

La geología en la Argentina

Para analizar hacia dónde se podría encaminar la geología argentina en los próximos diez años, es conveniente partir del hecho de que la disciplina tiene dos caras: es una avanzada ciencia básica que indaga los procesos evolutivos por los que pasó y sigue pasando nuestro planeta; por eso se dice que es parte de las ciencias de la Tierra; y también es una ciencia aplicada, imprescindible para actividades como prospección y explotación mineras y de petróleo o gas, ingeniería civil, manejo de cuencas hídricas, prevención de accidentes por fenómenos naturales como terremotos y erupciones volcánicas, etcétera.

Por otro lado, la geología es poco conocida para el común de la población. Cuando ocurren catástrofes causadas por los procesos devastadores pero normales en la dinámica de la Tierra, como inundaciones o los mencio-

nados terremotos y erupciones volcánicas, la gente mira por televisión con asombro sus imágenes, que le son presentadas como algo inusual y espectacular, mientras un geólogo (a veces) o un periodista intentan describir en dos minutos un complejo fenómeno natural. En esas circunstancias el televidente no suele entender mucho, porque desconoce las nociones elementales de la ciencia geológica, algo poco adecuado en un país tan extenso y diverso como la Argentina.

No hay ambiente natural sobre el que la geología no tenga algo que decir, y no hay que irse hasta los Andes para practicar la geología, pues ella está presente en la geomorfología urbana y los recursos hídricos, la protección del ambiente, el riesgo sísmico y de erupciones volcánicas, la búsqueda y extracción de petróleo y gas, y la prospección y explotación de minerales metálicos y

¿DE QUÉ SE TRATA?

Como ciencia académicamente reconocida, la geología ocupa un lugar importante en universidades y centros de investigación. Al mismo tiempo, la aplicación de sus teorías, métodos de análisis y conclusiones constituye un insumo imprescindible para la actividad económica y el desenvolvimiento de la sociedad.

no metálicos. En el contexto sudamericano, la Argentina partió con ventaja en ciencia geológica básica y aplicada. Pellegrino Strobel (1821-1895), un naturalista italiano, dio la primera clase de geología en el país, en 1865, en el recién creado Departamento de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires.

Hoy diecisiete universidades dispersas por todo el país enseñan geología, no solo las más antiguas, sino también otras más recientes, como la Universidad Nacional del Comahue, la de Río Negro y la de Tierra del Fuego. En casi todas las que lo hacen, también se lleva a cabo investigación geológica en muy diversas áreas de la disciplina, en muchos casos en institutos en que la casa de estudios está asociada con el Conicet. Existen instituciones de doble dependencia de este tipo en numerosas localidades del país, desde Buenos Aires, donde hay tres, y La Plata, donde se desempeña este autor, hasta Córdoba, Tucumán, Mendoza, Santa Rosa y Bahía Blanca, donde hay dos.

Además de la geología domiciliada en el medio académico, existe en la Argentina geología aplicada en instituciones nacionales y provinciales específicas, como el Servicio Geológico Nacional, la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y las comisiones provinciales de minería.

Tanto en el campo científico como en el de las aplicaciones de la geología a actividades diversas se pueden señalar determinadas áreas de la disciplina con menor desarrollo relativo en el país, o incluso desarrollo incipiente y hasta insuficiente para el rumbo tomado por la geología en el mundo o para las necesidades de aplicación que se pueden anticipar en los próximos años. Enumeramos algunas a continuación, sin orden de prioridad.

Áreas de investigación académica

No sorprende, teniendo en cuenta las recurrentes crisis económicas del país, que varias de las especialidades geológicas básicas más rezagadas sean aquellas que requieren instrumental complejo y de alto costo. Entre ellas cabe mencionar a la *geocronología*, la *geología isotópica* y la *geoquímica*. Establecer la edad de una roca, un mineral, un sedimento o un resto orgánico es un dato clave del cual dependen muchísimas disciplinas de las ciencias de la Tierra, e incluso otras ajenas a ellas como la historia y la arqueología. Además de la edad, la medición de distintos sistemas de isótopos permite abordar importantes cuestiones, como el origen de las rocas, la medición de paleotemperaturas en los mares, la acumulación de hielo en los polos, el crecimiento de los glaciares y diversas otras. De la geoquímica, tanto inorgánica como orgánica, puede decirse lo mismo. No hay, sin embargo, ningún equipo en el país que permita realizar análisis

químicos específicos de materiales como los que emplean ablación láser.

Prospección de yacimientos de hidrocarburos

Hay que distinguir la prospección en tierra y la realizada en el mar. En la segunda se registra una clara deficiencia que el sector académico no puede subsanar solo, porque la actividad requiere cuantiosas inversiones, que incluyen el uso de plataformas marinas. Brasil lo viene haciendo desde hace cuatro décadas y adquirió la capacidad de explorar en profundidades no alcanzadas antes con tecnología propia que desarrolló para ese fin. Es conocido que la Argentina no ha dedicado al estudio del mar un esfuerzo proporcional a la extensísima plataforma de su litoral atlántico. Con esta afirmación vamos más allá de los estudios geológicos aplicados a la exploración y explotación de petróleo y gas; nos referimos a todas las ciencias del mar, incluidas la oceanografía física en mar abierto, las corrientes marinas con sus fenómenos geológicos y geoquímicos conexos y hasta la biología marina. En los últimos años se ha incrementado la necesidad de equipar buques oceanográficos para tales fines.

La exploración en tierra, por el contrario, tiene en su haber casi un siglo de trabajo relacionado con la empresa Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF), en la cual se desempeñaron muchas camadas de geólogos que también dejaron su impronta como profesores universitarios. Es así como, por ejemplo, la estratigrafía y la estructura de la cuenca neuquina de hidrocarburos, en la cual se encuentra el yacimiento de lutitas petrolíferas (*oil-shale*) de Vaca Muerta, del que se leen noticias en los periódicos actuales, fue estudiada por geólogos de varias universidades argentinas y descrita en numerosos trabajos científicos. La tecnología de extracción de esa clase de yacimientos es altamente compleja y necesita de fuerte inversión que, de ser movilizadora, no encontraría obstáculos en la falta de personal técnico especializado, aunque existen áreas temáticas que sería necesario reforzar, como la geoquímica orgánica.

Geología ambiental

Las ciencias ambientales constituyen un campo multidisciplinario que no existía hace cuarenta años. Se ocupa de la relación de los seres humanos con el medio, de los riesgos de esa interacción y las formas de paliar sus efectos negativos. Los factores ambientales pueden ser naturales, como inundaciones, avalanchas, actividad sísmica y vulcanismo, o pueden tener causas humanas,

como la deforestación o la contaminación de los suelos, del agua y de la atmósfera, las que en ocasiones agravan los riesgos naturales.

Antiguas ramas de la geología, como la geomorfología y la hidrogeología, tienen muchas aplicaciones directas en la geología ambiental, si bien su conocimiento no ha sido siempre aprovechado por las autoridades, como sucedió en el caso de las inundaciones sobrevenidas en abril de 2013 en La Plata. Ocurrieron en la zona por la que antes corrían los arroyos Regimiento y Pérez, que desembocan en el arroyo El Gato en el área de Tolosa. Hace treinta años, Francisco Fidalgo, profesor de la UNLP que estudiaba la geomorfología del partido del que esa ciudad es cabecera, había señalado el riesgo de la zona en caso de lluvias mayores. Pero el crecimiento urbano sepultó los arroyos, al punto que nadie recordaba su ubicación, y hasta habían quedado en el olvido sus nombres. Muchas ciudades de la llanura pampeana enfrentan similares problemas para planear el futuro de sus desagües.

Los riesgos volcánicos y sísmicos son realidades que tiene que afrontar la Argentina, igual que los demás países andinos, pero no entran en las vivencias cotidianas de la mayoría de la población, que vive en el este del territorio donde esos riesgos son insignificantes. La situación es distinta para quienes habitan en las cercanías de los Andes, pues el más lejano recuerdo de los terremotos que afectaron a San Juan (1944) y Caucete (1977), y las más recientes erupciones de los volcanes Hudson, Chai-

tén y Copahue, ponen sobre el tapete el hecho de que esos fenómenos geológicos se seguirán produciendo en el futuro. Si bien es virtualmente imposible que se llegue a eliminar las causas de esas catástrofes, se puede avanzar mucho en las medidas de prevención que disminuyan los daños. En ese sentido, les cabe a los geólogos y geofísicos una tarea importante de investigación y monitoreo de la enorme región que corre esos riesgos, labor que es a todas luces aconsejable realizar en colaboración con colegas chilenos. Pero a diferencia de lo que ocurre en materia de geomorfología y de hidrogeología, la vulcanología y la geofísica son áreas de carencia relativa de la geología



Sector Vaca Muerta de la cuenca petrolífera neuquina. Las rocas estratificadas datan del período jurásico y son lutitas negras con alto contenido de materia orgánica. La pieza central es roca calcárea y muestra el molde de un fósil de amonite.



Paisaje de la cuenca petrolífera neuquina, en la que se ha localizado una de las mayores reservas mundiales de petróleo y gas en lutitas.



Campo de rocas volcánicas en el sur de la puna.


argentina, sobre todo en relación con la magnitud del territorio que se requiere cubrir.

Explotación minera

La geología de yacimientos tiene menor desarrollo en la Argentina que en el Brasil y Chile, por lo que sin duda es un campo que debería crecer en los próximos diez años. Pero no es seguro que lo haga. El estudio de yacimientos requiere frecuentemente de la geoquímica y la geocronología de minerales y rocas, ramas cuyo déficit de equipamiento se comentó, por lo que la necesidad de invertir en importantes equipos podría constituir una limitación de peso.

Al mismo tiempo, las implicancias ecológicas de una explotación minera realizada sin cuidados ambientales y los perjuicios que ella ha causado en muchos lugares han sensibilizado en buena hora a la población de muchas partes del mundo, incluidas determinadas zonas de la Argentina. Ello impide un análisis sereno de los proyectos y un intercambio constructivo entre todos los interesados. Este, además, se ve obstaculizado por los grandes intereses económicos y políticos que moviliza la minería.

La pregunta clave a responder a propósito de lo anterior es si es posible realizar explotación minera con resguardo ecológico. Conozco muchos colegas que piensan honestamente que ello es factible. En tales circunstancias, hay que distinguir entre el beneficio total de la minería para la sociedad y el beneficio monetario para la empresa explotadora, sea estatal o privada. Es posible que, por comparación con una minería exenta de controles ambientales, en la sujeta a esos controles el primero sea incluso mayor, porque preservar el medio es un beneficio real para todos, pero dichos controles tienen un costo que debe ser pagado, por lo menos en parte, con la reducción del beneficio empresario. Mi opinión personal es que la población merece un debate realizado con altura.

En suma, la geología argentina está en condiciones de realizar investigación académica de calidad internacionalmente reconocida y de formar profesionales para satisfacer la demanda previsible de aplicación de los conocimientos geológicos a las muchas actividades que los requieren. Al mismo tiempo, registra atraso relativo o desarrollo insuficiente en algunas de sus especialidades avanzadas, que incluye deficiencias de equipamiento de alta tecnología o la necesidad de inversiones no menores, como las requeridas por la geología marina para operar embarcaciones de investigación en mar abierto. 

LECTURAS SUGERIDAS

KUMP LR, KASTING JF & CRANE RG, 2009,
The Earth System, 3ª edición, Prentice Hall,
San Francisco CA.



Carlos W Rapela

Doctor en ciencias naturales, Universidad Nacional de La Plata.
Profesor emérito, UNLP.
Investigador superior del Conicet.
Director del Centro de Investigaciones Geológicas, Conicet-UNLP.
Miembro de número de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y correspondiente de la Academia Nacional de Ciencias.