cuestión del petróleo.

En la región de Covunco el petróleo brota de los depósitos neríticos del Valanginiano hasta el Hauteriviano inferior en el único punto donde este piso aflora como representante de la parte más inferior de toda la serie mesozoica, mientras que en la falda oriental del cerro Lotena se observa que procede directamente de los esquistos bituminosos del Kimmeridgiano superior y del Titoniano inferior.

Estos dos puntos, Covunco y cerro Lotena, se encuentran en la orilla occidental de los depósitos de areniscas abigarradas y si se puede estudiar dichas capas es debido a la denudación que en esos lugares ha ejercido su acción hasta las capas más inferiores. La discordancia mencionada en la base de las areniscas abigarradas es el indicio de movimientos anteriores que en Covunco se revelan tan sólo bajo la forma de un débil plegamiento intercretácico; pero, además, el estudio de los perfiles del cerro Lotena y de la Barda Negra demuestra los efectos de varias dislocaciones más antiguas dentro de la serie mesozoica.

El rumbo de los estratos es, en todas partes, de sudoeste a noroeste, desviándose así sensiblemente del rumbo norte-sur que rige para los pliegues producidos por los movimientos del Terciario en los cordones andinos.

La zona, que comprende Covunco (con la sierra de la Vaca Muerta), la Barda Negra y el cerro Lotena y que coincide, aproximadamente, con la zona de transición entre las areniscas abigarradas al este y las areniscas rojas sincrónicas del geosinclinal andino al oeste, ha figurado varias veces durante la era mesozoica como un umbral más o menos ancho que ha sido definitivamente denudado durante el Cretáceo, pero que hoy todavía separa la región andina de las mesetas patagónicas.

Este umbral, constituido en parte por rocas cristalinas (granito) y rocas mesozoicas, en su mayor parte continentales, depositadas varias veces en anticlinales decapitados posteriormente por la denudación, ha sido traspasado hacia el este y sudeste por la transgresión del Kimmeridgiano-titoniano y de la consecuente extensión de la transgresión hacia la región patagónica, resulta un hecho primordial para el problema del petróleo, pues más al norte la faja petrolífera se estrecha y está limitada a la zona costanera relativamente reducida del mar Kimmeridgiano-titoniano mientras que en el Neuquén y la Patagonia podemos suponer relaciones correspondientes sobre una superficie mucho mayor.

La transgresión del Liásico superior (capas de *Vola alata*) y la del Dogger inferior (zona de *Ludwigia Murchisonae*) han alcanzado también la región del cerro Lotena, habiéndose encontrado en parte sedimentos todavía más al sur, en Piedra Pintada, y afirmado, además, la existencia de capas liásicas en El Cuy, es decir en el terreno patagónico (Rovereto). Aunque no se puede negar su extensión considerable, hay que tomar en cuenta la diferencia general de caracteres

que existen entre las transgresiones inferiores de la era mesozoica y la del Kimmeridgiano-titoniano-berriasiano. Aquellas son inundaciones del borde del continente del Gondwana con faunas muy parecidas a las homotáxicas de Europa, mientras que en la última se ha establecido un régimen muy distinto, apareciendo una fauna que, aunque bien caracterizada por géneros y especies propios, se asemeja mucho a las formas encontradas en los estratos correspondientes que rodean la mitad meridional del Pacífico y se extienden hasta el Himalaya.

Este régimen ha continuado durante todo el Cretáceo inferior, y donde se encuentran sedimentos neríticos y litorales de esa época puede también suponerse la existencia del Titoniano en profundidad; mientras que los rastros de las transgresiones anteriores no dicen nada respecto de esa continuidad de régimen.

De este punto de vista deben juzgarse los fósiles jurásicos que se afirma haber encontrado en varios puntos de la Patagonia, en la zona misma de las areniscas abigarradas o en su vecindad, como ser el que se encuentra en los alrededores del lago Fontana que, según Burckhardt tal vez sería del Jurásico superior o Cretáceo inferior; el que se encuentra en el valle del río Tecka, afluente meridional del río Chubut y, finalmente, el de la isla Quintana, en la costa norte del golfo de San Jorge, donde también, según Ameghino, se ha encontrado amonitas grandes (1).

Hay muchas probabilidades de que se trate de sedimentos del Jurásico superior más bien que de sedimentos más antiguos, pero, desgraciadamente, las impresiones de amonitas del río Tecka son indeterminables y las de la isla Quintana se han perdido. Sea lo que fuera, en ambos casos hay que presumir que las transgresiones han venido del oeste y del sudoeste extendiéndose hacia la antigua masa continental denudada más tarde, durante la formación de las areniscas abigarradas.

No hay duda de que el indicio de mayor valor sería la comprobación de la existencia de fósiles jurásicos o neocomianos en la isla Quintana; pero, por el momento, es imposible salir del terreno de las hipótesis.

Faltan casi totalmente los datos que permitan averiguar la exten-

(1) Las investigaciones directamente realizadas después (1918) para averiguar esta última cuestión, han demostrado que no existen sedimentos marinos en la isla Quintana, la cual está compuesta de rocas eruptivas y sus tobos.

sión del continente de Gondwana o, más bien dicho, de fijar su borde occidental en las épocas de las transgresiones jurásicas, no siendo suficiente para ello la existencia de los estratos inferiores de la serie de Gondwana en las islas Malvinas. Tampoco es un apoyo seguro el hallazgo de *Estheria mangaliensis*, efectuado hace algunos años cerca de San Julián en tobos de pórfido cuarcífero y, además, sin contar con que se trata de un hecho aislado, podría suceder que esa *Estheria* no sea la especie conocida del Rético, sino una especie del Cretáceo inferior (piso de Weald).

Por todas estas razones, no se puede sino resumir lo que se sabe sobre los perfiles de Comodoro Rivadavia y poner de relieve cuál debe ser en adelante la tarea del geólogo, siempre en el caso supuesto de que las capas petrolíferas pertenezcan a la serie de las areniscas abigarradas.

En los perfiles de Comodoro Rivadavia, obtenidos en su mayor parte por perforaciones, puede distinguirse convenientemente, de arriba hacia abajo, tres grupos de sedimentos que son: 1° Los sedimentos del Terciario medio hasta inferior; 2° Un grupo de depósitos arcillosos y areniscas con fósiles marinos o de agua salobre; y 3° La sucesión de depósitos arenosos considerados como areniscas abigarradas.

Todas las manifestaciones de petróleo se observan en los capas de este tercer grupo, cuyo espesor es desconocido pero que — por analogía, comparándolo con el de las areniscas abigarradas del Neuquén, en la zona exterior de sedimentación, — debe ser considerable.

El segundo grupo puede pertenecer al Cretáceo superior, representando, tal vez, los estratos con bivalvos del Senoniano que conocemos en el borde oriental de la cordillera patagónica, al norte del estrecho de Magallanes.

Entre el segundo y el primer grupo existe, casi seguramente, una discordancia de erosión, pero nada se puede afirmar respecto del límite preciso entre ambos.

Como roca más antigua, en los alrededores de Comodoro Rivadavia, podemos considerar el pórfido cuarcífero que aflora sobre una gran extensión en la costa de la mitad septentrional del golfo de San Jorge, hacia la bahía de Camarones y el cabo Raso, siendo de verdadero interés la determinación de su edad.

Hay a ese respecto cuatro probabilidades: la roca ha sido formada durante el Paleozoico inferior, pertenece a la serie de Gondwana, forma parte de los estratos jurásico y neocomianos, o bien, finalmente, debe incluirse entre las areniscas abigarradas.

No hay razones de mayor peso en favor de la primera hipótesis. Si la *Estheria* de San Julián indica la existencia del Rético, la presencia del pórfido en la serie de Gondwana quedaría comprobada, mientras que si indica el piso Wealden, lo que es muy improbable, se trataría de una roca del cretáceo más inferior, siendo de notar que los sedimentos mesozoicos de la zona andina contienen gran cantidad de pórfido. Pero varias circunstancias hacen más probable que la mayoría de los pórfidos de la Patagonia están incluidos en la sucesión de las areniscas abigarradas. En el Neuquén, esas areniscas están constituidas esencialmente de materiales derivados de pórfidos y porfiritas en tal escala y de tal modo, que no se puede pensar en su procedencia de rocas más antiguas. Al mismo resultado ha llegado Roth en la Patagonia, resultando de sus comunicaciones que rocas eruptivas (muy probablemente pórfidos y porfiritas) toman parte, en gran cantidad, como roca maciza y toba en la constitución de las areniscas abigarradas (vista publicada, p. e., de la formación de dinosaurios cerca de Black Eye en el río Chubut). Además, hay que observar el hecho de que los grandes mantos de pórfidos cuarcíferos están rodeados en los afloramientos por las areniscas abigarradas o, por lo menos, limitadas por ellas en un lado. Una investigación prolija resolvería pronto esta cuestión de gran importancia.

Si admitimos, como primera hipótesis de trabajo, esta manera de ver las cosas y la existencia de estratos del Jurásico o Neocomiano en la isla de Quintana, debe suponerse una zona de dislocaciones entre ellos y la costa cercana, lo que no sería de extrañar por el solo hecho de encontrarse dicho yacimiento tan aislado y tan afuera de la región andina. En este caso, se trataría de movimientos posteriores a la formación de las areniscas abigarradas y anteriores a la sedimentación de las capas inferiores del Terciario.

Ya del perfil de la costa patagónica de Ameghino, entre el cabo Vírgenes y el río Negro, se puede deducir que han habido movimientos en el intervalo de tiempo entre el depósito de las areniscas abigarradas y la formación de los sedimentos del Terciario inferior. En la vista ya mencionada de Roth, de Black Eye en el río Chubut, se los reconoce con seguridad: en aquel punto los depósitos de la « formación patagónica de transición » que contienen al menos restos de la fauna de *Pyrotherium*, yacen en posición casi horizontal y con corte nítido sobre las capas ligeramente dislocadas de la formación de dinosaurios. Además, suponiendo dislocaciones preterciarias, se explicaría desembarazadamente el afloramiento de las areniscas abigarradas en

la costa patagónica más al sur, entre los ríos Deseado y Seco, y entre San Julián y el río Chico la distribución de los sedimentos marinos del piso de San Jorge, como la existencia del Rético cerca de San Julián, debajo de capas terciarias de poco espesor; y no debe olvidarse, por fin, que la existencia de estratos de Gondwana plegados y fracturados en las islas Malvinas constituyen, tal vez, un problema de a misma índole.

En el subsuelo de Comodoro Rivadavia se podría también interpretar la irregularidad de distribución de los niveles del agua, del gas y del petróleo, como indicio de dislocaciones que no se reconocen en la superficie. Además, comparando los perfiles de los sondeos en grupos de pozos vecinos, se ve que la irregularidad en la distribución de ciertos horizontes como, por ejemplo, en la de la arcilla colorada, característica generalmente entre 150 a 250 metros debajo del nivel del mar, sobrepasa mucho el grado que se puede esperar en una serie de origen terrestre, donde los diferentes componentes cambian continuamente en dirección horizontal y vertical.

Estas conjeturas condicionales y preliminares conducen a varias conclusiones importantes para la cuestión del petróleo, a saber: 1ª si los estratos petrolíferos pertenecen verdaderamente a la serie terrestre de las areniscas abigarradas, los yacimientos actualmente explotados deben ser secundarios; 2ª si hay dislocaciones en el subsuelo, éstas pueden influir sobre la distribución y acumulación del petróleo y del gas; 3ª si hay discordancia entre la cubierta de los sedimentos terciarios y los estratos más antiguos, las formas tectónicas de la superficie, caracterizadas por bóvedas o cúpulas sumamente rebajadas, constituyen solamente un amoldamiento posterior y no coinciden perfectamente con las dislocaciones en profundidad; 4ª si el petróleo ha venido de abajo, sólo se puede suponer como yacimiento primario, el que está contenido en los sedimentos del Jurásico superior hasta Cretáceo inferior, como en el Neuquén; y 5ª si es así, se puede suponer la existencia de fallas preterciarias que conduzcan el petróleo desde el horizonte primario a las areniscas abigarradas, también en el caso que el pórfido cuarcífero de cabo Raso y del golfo de San Jorge se extendiera hasta el subsuelo de Comodoro Rivadavia.

La segunda hipótesis, es decir, la suposición de que las capas petrolíferas de Comodoro Rivadavia sean horizontes primarios, nos impone consideraciones geológicas completamente diferentes. Entonces, los estratos que encierran el combustible formarían parte del Cretá-

ceo superior, con facies marina o de agua salobre. La única región con la que se podría comparar la serie de los estratos del subsuelo de Comodoro Rivadavia, sería la que se encuentra a ambos lados del Estrecho de Magallanes y quizá su continuación hacia el norte, en dirección al seno de la Última Esperanza, en territorio chileno. Desgraciadamente, todavía no ha sido posible encontrar entre los fósiles procedentes de los sondeos de Comodoro Rivadavia, uno que permita establecer la presencia de capas equivalentes a los estratos con *Lahillia Luisa* del cerro Cazador o a las capas amonitíferas del Senoniano más inferior.

Suponiendo, por el momento, que el subsuelo de Comodoro Rivadavia, a partir de 200 a 300 metros de profundidad, esté constituido por sedimentos marinos del Cretáceo superior correspondientes al Senoniano del estrecho de Magallanes, tal vez con facies diferente, la primer tarea general del geólogo sería averiguar los límites de los estratos marinos hacia las areniscas abigarradas sincrónicas, pero de origen terrestre, que afloran en las regiones vecinas de Comodoro Rivadavia.

La distribución de los sedimentos marinos del piso de San Jorge, en una faja bastante definida a través de los territorios del Chubut y Santa Cruz hacia el estrecho de Magallanes, descrito por Windhausen en un trabajo que será presentado en esta reunión, permite presumir una zona de inundación anterior.

De las investigaciones geológicas efectuadas en los últimos años en los alrededores de Punta Arenas, resulta que el Terciario del estrecho de Magallanes yace en discordancia, en parte tectónica, sobre los estratos senonianos. Todavía no se ha reconocido allí con seguridad la presencia del Terciario más inferior equivalente al piso de San Jorge. En todo caso hay un hiato bien grande entre el terciario y el cretáceo. También a este respecto coincidirían, pues, las condiciones generales en ambas regiones, basándonos en las suposiciones que tiene como punto de partida la segunda hipótesis. El espesor aparentemente muy grande de las capas que constituyen el subsuelo de Comodoro Rivadavia no impide, de ningún modo, considerar como sincrónicos, los depósitos situados al lado del estrecho de Magallanes.

Sean cuales fueren las verdaderas relaciones geológicas de Comodoro Rivadavia, de esas consideraciones surge la contribución que los estudios geológicos pueden y deben aportar a la resolución del problema de la explotación del petróleo, problema esencialmente regional que debe aclararse, ante todo, por el método sintético.

Respecto a las primeras investigaciones especiales que tienen que resolver el problema, se presentan las siguientes tareas: 1ª averiguar si hay estratos jurásicos o neocomianos en la isla Quintana y hasta dónde se acercan las areniscas abigarradas terrestres a Comodoro Rivadavia; 2ª investigar si las capas que encierran el petróleo contienen fósiles marinos del Cretáceo superior; y 3ª averiguar si hay dislocaciones mayores en el subsuelo que no se reconocen en la superficie.

Al mismo tiempo, se iniciarán los estudios regionales, siempre de duración mayor, cuyos resultados servirán para orientarse sobre la posible extensión de los estratos petrolíferos en el subsuelo. Como en todos los casos es necesario el estudio detenido de la estratigrafía y distribución de las areniscas abigarradas y del piso de San Jorge en sus diferentes afloramientos en el territorio del Chubut, las dudas que surgen de las diferentes interpretaciones hipotéticas no influyen sobre los trabajos en el primer tiempo. Si el Jurásico o Neocomiano existe en la isla Quintana, las investigaciones se dirigirán preferentemente a la zona comprendida entre Comodoro Rivadavia y el sudeste del territorio de Neuquén; si hay fósiles senonianos en la serie de los estratos petrolíferos, el campo principal de los estudios será el centro y el sudeste del territorio de Santa Cruz. Para averiguar si hay transición de las areniscas abigarradas al Senoniano marino (y Turoniano) se presta bien la zona marginal de la cordillera patagónica, desde el lago San Martín hacia el sur.

Entre tanto, de lo que no puede dudarse es de la conveniencia de hacer intervenir la investigación geológica, y séame permitido, para terminar, insistir una vez más sobre los importantes servicios que ella está destinada a reportar en la determinación de nuestras riquezas naturales, a la vez que recordar lo que importa para una nación el fomento de esas investigaciones científicas, desgraciadamente no suficientemente apreciadas por gobernantes y legisladores.

Cuando Ameghino publicaba sus perfiles de la costa patagónica o cuando Burckhardt hacía sus primeros perfiles a través del geosinclinal andino, para no citar sino dos ejemplos, perseguían propósitos puramente científicos de cuyas finalidades no dudaban, pero estaban, sin embargo, muy lejos de pensar que, años más tarde, sus trabajos podrían llegar a servir de puntos de apoyo en la dilucidación de una cuestión de tanta importancia práctica para la república, como la que ha sido objeto de esta disertación; y cuántos otros puntos de apoyo encontrados en estudios científicos de orden geográfico, paleontológico-

co o estratigráfico, realizados dentro y fuera del país, sirven y servirán al mismo fin.

Vosotros conocéis mejor que nadie la verdad de esta ya vieja observación y sería bien ocioso citar más ejemplos para hacer resaltar, como lo decía al principio, las consecuencias siempre fecundas que en el orden material tienen los estudios científicos.

Felicitemos, pues, a la Sociedad Argentina de Ciencia Naturales, y exhortémosla a proseguir sus patrióticos propósitos. ¡ Que esta reunión sea la piedra fundamental de un futuro edificio en que se albergue la ciencia argentina y de donde irradian en el futuro los ingentes beneficios que esa obra está destinada a reportar !

Particularmente, en lo que a geología se refiere, cumplo con el grato deber de recordar que el impulso que ha recibido en el país en este último tiempo, es debido a la acción inteligente y eficaz de un grupo de geólogos extranjeros, cuya presencia en este certamen constituye una prueba más de la simpatía y del cariño con que desarrollan su labor, bajo la sabia dirección inmediata de su jefe, el doctor Juan Keidel.

Por fin, antes de declarar inaugurados vuestros trabajos, cúpleme expresar el sentimiento con que compruebo la ausencia, en esta sección, de uno de los hombres a cuyos patrióticos empeños debe la ciencia geográfica argentina, en este último tiempo, manifestaciones de notable adelanto. Me refiero al coronel Benjamín García Aparicio, arrebatado demasiado temprano a la ciencia y al país, y quiero, al recordar su memoria, agradecer al Instituto Geográfico Militar, que él dirigía, la decidida buena voluntad con que ha contribuido a la obra del relevamiento geológico-económico de la república, emprendido por la repartición que tengo el honor de dirigir.

BOSQUEJO GEOLÓGICO DE LA PROVINCIA DE TUCUMÁN

Por GUIDO BONARELLI Y FRANCO PASTORE

I. Introducción. — II. Bibliografía. — III. Rasgos orohidrográficos. — IV. Composición geológica : 1. Los esquistos cristalinos ; 2. Los esquistos precámbricos ; 3. Las areniscas cuarcíticas cámbricas ; 4. La serie continental mesozoica ; 5. Los depósitos terciarios ; 6. El pampeano ; 7. Las rocas eruptivas. — V. Idea general sobre los principales acontecimientos geológicos.

I

Introducción

Durante el mes de septiembre de 1916 hemos realizado varias excursiones en la provincia de Tucumán por encargo de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales. Ha sido nuestro propósito reunir datos sobre la constitución geológica del territorio tucumano, tratando de completar los conocimientos adquiridos por los pocos estudios parciales realizados aisladamente y en épocas distintas por otros geólogos. Hemos dedicado preferente atención a la parte noroeste, desde el curso superior y orilla izquierda del río Famaillá hasta la margen derecha del río del Loro. Debido a la escasez de tiempo, nuestras exploraciones tuvieron que ser cortas y rápidas, pero gracias al apoyo y a las facilidades que nos ha procurado el señor gobernador, doctor Ernesto E. Padilla, ellas resultaron bastante provechosas.

Los itinerarios del recorrido de la región pueden resumirse en la forma siguiente :

1. Río Famaillá y río Colorado ;
2. Potrero de las Tablas, cerro Áspero y quebrada de Lules ;