

## LA RELACION ENTRE GEOLOGIA Y GEOFISICA

por el prof. L. U. SITTER

Del Instituto de Geología de la Universidad de Leiden, Holanda

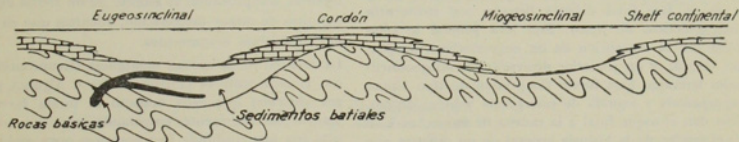
traducido especialmente para el Boletín, por el prof. G. Scandone, de *ISAV Review of World Science*, vol. v, No 1, enero 1963).

por todas partes en el territorio ilimitado de la ciencia, los límites entre dos o más áreas son vagos y mal definidos. A menudo, una nueva disciplina se establece en estas regiones fronterizas. Esto ha sucedido, de hecho, en la zona de sombra entre las ciencias exactas de la Física y de la Química, por un lado, y la ciencia natural de la Geología, por el otro: la *Geofísica* es el resultado. Los éxitos y avances espectaculares de las últimas décadas en la investigación geofísica sobre la estructura de la corteza, manto y núcleo de la tierra por métodos sísmicos y otras técnicas modernas, como la medida de la edad de rocas y de minerales por métodos isotópicos; la investigación experimental de asociaciones y conversiones de minerales; medidas paleomagnéticas, han probado que el desarro-

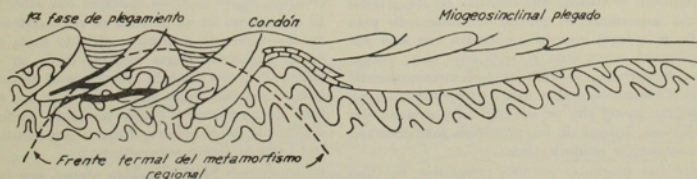
llo futuro de nuestro conocimiento acerca de la superficie de la tierra será profundamente influido por el desarrollo de la investigación geofísica.

Desde un punto de vista puramente geológico, visto como la descripción de la capa más externa y visible de la corteza terrestre y la comprensión de su desarrollo histórico, estamos confrontados con la gran dificultad del lento avance de nuestro conocimiento detallado, y de la necesidad de reconsiderar y retrabajar la información que ya tenemos.

Nosotros, los geólogos, deberíamos ser capaces de presentar a nuestros colegas, los geofísicos, hechos bien establecidos acerca del desarrollo histórico, y especialmente estructural, de por lo menos gran parte de esta envoltura externa de la tierra, pero desgraciadamente no somos capaces de hacerlo. Aun nuestro conocimiento de las regiones expuestas de la corteza, los continentes, es bastante inadecuado, y el de los fondos oceánicos ha empezado recién.



A



B

Fig. 1 Desarrollo de un orógeno. A: estado geosinclínico. B: primera fase orogénica

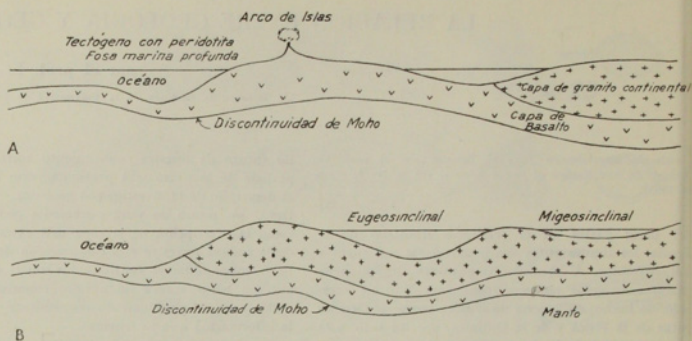


Fig. 2 Orógenos circuncontinentales. A: fuera del continente con Arcos de Islas. B: sobre el margen continental.

Una de las concepciones generales más antiguas en geotectónica es la del geosinclinal que precede un orógeno, una cuenca profunda que se hunde por un largo período y que recibe una gruesa acumulación de sedimentos. Debería recibir tempranamente un influjo de rocas básicas en zonas profundas o abisales, y en su fase final debería llenarse con sedimentos sinorogénicos de *flysch*. Esta idea general se completa con la concepción de un eugeosinclinal temprano, central, y un posterior desarrollo de miogeosinclinales laterales. Una fuerte compresión de tipo alpino acompañada y seguida de emergencia y luego de erosión dan el toque final a la cadena de montañas. Este es el cuadro de la historia general de un orógeno que el geólogo ofrece a su colega el geofísico... ¿Es justificada esta generalización? Quizá no. Conocemos ejemplos de montañas actuales donde ninguna de las características mencionadas de un eugeosinclinal está representada, y nuestro conocimiento de las grandes cadenas montañosas en general es inadecuado para decidir si cadenas que no concuerdan con esto son excepcionales o no. Aun si aceptamos como fundamental la diferencia entre un orógeno intracontinental y uno circuncontinental, y sólo a estos últimos como el orógeno típico, aun en ese caso no podríamos dar un esquema general de los principios fundamentales de su desarrollo geosinclinal.

La próxima pregunta: ¿es una compresión del tipo alpino una propiedad fundamental de una cadena montañosa?, debe ser contestada en forma negativa o con un interrogante. Algunos orógenos están carac-

terizados por movimientos verticales más que por compresión, y aun una compresión fuerte puede estar caracterizada por sobrescurrimientos alpinos o por plegamiento vertical isoclinal. En muchos orógenos los estados metamórficos sucesivos son de importancia primordial, comprobando el ascenso de un frente de temperatura de origen desconocido, mientras que en otros son totalmente desconocidos.

La relación de la cadena montañosa circuncontinental con el continente es también incierta. Algunos geólogos sostienen que cada orógeno se forma fuera del margen del continente, empezando como un arco de islas con una profunda fosa oceánica; otros están convencidos que se originan en el borde del escudo continental. El primer tipo agregaría una nueva franja al continente, el segundo tipo no. Personalmente creo que ambos tipos existen y por lo tanto que algunos orógenos nunca tuvieron conexión con arcos de islas. El crecimiento de un orógeno en sus sucesivos estados de desarrollo está a menudo dirigido hacia el continente, avanzando tierra adentro desde su posición marginal, lo que también indica que el desarrollo del geosinclinal tiene lugar en el continente. Las sucesivas fases de plegamiento tienen la misma tendencia de desplazarse tierra adentro, desde el eugeosinclinal central hacia la región miogeosinclinal.

Recientemente ha sido posible probar, por medio de la determinación isotópica de la edad, que en muchos casos el basamento más antiguo toma parte en el orógeno nuevo y se rejuvenece con el metamorfismo re-

ional, poniéndose así a menudo indistinguible de los sedimentos geosinclinales.

Si volcamos nuestra atención a los rifts, que siendo el efecto de una sollicitación tensional son lo contrario que una cadena montañosa, percibimos que las opiniones de los geólogos son mucho menos controvertibles. La analogía entre el rift del Atlántico Central y los rifts africanos no ha sido nunca desafiada seriamente. Sólo cuando este rift oceánico se toma como un argumento a favor de la deriva hacia el Oeste de las Américas, es que el geólogo puede preguntar por qué un rasgo tensional de quizá un kilómetro puede ser un argumento para cientos de millas de deriva continental.

En el mismo contexto, nosotros los geólogos estamos altamente interesados en el desarrollo de la evidencia sísmica del manto más externo, que no parece ser de naturaleza tan uniforme como se suponía hasta hace muy poco, esta variación, teniendo una definida y demostrable relación con su elevación, como es el caso, por ejemplo, para el Cordón del Atlántico Medio.

Indudablemente los resultados de prospecciones paleomagnéticas sugieren fuertemente una migración de los polos desde el ecuador a su posición actual, y una inferencia consistente en el desarrollo de los continentes americano y eurasiático-africano, sugiriendo que se han separado desde el Cretácico. Sin embargo, el antiguo argumento contra la deriva continental, a saber, que la separación postcretácica de estos continentes pueda tener poca relación con los períodos

orogénicos más antiguos en ambos continentes, se mantiene en pie. Lo cronología es a menudo errada y la alineación de los orógenos está constantemente en desacuerdo con el movimiento postulado. Se está esperando un mayor número de datos, preferentemente en conexión directa con orógenos actuales.

Los métodos de determinación isotópica de la edad se han transformado decididamente en una herramienta muy importante para la comprensión del desarrollo de las series Precámbricas y de los sedimentos recientes del Pleistoceno. Las edades de los principales acontecimientos tectónicos del Arcaico de Escandinavia, por ejemplo, ha retrocedido unos mil millones de años en la última década. El hecho que dos orógenos diferentes, los Suecofennidos y los Karelididos, sean de la misma edad, instará a los geólogos de campo a trabajar en la elucidación de esta aparente contradicción entre los antiguos y bien establecidos hechos y las nuevas evidencias. Parece dudoso que este método moderno de determinación de edad desplace totalmente a nuestros métodos bioestratigráficos, pero será, muy probablemente, una herramienta muy importante en la comprensión de los distintos estados metamórficos que acompañan a la granitización.

La investigación experimental de laboratorio sobre conversiones minerales ya ha confirmado y ampliado las evidencias de terreno acerca de las rocas metamórficas, a tal extremo que podemos confiar que aquí se ha abierto un campo en que la colaboración entre

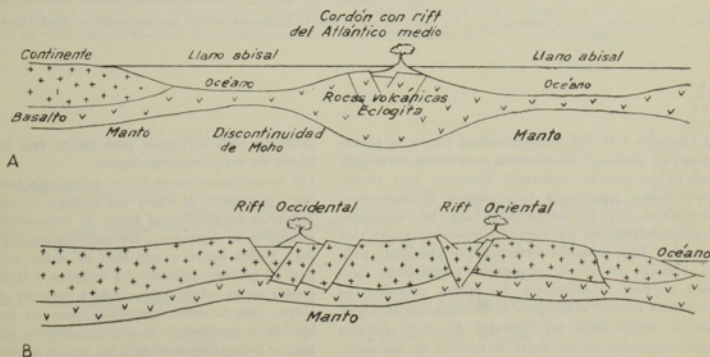


Fig 3 A: El Cordón del Atlántico Medio en el Océano Atlántico. B: Rifts africanos en el continente de África

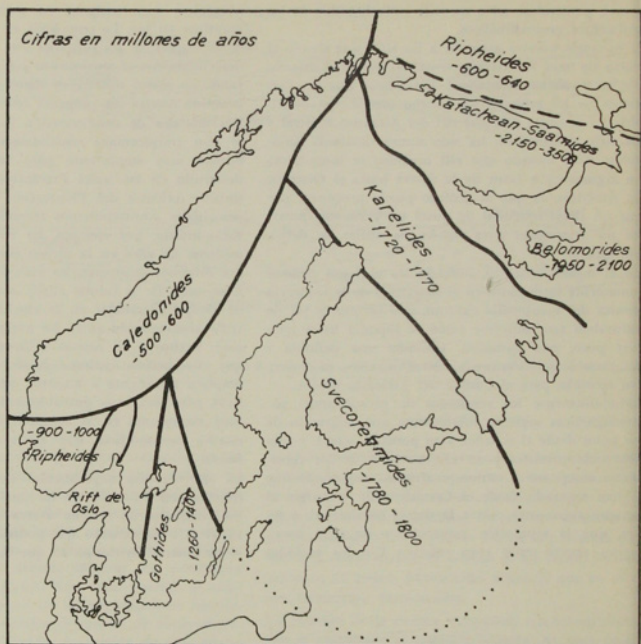


Fig 4 El Escudo Báltico con sus orógenos Pre-Cámbricos datados

La Geología y la Física experimental será muy provechosa. La principal controversia es el orden de magnitud de la presión confinante necesaria para ciertas conversiones, que según la evidencia de terreno es demasiado alta en comparación con los resultados experimentales. Se ha sugerido que esto puede ser debido a la sollicitación tectónica que prevalece, pero el *elemento tiempo* en los procesos puede quizá también explicar la diferencia. La misma dificultad se encuentra cuando se compara la deformación geológica con la deformación experimental de rocas. Ningún experimentador quiere dejar la medida de los resultados de sus experimentos a sus nietos, y aun tal pe-

riodo no sería suficiente para lograr una buena imitación de un proceso geológico.

Las interacciones entre Física y Geología son numerosas y diversas, y el deber del geólogo en esta colaboración es de proveer al físico de información exacta, arreglada de acuerdo a las necesidades del geofísico. Para poder llegar a este tipo de datos, es necesario para el geólogo entender los métodos y la manera de pensar de su colega. Demasiado a menudo el geofísico acepta una hipótesis geológica como un hecho establecido, e igualmente el geólogo tiene la tendencia a aplicar indiscriminadamente los hechos geofísicos como argumento en favor de sus teorías favoritas.