

ARTICULOS

REFLEXIONES SOBRE LA ACTIVIDAD CIENTIFICO-ACADEMICA EN GEOFISICA DE TIERRA SOLIDA

J. Urrutia Fucugauchi*

- Si se le pidiera escoger el aspecto de mayor importancia en la investigación científica, ¿Cuál escogería?
- Comunicación.

Pienso que si todos los logros científicos obtenidos en el transcurso de la historia no se hubieren 'comunicado' sencillamente no tendríamos lo que llamamos 'investigación científica'. Aún mas, si se me pidiera seleccionar uno de los aspectos con mayor impacto en nuestra sociedad, seleccionaría el mejoramiento de los medios de comunicación. Creo que es clara la importancia de la comunicación en ciencia y no es necesario abundar mucho al respecto.

La actividad científica se distingue de la desarrollada en siglos pasados principalmente en tres aspectos: (1) la mayor cantidad de personas dedicadas a la investigación científica; (2) el hecho de considerar la investigación como un trabajo, donde a casi todos los investigadores se les paga por

investigar; y (3) la mayor rapidez con que se puede 'comunicar'.

Reconociendo que el aspecto de la comunicación es de capital importancia en la investigación y dado el continuo incremento de investigadores, la comunidad científica ha adoptado (o se ha visto forzada a adoptar) un sistema de control de la comunicación en la ciencia. Naturalmente, dada la importancia de este sistema, él mismo ha sido ampliamente comentado y discutido dentro y fuera de la comunidad científica (Ziman, 1968). Cabe mencionar que todavía se tienen fuertes discusiones y se está lejos de alcanzar un sistema con aprobación unánime (Price, 1963). La parte central del sistema actual está en las publicaciones periódicas de circulación internacional y en su sistema de evaluación. La cuestión del arbitraje y la censura ciertamente constituyen el aspecto más discutido (ver

* Laboratorio de Paleomagnetismo y Geofísica Nuclear, Instituto de Geofísica, UNAM.

por ejemplo Chambers y Herzberg, 1968; Dessler, 1972; Manheim, 1973; Gordon, 1979; Broad, 1981, Freeze, 1981), aun cuando quepa mencionar que en general se reconoce la necesidad de un sistema de arbitraje. De tal forma que la comunicación formal de investigación de calidad, se acepta, es aquella que es sancionada por el sistema de arbitraje de las revistas de circulación internacional. Sin entrar en más detalles al respecto me gustaría referirme a continuación, al estado de la investigación en Geofísica de Tierra Sólida en México. Estas reflexiones están provocadas por el bajo número de trabajos que en revistas especializadas internacionales son publicados por mexicanos. Ello lleva a la cuestión de que o bien esa no es la manera de 'hacer ciencia' en México y por lo tanto no es un indicador válido de la productividad del investigador mexicano, o bien esa sí sería la forma de 'hacer ciencia', si se pudiera, y el problema es que por alguna razón no se puede.

Debo también mencionar que la situación que me ha llevado a cuestionarme la forma de hacer ciencia en nuestro país incluye muchos otros aspectos que para alguien que trate de iniciarse en las actividades de investigación pudieran representar verdaderos puntos oscuros rodeados de un gran misterio. Teniendo en cuenta que se paga por ser investigador en un Instituto de investigación, pienso que debería tener bien en claro que es lo que se espera de un investigador en México y aún más que es lo que espera México de sus institutos de investigación.

En repetidas ocasiones me ha tocado tener conocimiento de actividades científicas directamente relacionadas con nuestro país y sin participación de investigadores de México (léase mexicanos o extranjeros trabajando para México dentro de alguna de sus instituciones). Grupos de investigación en el extranjero también han notado esto y en algunas ocasiones estas observacio-

nes han sido inclusive puestas por escrito. Por ejemplo, en el reporte de una conferencia auspiciada por la Sociedad Geológica de América sobre el Golfo de California se menciona: "...considering that the region under discussion lies primarily in Mexico, the attendance of only three earth scientists from that country was disappointing" (Elders y Biehler, 1975). En la literatura podemos observar numerosos ejemplos de publicaciones sobre América Latina y sin participación o en escala muy reducida de investigadores latinos. Hace algunos años se celebró en Canadá un Simposio Internacional con el tema de Geofísica en las Américas en el cual varios investigadores de América Latina y de otros países discutieron el estado de la investigación en Geofísica en América Latina (ver por ejemplo Kausel, 1977; Lomnitz, 1977). En dicho simposio se mencionó el bajo número de publicaciones en revistas internacionales obtenidas por latinos. En particular, Kausel (1977) menciona lo siguiente: "Yo tengo antecedentes de los últimos dos años que indican que el número de trabajos publicados en el J.G.R. (Journal of Geophysical Research) es de 336 artículos escritos por 637 autores. De ellos, solamente hay cuatro trabajos pertenecientes a autores de latinoamérica, y esos cuatro trabajos han sido escritos por cinco autores... En el Geophysical Journal (of the Royal Astronomical Society) hay 200 trabajos presentados por 450 autores - estoy dando números redondos para no cansarlos - 4 trabajos latinoamericanos, 4 autores latinoamericanos; y en el Boletín de la Seismological Society of America hay 229 trabajos publicados por 434 autores, de los cuales nuevamente 4 trabajos latinoamericanos, por 5 autores" (p. 15, Kausel, 1977).

En el mismo simposio se mencionaron varias posibles causas para ésta aparentemente baja producción, entre ellas el bajo número de investigadores capaces de realizar investigación de

interés para las revistas internacionales y la cantidad de trabajo publicado en revistas locales o que permanece inédito (discusión por E. Kausel, A. Giesche y A. Brussoni). Al mismo tiempo se aceptó que quizá gran parte de ese trabajo no era adecuado para una audiencia internacional, al menos tal y como se encuentra al presente. Una tradición científica toma tiempo para establecerse y de ahí siempre se tiene la esperanza de una mejor situación en un futuro cercano. Anteriormente, Aldrich (1973) en la sección editorial (página del Presidente) de la Unión Geofísica Americana comentó acerca de las investigaciones en geofísica en América Latina: "In earlier years most of the studies of the region were carried out by U.S. geophysicists, local scientists having only a minor role. The situation has changed and now Andean geophysicists can operate independently or as partners in major undertakings". A continuación Aldrich (1973) mencionó algunos de los logros recientes y de las posibilidades para un futuro.

Ahora, varios años después tenemos que reconocer que a pesar de los esfuerzos estamos aún muy lejos de sentirnos satisfechos. ¿Por qué estamos en esta situación? Bueno, hay al parecer un gran número de factores y casi con seguridad cada investigador latinoamericano podría comentar sobre un gran número de ellos. El problema es mayor y no parece tener una solución única a toda Latinoamérica, no obstante que muchos problemas son comunes. Sin intención de poner un orden de importancia, ni hacer una lista exhaustiva, me gustaría comentar sobre algunos aspectos de la investigación en América Latina.

(a) Aspecto económico.

Un factor práctico de carácter mundano pero de gran importancia es el financiamiento de la investigación. En general, los países de América Latina confrontan severos problemas económicos y la investigación básica es siempre uno de los

renglones más pobremente atendidos en los presupuestos nacionales. Supongo que no es necesario decir que este factor tiene muchas implicaciones. Ello resulta en un número reducido de instituciones de investigación y de investigadores. Oportunidades de seguir una carrera en la investigación son pocas y los estudiantes son forzados a aceptar otras alternativas; inclusive investigadores activos frecuentemente consideran el cambio a otros trabajos o sencillamente emigran a países con mejores posibilidades. La investigación geofísica moderna es cara, de tal forma que si no se tiene el apoyo económico adecuado la investigación debe encaminarse a actividades más económicas, quizá utilizando instrumentación y metodología ya lejos de estar en una posición de frontera, lo que resulta en gran consumo de tiempo y en un bajo nivel de productividad. Una producción científica pobre difícilmente es una buena carta de presentación, lo que podría aún ameritar una reducción más que un incremento en el apoyo requerido, por lo que la situación tiende a ser peor.

De aquí, es evidente que un programa de apoyo económico en un término de largo plazo es necesario. Dentro del mismo, la definición clara de objetivos probablemente puede constituir el paso más difícil, aún mas que la directa adquisición de los fondos necesarios; sin embargo es claro que dicho programa debe de estar basado en un conjunto de metas sólidas. Cooperación internacional entre organizaciones involucradas en financiar actividades de investigación en geofísica, tales como la organización de Estados Americanos (OAS), la UNESCO o el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH) podría colaborar con programas nacionales. Posibilidades adicionales de cooperación se tienen con asociaciones académicas tales como la Unión Geofísica Americana (AGU), la Sociedad de Geofísicos de Exploración (SEG), la Sociedad Geológica de América (GSA), la Unión Internacional de Geofísica y Geodesia (IUGG),

la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS), y la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS), con sus contrapartes nacionales. También, y ello puede proveer más que un apoyo económico, se tienen relaciones de cooperación con Universidades, Instituciones de investigación, grupos e individuos.

(b) Comunicación formal e informal.

La llamada ciencia mayor ('big science'), caracterizada por la rapidez de cambio en la investigación de frontera, requiere que investigadores activos no sean escolares aislados, sino investigadores involucrados en el proceso continuo de comunicación (Price, 1963). Desafortunadamente, la mayoría de los investigadores latinoamericanos se encuentran fuera de los canales de comunicación, particularmente de aquellos considerados como informales (John Hopkins University Center for Research in Scientific Communication, JHUCRSC, 1970). La información informal comprende comunicaciones verbales o escritos de colegas locales y foráneos, presentaciones en reuniones, seminarios, congresos, etcétera, reportes técnicos, manuscritos en preparación, aceptados o en prensa y disertaciones (Garvey y Tomita, 1972). Esta información, esencial en la actualidad en la investigación, es virtualmente ausente en Latino América, en donde aún el flujo de información formal (publicaciones periódicas, libros, etc.) es incompleto. En este problema, la cooperación puede ser de gran valor. El tener acceso al sistema de comunicación informal (y formal, por supuesto) incrementará las posibilidades de realizar una investigación productiva y de frontera por investigadores latinoamericanos. Por otro lado, el dejar este problema sin resolver, ocasionará aún mayores rezagos y dificultades para la investigación latina. La comunicación formal, por libros y revistas, es considerada como de 'segunda mano' y sobre lo que algunos autores (Garvey y Tomita, 1972) han escrito: "journals in

geophysics are no longer the 'hot' medium for the dissemination of current scientific findings". En el trabajo de Garvey y Tomita (1972) se pone de manifiesto que dentro de un tema activo de investigación, la mayoría de investigadores interesados conocen e inclusive han usado, lo que se publica en una revista periódica meses o incluso años antes de su aparición ya impresa. Si a esto le añaden los problemas usuales de atrasos y pérdidas en el correo, el costo cada vez mayor de libros y revistas, el mayor número de publicaciones, etcétera, se tiene que aún la comunicación ya formal puede tardar aún más en ser conocida por un investigador latinoamericano (ello admite excepciones, claro). Quizá el esperar una pronta solución a este problema sea mucho pedir, pero estar fuera del flujo de información es algo que no se puede ignorar. El establecimiento de programas de intercambio a gran escala podría ayudar a mejorar el flujo de información. En general, estudiantes, investigadores principiantes y los ya establecidos son atraídos por centros productivos que realizan investigación de frontera; de aquí que el tener investigadores visitantes, contratados temporal o permanentemente, en sabático, etcétera, en centros latinoamericanos sería de gran incentivo para estudiantes e investigadores locales. Quizá esto pudiera iniciar una reacción hacia una investigación más sólida y productiva, ya que la producción y el éxito pueden generar producción y éxito, al menos mejor de lo que genera fracaso o inactividad y falta de producción.

(c) Programas de colaboración.

En este aspecto, me gustaría comentar sobre un problema delicado, el cual en realidad no debería de existir. Este es el de la ausencia de un programa de colaboración, en los casos en que actividades de investigación se realicen en América Latina por grupos fuera de esta región. Cabe aclarar que ello se refiere a aspectos de investigación y

no a cuestiones políticas (investigación científica debería ser realizada fuera de fronteras políticas). Desafortunadamente, en algunos casos, investigadores latinoamericanos vienen a conocer sobre actividades de investigación cuando comunicaciones formales son circuladas. En el caso de trabajos de disertaciones doctorales o de maestría, de potencial utilidad en la comunicación informal, éstas pueden aún pasar desapercibidas por investigadores locales. Debe mencionarse que también hay muchos ejemplos de colaboraciones positivas. En todo caso, para evitar las fricciones, es recomendable que investigadores interesados tomen en cuenta a los colegas que quizá en condiciones adversas tratan de realizar investigación, de tal forma de promover actividades de cooperación.

(d) Educación.

Algunos aspectos de la educación en geofísica han sido discutidos en varias ocasiones (por ejemplo, Lomnitz, 1977; Kausel, 1977). En general los problemas son de cantidad y calidad. En teoría, educación ofrece la posibilidad de resolver los problemas mencionados anteriormente, pero también se tiene la posibilidad de tener problemas aún mayores de no tratar la educación y entrenamiento de una manera adecuada. Estudios de postgrado no se ofrecen en muchos países y en general el número de estudiantes en posición de continuar sus estudios en otros países es bajo. Una posible ayuda se tiene en implementar estudios por medio de contratación de investigadores extranjeros. (temporales y permanentes).

(e) Incentivos

Una tradición de investigación no es fácil de establecer y el problema de incentivar a los investigadores a realizar investigación, a producir, es importante. Se debe de hacer no sólo todo lo posible, sino hacer investigación. En un trabajo reciente Carbajal y Lomnitz (1981) han discutido varios as-

pectos de la investigación en México. Su descripción de un investigador típico es de particular interés y muestra la urgente necesidad de informar y ayudar a los investigadores jóvenes. Este aspecto será discutido en la siguiente parte de estas 'reflexiones'.

Agradecimientos:

Discusiones con el Dr. Juan Manuel Espíndola Castro han sido de utilidad en la preparación de este manuscrito.

Referencias:

- Aldrich, L.T., 1973. Solid-Earth Geophysics in Latin America, EOS, 54 (12), 1243 and 1255.
- Broad, W.J., 1981. The publishing game: Getting more for less, Science, 211-1137-1139.
- Carbajal, R. y Lomnitz, L., 1981. El desarrollo científico en México: ¿Es posible multiplicarlo con los mismos recursos?, Ciencia y Desarrollo, 37, 90-98.
- Chambers, J.M. y Herzberg, A.M., 1968. A note on the game of refereeing Appl. Stat., 27, 260-263.
- Dessler, A.J., 1972. Editing JGR - Space Physics, EOS, 53, 4-13.
- Elders, W.A. y Biehler, S., 1975. Gulf of California Rift System and its implications for the tectonics of western North America, Geology, 3(2), 85-87.
- Freeze, R.A., 1981. A former editor views the editorial process, EOS, 62(38), 673-675.
- Garvey, W.D. and Tomita, K., 1972. Scientific communication in Geophysics. EOS, 52(8), 772-777.

Gordon, M., 1979. Peer review in Physics, Phys. Bull., 30, 112-113.

Kausel, E., 1977. State of Geophysics in Latin America, Publications Earth Physics Branch, Ottawa, Canada 46(3), 13-16.

Lomnitz, C., 1977. Education in Geophysics in Latin America. Publicación Earth Physics Branch, Ottawa, Canada, 46(3), 36-38.

Manheim, F.T., 1973. Referees and the Publication crises, EOS, 54, 532-537.

Price, D.J. de Solla, 1963, Little Science, Big Science, Columbia University Press, New York.

Urrutia, F.J., 1982. On scientific communication and research in Solid-Earth Geophysics in Latin America: An analysis from inside, EOS, 63(22), 529.

Ziman, J., 1968. Public Knowledge: The social dimension of science, Cambridge University Press, 154 p.

'SABIDURIA' en INGLÉS.....

Murphy's Law. If anything can go wrong, it will.

Schmatteredly's Summing-up of Corollaries. If anything can't go wrong, it will.

Farnsdich's Corollary to the 5th Corollary. After things have gone from bad to worse, the cycle will repeat itself.

Grossman's Misquote of H.L. Mencken. Complex problems have simple, easy-to-understand wrong answers.

Rune's Rule. If you don't care where you are, you ain't lost.

Harrison's Postulate. For every action there is an equal and opposite criticism.

Wellinston's Law of Command. The cream rises to the top. So does the scum.

Finagle's Creed. Science is true. Don't be mislead by facts.

Evan's Law. If you can keep your head when all about you are losing theirs, then you just don't understand the problem.

Glyme's Formula for Success. The secret of success is sincerity. Once you can fake that, you've got it made.

Dunlap's Laws of Physics.

1. Fact is stratified opinion.
2. Facts may weaken under extreme heat and pressure.
3. Truth is elastic.

Hanlon's Razor. Never attribute to malice that which is adequately explained by stupidity.

Denniston's Law. Virtue is its own punishment.

Research Principle. If you know what you're doing, then it ain't research.