

Pablo Groeber y las posibilidades de una tectónica teórica: explicaciones orogénicas para un refinamiento de la teoría de los geosinclinales

José E. LAZARTE¹

Abstract: *PABLO GROEBER AND THE POSSIBILITIES OF A THEORETIC TECTONIC: OROGENIC EXPLANATIONS FOR A REFINEMENT OF THE GEOSYNCLINES THEORY.*- On the basis of a Pablo Groeber's paper, "Essay on theoretic tectonic and magmatic provinces", from 1927, 30th bulletin of the Academia Nacional de Ciencias, initial theoretic geologic studies are discussed. Clear contributions about the geosyncline theory are emphasized. Conspicuous elements deals with theoretic change in Geology are brought out, while geosyncline paradigm was the dominant one.

Resumen: *PABLO GROEBER Y LAS POSIBILIDADES DE UNA TECTÓNICA TEÓRICA: EXPLICACIONES OROGÉNICAS PARA UN REFINAMIENTO DE LA TEORÍA DE LOS GEOSINCLINALES.*- A partir del trabajo de Pablo Groeber, *Ensayo sobre tectónica teórica y provincias magmáticas* (1927), publicado en el volumen 30 del boletín de la Academia Nacional de Ciencias, se discuten aspectos de los estudios geológicos teóricos en sus mismos inicios, explorando la posibilidad de una geología teórica. Se resaltan aportes esclarecedores que realiza este autor acerca de la teoría geosinclinal.

Se destacan elementos significativos referidos al cambio teórico en las ciencias geológicas en una época en que predominaba el paradigma de la teoría de los geosinclinales.

Keywords: History. theoretic tectonic. geosynclines theory.

Palabras clave: Historia. tectónica teórica. teoría de los geosinclinales.

Introducción

El presente trabajo es una contribución a la historia de la geología de nuestro país. Tiene por objetivo revisar aspectos de los estudios geológicos teóricos en sus mismos inicios explorando la posibilidad de una geología teórica. Al mismo tiempo, se procura encontrar elementos significativos referidos al cambio teórico en las ciencias geológicas en una época en que predominaba el paradigma de la teoría de los geosinclinales.

Para ello se tomó como objeto de estudio el trabajo de Pablo Groeber de 1927 titulado *Ensayo sobre tectónica teórica y provincias magmáticas*, publicado en el volumen 30 del boletín de la Academia Nacional de Ciencias.

Es conveniente aclarar que no se persigue hacer una crítica del trabajo de Groeber, salvo en lo indispensable para cumplir con el objetivo expuesto.

El problema de la formación de las cadenas orogénicas preocupó a los geólogos desde los primeros tiempos de la historia de la Geología. Se ensayaron diversas teorías, como la de Suess, de 1886, de la contracción de la Tierra, o la de Wegener, de 1912, de la deriva de los continentes. Las ideas de Groeber se inscriben en la teoría de los geosinclinales, desarrollada a partir de las ideas de Hall y Dana, surgidas en el siglo XIX pero que recién a partir de la década del '30, en el s.XX, tomaron la forma de una teoría organizada. Esto pone en relieve el trabajo de Groeber como un adelanto notable, según se verá más adelante.

Groeber comienza su trabajo diciendo de qué trata el mismo. Aclara que es un "esbozo de ideas" y que, al ser un ensayo, le es permitido "aducir como pruebas un cúmulo de ejemplos". Se propone tratar el asunto con mayor extensión en el futuro.

El trabajo consta de cuatro apartados principales, *constitución de la Tierra y de su manto silicatado*, *tectónica teórica*, *provincias magmáticas* y *estructura del océano Pacífico y de sus contornos*, los cuales se subtítulan de la misma manera en que se encuentran en el original. En primer lugar se hará una reseña de la obra, con observaciones acerca del significado epistemológico de los temas tratados, para luego discutir los aspectos sobresalientes de la misma, haciendo hincapié en el apartado referido a la tectónica.

Estructura del trabajo

CONSTITUCIÓN DE LA TIERRA Y DE SU MANTO SILICATADO

En este primer apartado se especula acerca de la constitución de la Tierra, especialmente del manto. Comienza con los valores de densidad como argumento: debería haber defecto de masa en los fondos oceánicos pero esto

no ocurre, lo que indica que habría diferente constitución.

Sigue una especulación sobre el valor del gradiente geotérmico donde se ve que utiliza los conceptos de sial y sima como dados o como “términos primitivos” si los vemos en sentido lógico, es decir, no los discute. “... con Suess (y con Wegener) llamamos a estas masas sial”. Concluye que hay una estratificación en la corteza análoga a la que se da entre atmósfera e hidrósfera. En este tópico se maneja con especulación pura (pág. 181). Del estudio del granito y el gabro como prototipos de sial y sima, concluye que la separación no ocurriría tanto por influencia de la gravedad como por el hecho de que la composición gábrica “es en un equilibrio químico sumamente estable”. En el granito reconoce alguna posibilidad de separación por gravedad de donde las pegmatitas – aplitas serían productos de procesos que tienden a restablecer ese equilibrio químico (da algunas observaciones de campo que confirmarían esa especulación). El uso de ejemplos como elemento de contrastación plantea una posible dificultad, ¿hay dependencia de la interpretación de los ejemplos? Aparentemente sí, puesto que ante hechos similares, muchos científicos sacan diferentes conclusiones. Es un problema epistemológico ya señalado por críticos como Feyerabend (Nasif y Lazarte, 2004).

Reconoce que la separación por gravedad sí podría ocurrir en la cámara magmática (a página 188 especula acerca de la existencia de corrientes convectivas en el seno de una masa batolítica). Saca como conclusión que “El resultado final del proceso debe haber sido entonces una separación clara entre el ambiente siálico y el símico... en la parte externa de la corteza terrestre”. Otra consecuencia: el sial no puede extenderse a grandes profundidades ya que se fundiría ascendiendo nuevamente. Prácticamente toda la masa siálica está solidificada.

Las observaciones sismológicas indican un cambio de composición o de densidad a 110- 120 Km. de profundidad que podría corresponder a la separación entre manto gábrico (arriba) y peridotítico (abajo) “ya que el sial no puede alcanzar esas profundidades”

Hace una primera especulación acerca de los geosinclinales: se relacionan a la llegada de material del manto a la superficie por “ventanas en el sial” quedando “costras más delgadas” o “fajas de menor solidez”. La discontinuidad que se observa a 50- 60 Km. correspondería al límite inferior del sial.

A continuación intenta un test “por otro camino” mediante un cálculo matemático considerando Pe, espesor cortical para llegar al espesor del sima debajo de las masas continentales, usando un segundo supuesto- ley: la isostasia.

Vemos en este apartado, el uso de dos conceptos que serán básicos en toda la elaboración: sial – sima e isostasia. Al respecto, Pratt y Airy, en 1855, realizan mediciones de gravedad en zonas de montañas, comprobando un exceso de masa por debajo de los cordones montañosos, compensado en profundidad; pero luego, con los datos en la mano, realizan diferentes interpretaciones (Metz, 1963). Las ideas de Groeber parecen coincidir más con la propuesta de Airy que postula bloques de diferentes espesores pero similar densidad, “flotando” en un substrato de mayor densidad.

La lámina I del trabajo de Groeber (Fig. 1-A), ilustra el tema de la isostasia. Los espesores de sial se calculan con la prueba expuesta a pág. 192, cuyos resultados son de 50-55 km, similar a los resultados de los estudios sísmicos. Se supone un gradiente geotérmico de 2°/100 m. Se ve la posibilidad de adelgazamiento cortical. Se marcan dos discontinuidades a 30-35 Km. (Moho) y a 110-120 Km. Cita el trabajo de Mohorovicic del año 1922. Es de notar que pone “Temp.> a la de fusión” y no “material fundido”, seguramente en atención a las presiones reinantes a esas profundidades.

TECTÓNICA TEÓRICA

Es el apartado más extenso y en el que se desarrollan las principales ideas. Una de las características del estilo del trabajo es la exposición de una hipótesis que intentará refutar. Por ejemplo, a página 194 hace una afirmación fundamental: “... suponiéndose que los continentes tengan tendencia a alejarse de los polos y a agruparse alrededor del ecuador a causa de la rotación de la Tierra ...”, observaciones que ponen al autor al filo de la “conversión” a la teoría rival, hablando en términos kuhneanos. A continuación hace estas objeciones “a las ideas de Wegener”:

- Ni la fuerza centrífuga (sic) ni la masa de los continentes sería suficiente para vencer la resistencia del sima para reemplazarlo.
- “No se ha intentado justificar la formación de sierras y de las protuberancias en la base de las masas continentales” que serían 10 veces más pronunciadas hacia abajo que hacia arriba. El plegamiento (“pensado en sentido horizontal”) sólo sería posible en la zona de contacto entre sial y sima.

Concluye que “los acontecimientos tectónicos no pueden nacer del sial ni de sus movimientos propios o de sus desplazamientos y menos de la contracción”. Postula movimientos en el sima los cuales serían causa de movimientos tectónicos.

Para Groeber, la coincidencia de los geosinclinales con las zonas de plegamiento orogénico indica que son

parte de un mismo proceso. Esto ya fue anticipado por Shuchert, en 1923, quien afirma que “los geosinclinales originan montañas” (in Metz, 1963). Refuta que el hundimiento pueda deberse a acumulación de sedimentos (la corteza es siempre pasiva). Esta es una de las ideas fuertes del trabajo.

Admite que “debe haber” corrientes de convección, tomando el antecedente de Ampferer y haciendo un razonamiento propio sobre la base de la transmisión de calor. Las corrientes de convección son una hipótesis introducida en 1906 por Ampferer (Groeber, 1927, Metz, 1963) como “corrientes magmáticas profundas”. Posteriormente Vening-Meinesz (1934, in Metz 1963) habla de “corrientes en el manto” y recién en 1939, Griggs las incorpora a la teoría de los geosinclinales. Esto hace de las ideas de Groeber especialmente interesantes, tema que se retoma en el apartado de discusión.

La afirmación de que “magma activo puede encontrarse en nuestra época únicamente fuera de la esfera del sial” es un indicio de que Groeber podría haber estado cerca de considerar la existencia de placas litosféricas en sus especulaciones.

El enfriamiento progresivo produce el retiro de las cúspides de las corrientes hacia el interior.

De lo antedicho predice que entre el Cámbrico y el Cuaternario debiera darse una reducción en el ancho de la faja geosinclinal y, a causa de un exceso de calor en la cúspide de la corriente, fusión “en la base del sial”, en la cúspide de la corriente de convección (este refinamiento de la teoría acerca a Groeber al moderno concepto de delaminación). El material así removido engrosa sectores vecinos. Esta pérdida de material relacionada a la cúspide no corresponderá directamente al espesor removido. El retiro de la cúspide de la corriente de convección es una idea importante en esquema de Groeber, como se verá más adelante. El ascenso de masas continentales vecinas produce mayor erosión y mayor afluencia de material hacia la cuenca. De este modo, la formación de la cuenca es independiente de la acumulación de sedimentos en ella.

A partir de las observaciones de las láminas y del apartado II, se puede inferir el siguiente esquema fundamental propuesto por Groeber:

- Traslación del eje de rotación de la Tierra
- Movimientos de sima
- Desarrollo del geosinclinal
- Cambios en la corriente de convección
- Engrosamiento cortical
- Fusión de sial “desde abajo”
- Redistribución de material fundido (magma mesosilícico)
- Restablecimiento de los espesores originales aproximadamente

La fusión de sial mencionada produce mezcla con el sima lo que da lugar a magma mesosilícico. El debilitamiento y posterior retiro de la corriente convectiva marca la “muerte natural de una zona geosinclinal”. Es interesante señalar que el autor realiza aquí predicciones bastante precisas, de qué tipo de rocas deberían encontrarse en zonas donde se desarrolla un geosinclinal (la penetración de material ígneo se debe principalmente a la isostasia), lo que revela su estilo más acorde al falsacionismo que al neopositivismo imperante en esa época para las ciencias naturales. Otra muestra de que nuestro autor es “un adelantado”.

En la lámina II (Fig. 1-B), se observa lo siguiente: formación, composición y estructura esquematizada de un geosinclinal. Groeber aclara que no existiría una sola corriente de convección sino un haz, que se subdividiría en varias corrientes “de ancho menor”. Las fajas de convección obrarían en regiones extensas de sial. Esta ilustración muestra que el geosinclinal está estrechamente ligado a la corriente de convección. También brinda una explicación del engrosamiento cortical y del ascenso epirogénico. Reconoce que la convección puede darse sin la presencia de sial (no entra en tema).

Objeción importante: “, los factores causantes señalados (se refiere a los del geosinclinal) no parecen suficientes, ni tener un radio de acción de bastante alcance para producir la reducción extraordinaria del ancho de un geosinclinal durante la fase orogénica y acaso menos aún la elevación grande de las zonas plegadas arriba del nivel del mar”. Agrega otro factor: “las depresiones en el sima (necesarias para las protuberancias hacia abajo en el sial) “obran solamente en las regiones del geosinclinal” y son temporarias.

Sigue un razonamiento que lo lleva a afirmar, previo descarte del enfriamiento terrestre, que “los plegamientos orogénicos están ligados a una traslación del eje de la Tierra”, pero deja esta hipótesis sin explicación. Introduce una hipótesis *ad hoc* de “las influencias cósmicas”. El elipsoide de rotación debe ajustarse a la nueva posición del eje lo que producirá el desplazamiento de material del sima. Es posible que para un “fijista” sea más aceptable dar una categoría legaliforme a esta hipótesis, mucho más que para un “movilista” quien carece de puntos fijos de referencias.

Wegener, al exponer su famosa hipótesis, también hace referencia a la “deriva polar” (Wegener, 1926)

considerándola “superficial” es decir, signada por los movimientos continentales sin que implique cambios en el eje terrestre. Sin embargo, no descarta cambios en el eje de rotación. Wegener parece inclinarse por la aceptación de fuerzas relacionadas a la rotación o cambio del polo, pero al final del capítulo dice solo estar seguro de que las fuerzas de la deriva son las que producen los cordones montañosos, sin definir si son causa o efecto. En otros puntos cita trabajos que apoyan la idea de que las fuerzas así originadas serían suficientes para mover los continentes, contrario a lo que afirma Groeber a página 205 de su trabajo.

En la lámina III (Fig. 2), se observan dos esquemas. Esquema A: se subdivide en “causas del movimiento” y “deformaciones tectónicas”. Diferencia entre sial y sima rígido y plástico. Explica desde el lado fijista por qué la fosa está de un solo lado, relacionándolo con el movimiento general o global del sima. Se mencionan desplazamientos laterales de sial y sima en estado rígido que, en términos actuales, serían “intraplaca”. “El factor determinante del movimiento orogénico es el descenso de la corriente de convección”. Parece haber contraposición entre datos y teoría. Postula la existencia de dos cadenas de plegamientos en la zona orogénica, con una depresión central, “que será tanto más importante, cuanto más ancho ha sido el geosinclinal”. Esquema B: emplazamiento definitivo de la masa siálica afectada por los movimientos orogénicos. El movimiento epirogénico (“en bloc”) es por defecto de masa en la zona descendente, al cesar el movimiento convectivo. Las intrusiones tienen un papel pasivo en la orogénesis.

Groeber sostiene que las partes rígidas no participan de los movimientos pero las partes móviles se desplazan hacia el nuevo ecuador y se adelgazan en los polos. Cita: “la traslación del sima activo producirá necesariamente una substracción en el material de las corrientes de convección... El resultado será un descenso de la cúspide... necesarias para que se pudiesen formar a su vez los engrosamientos de sial en las zonas de plegamiento orogénico”. En menor escala se verá afectado lo que llama “sima lerdo”, debajo de las masas continentales. Cita: “... cuya mayor viscosidad le impide reemplazar al sima activo con la misma velocidad que éste abandona la depresión, lo que resulta condición para que la depresión o fosa pueda formarse”. ¿Groeber se refiere a la fosa que se forma fuera de la zona orogénica, en el borde del bloque siálico? La lámina III así parece indicarlo ya que, el geosinclinal (o zona orogénica) aparece como ajeno a la fosa, como algo que ocurre en el interior del bloque siálico y no en el límite, como sería en una moderna interpretación. Esta es una diferencia fundamental con la tectónica actual. La fosa a la izquierda del dibujo no queda explicada.

La parte inferior del sial (semiplástica) se desplaza más que la parte superior, más rígida, generando un “subempuje” en términos de Groeber. (Se hace notar que estas observaciones ponen a Groeber cerca de la hipótesis de la deriva de los continentes y cuán fuerte es la apelación a la isostasia).

Con el movimiento de sima predice que el sial “dentro del área de la depresión símica... se deslizará por el declive en el substratum” donde queda implícito un movimiento horizontal de sial. También habla del sima “ejerciendo una presión horizontal” que lo empuja. Cita: “La masa siálica puede ser puesta en movimiento por las fuerzas resultantes de la rotación de la Tierra...” Pero a continuación aclara que “es únicamente a base de la mencionada pérdida de apoyo lateral que puede producirse este movimiento que Wegener adoptó como causa... para su desplazamiento o la migración de sus continentes”. Este desplazamiento horizontal es un factor importante para los esquemas tectónicos de la época, y muestra que Groeber supera el debate entre movimientos horizontales y verticales. Nuevamente el autor se acerca a la hipótesis de la deriva continental.

Menciona otros hechos que podrían (deberían) generar desplazamientos laterales, como separación o apertura de una grieta por donde penetraría una masa ígnea. Nótese que para un mismo hecho cambian las interpretaciones teóricas. Según se lee en Metz (1963), Cloos elabora la teoría del rift en 1939, a la que se podría adherir la propuesta de Groeber, mientras que Willis, en 1928, propone la teoría del ariete (*ramtheorie*) con esfuerzos convergentes y compresivos. Pablo Groeber sería el verdadero interlocutor de Willis, no registrado por la bibliografía posterior a la década del '20.

Las cuencas continentales son atribuidas a lo que llama “semiorogenia”, designando con este término a una depresión “similar al geosinclinal pero atenuada” que produce cuencas siálicas, lo que explicaría la existencia de cuencas continentales en sectores aledaños a un orógeno. “El descenso que sufre la parte superior de la corriente de convección ocasionará consecuencias tectónicas muy parecidas a las de una verdadera zona orogénica, pero éstas se exteriorizarán frecuentemente por fracturación... En fajas semiorogénicas anchas subsistirá la actividad símica pero faltará la actividad eruptiva”. Groeber sitúa este caso en un término medio entre la orogenia y la epirogenia.

Intenta una explicación de los arcos de islas atribuyéndolos a las masas siálicas menores desprendidas que se deslizan “hacia la fosa”. Groeber pretende “haber dado una explicación más satisfactoria de la existencia de las fosas que bordean especialmente el océano Pacífico, que la que expuso Wegener” que fallaría al querer aplicarla al borde americano, pero, en la leyenda de la lámina III no queda explicada debidamente esta presencia. Cita: “En el lado opuesto [al lado de donde viene la corriente símica] podrá formarse, en cambio, tal ranura, porque la corriente símica de las partes profundas y trasladables imprimirán una tendencia de alejamiento de las partes

superiores más o menos rígidas en relación a la isla, lo que no impide que la isla o todo el arco de trozos siálicos siga el movimiento símico. Tales fosas pueden formarse también en el borde de las grandes masas continentales...” Groeber hace referencia a las islas que rodean principalmente el Pacífico y hace extensivo el razonamiento a los continentes, algo que no se aprecia en la lámina III. Aduce que la explicación de Wegener falla en el borde americano y requiere dos explicaciones (sin dar más detalles).

El desarrollo aún incompleto de la propuesta de Wegener fallaría al dar algunas explicaciones pero también es posible que fuera parcialmente incomprendido por Groeber, al menos en todas sus posibilidades.

El autor concluye que cada revolución orogénica reduce la extensión horizontal de las masas continentales y aumenta su espesor. Este proceso se revertirá al “disolverse paulatinamente por fusión” los engrosamientos y al incorporarse este material al borde exterior lateral de la masa continental, restableciéndose la extensión lateral.

La existencia de continentes emergidos es indicio de enfriamiento lento de la Tierra, el que ocurre de manera lenta y continua (radiación normal) y de manera brusca (períodos de migración de los polos y consecuentes corrientes símicas a las que habría que sumar el vulcanismo).

Para explicar la intrusión de grandes masas batolíticas dice que es necesario que se formen fajas de disgregación y disyunción en la corteza siálica.

“Para que se pueda mantener el equilibrio isostático durante estos procesos, la fusión y la erosión deberían mantenerse en una cierta relación: el defecto de masa producido por la erosión debería ser compensado por una mayor velocidad en la fusión de la protuberancia siálica y su reemplazo por material símico”. Al analizar un caso concreto concluye que se establece un defecto de masa y una tensión con tendencia ascendente. Cuando la tensión supera la rigidez se producen pequeños movimientos ascendentes, los llamados movimientos póstumos (parecidos pero no iguales a los epirogénicos). Todo tiende al restablecimiento del grosor normal de la masa siálica. Si se establece una corriente de convección, el sial sería fundido desde abajo, la superficie debe descender y se producirá la cuenca de sedimentación o geosinclinal.

En este marco, las sierras Pampeanas quedan sin explicación satisfactoria pero más adelante vuelve sobre el problema. Retoma el comportamiento de las masas siálicas situadas a espaldas de la faja orogénica y da cuatro razones por las que dicha masas mantienen cohesión con la zona plegada (se observa aquí distancia con la teoría de la tectónica de placas)

- 1)“la masa continental es llevada por el sima de su basamento que se mueve ... hacia la depresión símica ...”
- 2)“por la presión que ejerce el sima en el borde exterior del extremo opuesto de la masa siálica”
- 3)“por la circunstancia de que la masa siálica puede ser afectada o puesta en movimiento por los efectos de la rotación de la tierra a causa de la pérdida de su apoyo lateral producida por la reducción de extensión horizontal de la zona en plegamiento”
- 4)“porque la zona inferior del sial, hasta cierto punto plástica y deformable sin fracturas podrá ser aplastada o reducida en su grosor por el peso de las partes superiores”.

Esto provoca fenómenos tectónicos en la costra rígida, lo que explicaría las Sierras Pampeanas y, por defectos de masa se explicarían las cuencas continentales.

Concluye a pág. 217: “las deformaciones en el sial nacidas en el mismo, su engrosamiento, ya sea tectónico o por acumulación de sedimentos no afecta mayormente al sima de su basamento y no pueden producir un desplazamiento del sima...” “Debe ser el sima el causante”.

“El defecto de masa de las depresiones de las masas continentales sostenible únicamente por un sima indiferente o lerdo, explica, cómo en ellos pueden acumularse cantidades relativamente importantes de sedimentos sin que se produzca... un descenso continuo de las cuencas”. El sima “lerdo” o “indiferente” funciona también como una hipótesis *ad hoc*.

PROVINCIAS MAGMÁTICAS

En este apartado, Groeber especula acerca de la posibilidad del magma de abrirse camino hacia la superficie y concluye que es imposible que el sial ceda en sentido horizontal “porque el desplazamiento debería afectar a toda la corteza”. De este modo, se formarían sierras de decenas de kilómetros de altura, pero el autor no adhiere a la teoría plutónica de la formación de montañas.

Afirma que para que una masa ígnea pueda atravesar parte de la corteza terrestre, es necesario que ocurran fusión o digestión por el magma y agrietamiento de la parte inferior del sial.

Por fusión, en condiciones normales, no sería posible ya que es necesario un exceso de calor en el sima. Si ocurriera un sima sobrecalentado, podría haber fusión pero con un alcance relativo.

En cuanto a la fracturación, sería “permitida” por un adelgazamiento del sial, lo que conduciría al geosinclinal.

La idea fuerte que se maneja es que el sima tiene punto de fusión más bajo que el sial.

“El sial no puede desarrollar actividad magmática propia ..., tal actividad (ocurre) únicamente para la época

más primitiva del Arqueozoico”. (luego cita ejemplos de Mendoza, La Pampa, etc.). Esta afirmación no podría explicar un magmatismo netamente cortical, desde el punto de vista actual, lo que llevaría a discutir la relación existente entre sial y corteza.

“Una perforación del sial por fusión no es posible desde el Proterozoico hasta hoy” lo que implica necesidad de fracturamiento. Luego se refiere a la diferenciación magmática afirmando que “la producción efusiva del magma será en su gran mayoría ácido”.

Las grandes efusiones símicas provendrían directamente del sima. “... las masas continentales atravesadas por el sima deben haber perdido su cohesión a causa de disyunciones que producen hendeduras por las cuales puede ascender el sima”.

ESTRUCTURA DEL OCEÁNO PACÍFICO Y DE SUS CONTORNOS

En este apartado Pablo Groeber trata de aplicar lo expuesto más arriba a un caso concreto.

En una primera apreciación, afirma que Australia y América carecen casi por completo de “shelf, que es sial indudable”. Esta frase remite a los escudos precámbricos como sial seguro, lo que implica una diferencia importante entre sial y corteza.

Considera que “tiene que existir una masa continental sumergida en la región oceánica vecina (a Sudamérica)”. Considera prueba de ello el hecho de que “todas las estructuras del borde del continente terminan a lo largo de la línea de la costa en ángulo oblicuo con dirección NNW y ésta línea es de fecha reciente y corresponde a una disyunción ...”.

Otra afirmación llamativa: “... la agrupación de islas en arcos y todo el aspecto de su distribución insinúa que han sido transportadas y separadas de la masa sílica madre por corrientes de una masa viscosa, por el sima”, afirmación que remite nuevamente a la posibilidad de que porciones de sial sean transportadas por el sima. Groeber nuevamente se coloca cerca de la tectónica de placas.

Las apreciaciones de este apartado revelan las dificultades de la teoría de los geosinclinales, que no alcanza a explicar aceptablemente muchos rasgos y cuando el investigador trata de dar explicaciones, éstas resultan forzadas.

Discusión y conclusiones

El trabajo de P. Groeber se destaca entre lo que se publicaba en la primera mitad del s. XX en nuestro país (1927). Es una época dedicada especialmente a trabajos descriptivos ya que se da a conocer la geología básica de nuestro territorio nacional. Las interpretaciones a la luz de teorías se restringen a la teoría dominante, especialmente sostenida desde los centros principales de investigación que ya habían rechazado “en bloque” las hipótesis de Wegener.

Tampoco es frecuente el estilo ensayístico, si bien aún no se había conformado un lenguaje científico propio de las ciencias naturales, aún alejadas de la física y la matemática. El ensayo es un estilo que ahora no se acepta como propio de las publicaciones científicas.

Pero, este estilo de ensayo en que está escrito el trabajo presenta la dificultad de que el autor no se siente impelido a citar fuentes de las numerosas especulaciones que hace (él mismo lo reconoce en la Introducción del trabajo), como por ejemplo las relacionadas al desplazamiento del eje terrestre.

En este sentido, algunas de las ideas que maneja el autor tienen antecedentes, como por ejemplos movimientos orogénicos y epirogénicos de Stille (1924) que según Metz (1963) están propuestas como términos descriptivos. Cailleux (1964) cita como antecedente más antiguo a Guilbert, quien en 1890 distingue ambos movimientos. Wegener se anticipa a la extensión del fondo oceánico que Hess postularía en los años '60 y cita a R. Schwinner (1919) y a G. Kirsch (1928) como antecesores en la hipótesis de corrientes convectivas. No obstante Pablo Groeber sería el primero en aplicar tan específicamente y con nombre propio, estas corrientes a la teoría de los geosinclinales. Observamos aquí la curiosidad de que Wegener cita un trabajo de 1928 en la edición de 1926 de su libro, un anacronismo cuya explicación escapa a los fines de esta contribución.

Dentro de ese estilo, Groeber utiliza con frecuencia el recurso de exponer una hipótesis (que en realidad no apoya) como si la sostuviera, para, a continuación, exponer la refutación, al mejor estilo popperiano (diríase hoy) pero varios años antes de que el falsacionismo se afiance en la epistemología.

Encontramos entonces los siguientes elementos sobresalientes en el trabajo:

- Tectónica teórica: es posible no sólo la especulación teórica aplicada a la tectónica sino que se puede poner a prueba la posibilidad de hacer una geología teórica. No debe confundirse o tomar este término como una especulación sin fundamentos. Si se logra fundamentar adecuadamente un razonamiento (por ejemplo como hace Groeber), se puede hacer geología sin “ir al campo” o estudiar las muestras o datos analíticos. Sería un

caso análogo a la física teórica fundada en las matemáticas. Sin embargo, habría que ver si esto resulta aceptable para la comunidad que actuaría “árbitro final” del estudio. Este, posiblemente, sería también un componente positivista que influyó en el rechazo a Wegener.

- Discute mecanismos que podrían configurar una posición “intermedia” en el debate entre movi listas y fijistas. Esta disputa nace en la biología como fijismo vs. transformismo, en referencia a las especies vivientes; la que se podría trasladar a la geología, teniendo como criterio los movimientos orogénicos. De este modo, se podría llamar “fijista” a la teoría de los gesinclinales y “movi lista” a la de la deriva de los continentes, lo que ya utilizan autores como Anguita Virella (1983, Epílogo al libro de Alfred Wegener). Si bien en el comienzo se debatía acerca de la existencia o no de fuerzas y movimientos horizontales en los procesos orogénicos, o si éstos se debían exclusivamente a ascensos verticales, rápidamente se pasó a la aceptación de la idea de que existen ambas componentes. Según Cailleux (1964), Steele, en 1925, es el primero en reconocer la existencia de movimientos horizontales. Lo que diferencia a fijistas de movi listas, en el fondo, es la dimensión o escala de los posibles desplazamientos horizontales derivados. En Groeber se ve el esfuerzo que realiza para explicar hechos a la luz de la teoría de los gesinclinales pero se ve obligado a admitir la posibilidad de movimientos a escala global, al menos para el manto terrestre o lo que él llama sima.
- Desde esta perspectiva, hace propuestas sobre la orogenia, donde se reconocen, con otros nombres, elementos de la tectónica global actual, como rift o delaminación.

El concepto de isostasia, que es tomado de manera axiomática en el sentido de ser un punto de partida, resulta fundamental en Groeber. Del mismo modo se observa en otros autores no “fijistas” como el mismo Wegener, lo que autoriza a postularlo como una ley de la geología, con fuerte raigambre en la física.

Groeber utiliza los conceptos de isostasia, sial, sima, oscilaciones del eje de rotación de la Tierra y densidad de las rocas para una propuesta teórica sobre la orogenia que no parece romper el esquema fijista respecto a los continentes pero postula movimientos laterales en el manto terrestre y en la corteza. Sin embargo no va más allá. Queda en una explicación más detallada de las causas del proceso orogénico, en el marco de la teoría geosinclinal, en un intento de transparentar aspectos de “caja negra” de dicha teoría. Usa axiomas y leyes, hipotetiza y compara con ejemplos (obviamente, según su propia interpretación) para llegar a una conclusión (que debiera reconocer como provisoria). Sus hipótesis y modos de razonamiento resultan de gran interés y se adelantan en unos 50 años a las especulaciones sobre tectónica en nuestra comunidad geológica argentina.

Exhibe evidentes y justas aspiraciones de globalidad al pretender haber explicado satisfactoriamente los movimientos orogénicos y epirogénicos.

Se adelanta a la aplicación de las corrientes de convección en la orogenia de una manera esclarecedora. Pero al no publicar en revistas internacionales, no es tenido en cuenta por la comunidad científica de “primera línea”. Esto saca a la luz un problema que podría resumirse en esta pregunta: ¿qué es lo que vale, lo que se publica o dónde se publica? No debe tomarse esto como una apelación al relativismo, pero no cabe duda del fuerte papel que representaría la comunidad en sentido kuhniiano.

Agradecimientos: El autor desea agradecer especialmente al Dr. Florencio Aceñolaza por la generosa cesión de la copia del trabajo de Groeber, como así también por su estímulo a elaborar esta contribución. Este trabajo se realizó en el ámbito de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Lillo de la U.N.T.

Bibliografía

- Cailleux, A., 1964. Historia de la Geología. Biblioteca cultural EUDEBA, cuaderno 112. 104 pp. Buenos Aires.
- Groeber, P., 1927. Ensayo sobre tectónica teórica y provincias magmáticas. Boletín de la Academia Nacional de Ciencias, vol. 30: 177-231.
- Metz, K., 1963. Manual de geología tectónica. Ed. Omega. 328 pp. Barcelona.
- Nasif, N. y Lazarte, J.E., 2004. El desarrollo de las ideas en Ciencias Naturales desde una perspectiva histórica y epistemológica. U.N.T., 142 pp. Tucumán.
- Wegener, A., 1983. El origen de los continentes y océanos (traducción de la edición de 1926). Ed. Pirámide. 230 pp. Madrid.