

Políticas científicas, optimalidad y sistemas complejos

Ricardo Montero

Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo – Universidad Nacional de Tucumán; Unidad Ejecutora Lillo (UEL – CONICET); Instituto de Herpetología – Fundación Miguel Lillo. Tucumán, Argentina.

Recibida: 17 Abril 2015

Revisada: 26 Mayo 2015

Aceptada: 29 Mayo 2015

Editor Asociado: M. Vaira

RESUMEN

Considerando que el sistema científico es un sistema complejo que debe adaptarse a los cambios del conocimiento, doy mi parecer sobre la necesidad de establecer políticas que favorezcan esta evolución. Haciendo analogías con otros sistemas complejos, considero que es importante mantener la diversidad y redundancia del sistema. Creo que una forma de conseguir esta meta es mantener y promover grupos y proyectos que usualmente no son considerados de excelencia en el momento de su evaluación.

Palabras clave: Ciencia; Evaluación; Políticas científicas.

ABSTRACT

Science policies, optimality and complex systems. Whereas scientific system is a complex system that must adapt to changes in knowledge, I give my opinion on the need for policies to encourage this development. Doing analogies with other complex systems, I consider important to maintain the diversity and redundancy of the system. I believe that a way of achieving this goal is to maintain and promote groups and projects that are not usually considered excellent at the time of evaluation.

Key words: Science; Evaluation; Science policies.

Actualmente hay mucha discusión sobre la manera de medir la excelencia en la ciencia (cualesquiera sea su definición¹), pero nadie discute que debería ser el parámetro aceptado en general como el criterio de optimalidad para la evaluación científica. Pero la aplicación de este concepto a sistemas complejos puede llegar a ser distinta que su aplicación a sistemas simples o casos individuales.

No vamos a tratar aquí el caso de los que no llegan al mínimo exigido para ser viables; solo trataremos aquellos que sí cumplen con esos requisitos mínimos, pero distinguiendo entre “óptimos” (los de mayor excelencia) y “subóptimos” (proyectos viables pero de menor alcance, de menor excelencia, o de menor impacto, como temas en desarrollo, grupos en formación, etc.).

¹ No hay consenso sobre el significado de excelencia en investigación y si esto difiere de la calidad (Mendez, 2012). Algunos estiman que el impacto es una medida de la calidad (Yule, 2010; Boaz, 2003) mientras que otros alegan que la calidad y el impacto son dos elementos diferentes que caracterizan la excelencia en investigación (Grant *et al.*, 2010; Sekercioglu, 2013; Casadevall y Fang, 2014).

La aplicación del criterio de maximizar la excelencia en casos puntuales en general no está discutida. En un concurso docente o de investigación, en la selección de un becario, en la adjudicación de un premio, el criterio de excelencia es el que debe primar. Queremos que en esos casos gane el mejor. De esa manera, en el caso individual, se optimizan los recursos. Pero cuando se trata de sistemas complejos (como por ejemplo el sistema científico y tecnológico a nivel nacional o provincial, o las políticas de investigación de las universidades) otros factores intervienen. En sistemas en donde interactúan numerosos componentes y variados factores, la mayoría desconocidos o por lo menos no acotados, la teoría del caos (con su implícita aplicación del principio de incertidumbre) debe tenerse en cuenta. Hay que evaluar con criterios estadísticos, probabilísticos, y no solo puntuales.

Voy a hacer una analogía con otros sistemas complejos para sostener la hipótesis que el criterio de solamente optimizar la excelencia no es el adecuado a largo plazo.

Cuando un individuo va a hacer una inversión modesta de dinero se fija en el negocio más rentable

en el momento. Pero cuando se realizará una inversión importante y a largo plazo las opciones cambian. Las políticas de libre mercado, que a corto plazo pueden llevar al mejoramiento temporario de servicios y la optimización de recursos, a largo plazo lleva al monopolio y a la extinción de servicios alternativos (v. g. nuestra dependencia de los hidrocarburos). En el sistema bursátil, la diversidad de inversiones es lo único que asegura que a largo plazo se obtendrá rentabilidad (por ejemplo los fondos de inversión). Se debe invertir parte del capital (y posiblemente una parte substancial) en títulos o inversiones menos rentables para estar prevenidos de la posible caída de los más rentables, pero más riesgosas. En otras palabras no hay que poner todos los huevos en la misma canasta, hay que diversificar las inversiones. También hay que invertir en distintos mercados (tener inversiones redundantes, para evitar caídas locales). Las grandes compañías o grupos empresarios aplican esta diversificación y redundancia de inversiones (las grandes compañías, bancos, fondos comunes de inversión, etc.).

La principal analogía que quiero llevar a consideración es con los sistemas biológicos. En todo sistema biológico (ya sea a nivel fisiológico, anatómico como en las comunidades y ecosistemas) la continuidad a largo plazo se ve garantizada por las mismas características: redundancia y diversidad (Futuyma, 1998). Todos los sistemas evolutivos (que se adaptan en el tiempo a condiciones cambiantes) tienen un grado de redundancia que asegura que la falla de un componente no hace caer todo el sistema (concepto también utilizado en seguridad). La otra característica, la diversidad (=variabilidad), es la que permite flexibilidad ante el cambio de condiciones.

En los sistemas complejos competitivos, si no están restringidos, los agentes intervinientes tratan de maximizar su supervivencia, y por lo tanto la distribución de frecuencias de sus atributos tiende naturalmente hacia distribuciones lognormales (ver Halloy y Whigham, 2004 y citas ahí). Para salir de este patrón lognormal natural (termodinámico) se requiere energía adicional, aplicada en las colas de las distribuciones (Halloy y Whigham, 2004). En la analogía con el sistema científico, en los cuales los grupos de investigación son componentes principales, la distribución de los recursos tiende a concentrarse (de manera lognormal) alrededor de los grupos atractores. Esta es la evolución natural del sistema complejo si no hay fuerzas internas (e.g. políticas científicas explícitas) que hagan cambiar

estas tendencias. Por lo tanto, ante la ausencia de políticas científicas que cambien las tendencias naturales, los grupos más “exitosos” tienden a acaparar los recursos existentes. Si se pretende tener un sistema científico diverso, entonces es función del Estado aplicar políticas que cambien esta evolución natural. La política que se propone aquí es no solo tolerar, sino incentivar, a grupos subóptimos dentro del sistema, que son los que se ubican en las colas de las distribuciones lognormales naturales.

Los sistemas biológicos exitosos a largo plazo no evolucionan para lo óptimo sino para la suficiencia (Gans, 1993). Si una característica es suficiente para pasar la prueba de la selección natural, esta se fija. Por lo tanto, en evolución, el criterio de optimalidad (supervivencia) en este caso no es la excelencia sino la suficiencia. Este parámetro permite la supervivencia de los suficientes (inclusive subóptimos) y asegura la redundancia y la diversidad. Estas características permiten que aparezcan las “preadaptaciones” o exaptaciones que, dentro de ciertos límites, permite la evolución cuando hay cambios en las presiones del medio ambiente que seleccionan a los supervivientes.

En el sistema científico podemos encontrar análogos a estos conceptos. (Selección natural = Sistema científico, especies=proyectos, grupos, investigadores).

En el caso de la cladística tenemos otro ejemplo (más matemático que biológico) en la búsqueda heurística de árboles filogenéticos óptimos. Este tipo de búsqueda es similar a la investigación científica en el hecho de que parte de comienzos inciertos, y que en cierta medida son aleatorios, y se trata de optimizar de acuerdo a algún criterio para llegar a la solución más parsimoniosa. Si se aplica un algoritmo voraz² (*Greedy algorithms*, en el sentido de Brassard y Bratley, 1997), se puede llegar a “islas” u óptimos locales de los cuales no se puede salir; es decir callejones sin salida que no nos hacen llegar al mejor óptimo global. De la misma manera, si en ciencia solo se apoya a los grupos excelentes podemos caer (y me atrevería a decir que seguramente caeremos) en “islas” sin salida. No se pueden crear nuevos grupos exitosos sino solo continuar los pre-existentes. La cladística tiene un método para salir de este círculo vicioso. Realiza múltiples búsquedas a

² Algoritmo que en un problema secuencial elige únicamente la opción óptima en cada paso local con la esperanza de llegar a una solución general óptima.

partir de distintos puntos de partida (árboles) tanto óptimos como subóptimos (Giribet, 2007; Goloboff *et al.*, 2008). Es necesario guardar en el sistema de búsqueda a los subóptimos para salir de las posibles islas y alcanzar al óptimo global.

Por lo tanto el sistema científico no solo debe soportar la existencia de subóptimos, sino que debe promoverlos y ampliarlos. Esta será la única manera de que el sistema sea diverso y pueda adaptarse a posibles cambios en los criterios de selección. Por ejemplo, en la actualidad está en gran auge la investigación en biotecnología, pero en un futuro no muy lejano, es posible que la cresta de la ola pase por la conservación y el aprovechamiento de los bancos de genes naturales (u otros campos que no imaginamos). No olvidemos que este tipo de cambio en ciencia no requiere de mucho tiempo (puede llevarse a cabo en menos de una década). Si nuestro sistema científico es diverso, habrá conservado los grupos que investigaban a un nivel subóptimo en estas ramas, y por lo tanto será capaz de mejorarlos. Es decir, el sistema necesita ser capaz de responder flexiblemente a un mundo con requerimientos en constante cambio. El estancamiento en sólo pocas líneas de investigación (aunque estas seas “excelentes”) lleva al anquilosamiento y la extinción a largo plazo. Por lo tanto la política de priorizar únicamente la “excelencia” es perversa al largo plazo.

La idea de “optimizar los recursos” solamente, en los sistemas complejos a largo plazo no funciona. Se ha indicado que las estrategias que priorizan diversidad más que “excelencia” son más productivas: grandes subsidios a grupos exitosos no se reflejan tanto en los parámetros productivos, como dar menores recursos a mayor número de grupos (Fortin y Currie, 2013).

Es función de la actividad privada hacerse cargo de las inversiones a corto plazo, y creo que es función del Estado (o de algo similarmente grande y de continuidad en el tiempo: Universidades, Fundaciones, empresas de gran envergadura, etc.) hacerse cargo de inversiones a largo plazo. La investigación científica es una inversión a largo plazo. La complejidad del sistema y el prolongado período de tiempo que necesita para hacerse rentable (no solo económica sino socialmente) hacen que deban promoverse las características de los sistemas arriba enunciados: redundancia y variabilidad. Es función del Estado mantener no solo los grupos, proyectos, investigadores “excelentes”, sino también a los subóptimos.

Recordemos que los sistemas complejos, evolu-

cionando en el tiempo, no seleccionan la excelencia sino la suficiencia.

Agradecimientos

He recibido comentarios de varios amigos, con los que no siempre coincido, pero que siempre han enriquecido mi parecer. Particularmente agradezco a Eduardo Domínguez, Marissa Fabrezi, Monique Halloy, Stephan Halloy, Ezequiel Aráoz, y Marcos Vaira. Este trabajo ha sido financiado con subsidios PIUNT (G519) y PIP-CONICET (Nº 112 20110 0875).

Literatura citada

- Boaz, A. & Ashby, D. 2003. Fit for purpose? Assessing research quality for evidence based policy and practice. Disponible en: ESRC UK Centre for Evidence Based Policy and Practice: Working Paper 11: <<http://www.kcl.ac.uk/content/1/c6/03/46/04/wp11.pdf>> Acceso el 14 de abril de 2015.
- Bossomaier, T.R. & Green, D.G. 1998. Patterns in the Sand - Computers, Complexity and Life. Allen & Unwin, St Leonards, NSW, Australia.
- Brassard, G. & Bratley, P. 1997. Algoritmos Voraces. Fundamentos de Algoritmia. Prentice Hall, Madrid.
- Casadevall, A. & Fang, F.C. 2014. Causes for the persistence of impact factor mania. *mBio* 5: e00064-14. doi:10.1128/mBio.00064-14.
- Casti, J.L. 1994. Complexification. Abacus, London.
- Fortin, J-M. & Currie, D.J. 2013. Big Science vs. Little Science: How scientific impact scales with funding. *PLoS ONE*, 8: e65263. doi:10.1371/journal.pone.0065263
- Futuyma, D.J. 1998. Evolutionary Biology. 3rd ed. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Gans, C. 1993. On the merits of adequacy. *American Journal of Science* 293: 391-406.
- Giribet, G. 2007. Efficient tree searches with available algorithms. *Evolutionary Bioinformatics* 3: 341-356.
- Goloboff, P.; Farris, J. & Nixon, K. 2008. TNT: a free program for phylogenetic analysis. *Cladistics* 24: 774-786.
- Gómez, R.R.; Navas, G.S.; Cuadros, P. & Ganyitano, G.B. 2009. Análisis computacional de modelos biológicos para su aplicación a modelos económicos. *Formación Universitaria* 2: 13-22.
- Grant, J.; Brutscher, P.-C.; Kirk, S.E.; Butler, L. & Wooding, S. 2010. Capturing Research Impacts: A Review of International Practice. Rand Europe, Cambridge, Reino Unido.
- Halloy, S.R.P. & Whigham, P.A. 2004. The lognormal as universal descriptor of unconstrained complex systems: a unifying theory for complexity: 309-320. *En: Proceedings of the 7th Asia-Pacific Complex Systems Conference*. Cairns Convention Centre, Cairns, Qld, Australia,
- Kauffman, S.A. 1993. The Origins of Order, Oxford University Press, New York.
- Kauffman, S.A. 2000. Investigations. Oxford University Press, Oxford.
- Méndez, E. 2012. Evaluating Research Excellence: Main Debates.

R. Montero — Política científica y optimalidad

International Development Research Centre, Ottawa.
Disponible en: <<http://www.idrc.ca/EN/Documents/Brief-Final-English.pdf>> Último acceso 14 abril 2015.

Sekercioglu, C.H. 2013. Citation opportunity cost of the high impact factor obsession. *Current Biology* 23: R701–R702.

© 2015 por los autores, licencia otorgada a la Asociación Herpetológica Argentina. Este artículo es de acceso abierto y distribuido bajo los términos y condiciones de una licencia Atribución-No Comercial 2.5 Argentina de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/ar/>