

Transciencia ¹

Pedro R. García Barreno
Profesor emérito
Universidad Complutense

[versión ampliada y anotada de la publicada en *Revista de Occidente* sept. 2014]

« *No estudiamos temas, sino problemas;*
y los problemas pueden atravesar los límites
de cualquier objeto de estudio o disciplina [...] *Somos estudiosos de problemas, no de disciplinas*» ².
Karl R. Popper (1902-1994)

La interdisciplinariedad ha representado uno de los logros más inspirados y fértiles; la senda más eficaz, hasta el momento, hacia el conocimiento. Como estrategia de formación y acción ha dado sus frutos en temas tan diversos como la preservación del medio ambiente, el logro de una vida más sana y prolongada, la consecución de nuevos descubrimientos e innovadoras tecnologías o una mejor comprensión de nuestro lugar en el espacio y en el tiempo.

A pesar de beneficios tan aparentes de la investigación interdisciplinar (IID), quienes en ella se interesan sufren, a menudo, obstáculos y decepciones. Algunos se deben a problemas de comunicación personales o a barreras «culturales»; otros a la «tradición» de las instituciones académicas de organizarse en departamentos disciplinares, una tradición que se repite en diversas organizaciones, sociedades profesionales o revistas científicas.

La investigación interdisciplinar —plural en métodos y objetivos— es una manera de investigar por medio de equipos o de individuos que relacionan información, datos, técnicas, herramientas, perspectivas, conceptos y/o teorías que corresponden, «clásicamente», a dos o más disciplinas o áreas de conocimiento; ello con el propósito de avanzar en conceptos fundamentales o de resolver problemas cuyas soluciones van más allá de una disciplina o área de la práctica dominante. El comportamiento interdisciplinar es un ingrediente común de diversos aspectos de la actividad humana; ello debido a la influencia de cuatro poderosos «atractores»: la complejidad inherente de la naturaleza, el deseo de abordar problemas y cuestiones que no se confinan a una sola disciplina, la necesidad de resolver conflictos sociales y el «poder» de las nuevas tecnologías. La IID intenta integrar —aunque solo los relacionan— intereses, visiones y posibilidades, la mayoría de las ocasiones dispersos. En el momento actual, las más variadas personas en formación se interesan por cursos interdisciplinares, en especial aquellos con relevancia social.

El principal reto para abordar los problemas con la capacidad científica y tecnológica a nuestro alcance exige la colaboración intelectual necesaria para construir consensos e integrar métodos, lenguajes y culturas, en principio dispares. El atascamiento de la IID radica en la contradicción inherente del término. Interdisciplinariedad acepta las disciplinas que pretende acercar. Puede suceder, como manifestaba Richard Buckminster Fuller (1895-1983) que «la ocurrencia de una aceleración acelerada de las disciplinas científicas implica que las nuevas ideas aparecen más rápidamente de lo que somos capaces de reaccionar» ³. Ello imposibilita reorganizar los estudios y los departamentos con la celeridad suficiente para poder responder a los retos que la avalancha de ideas conlleva.

Puede ser esta la causa por la que nos retraemos en la disciplinariedad, una zona confortable y familiar de cohesión tribal e histórica donde el «consuelo» de los pares justifica nuestro trabajo. Nada hay de extraño ni de erróneo en centrarse en operativos particulares; la hiperespecialización ha resuelto innumerables problemas. El coste de esta estrategia es que restringe la panorámica del contexto de la acción y causa la pérdida de numerosas ideas y métodos extradisciplinares que han contribuido al progreso a través de las intrincadas ramas de la ciencia. En términos generales hemos evitado los bordes borrosos de los fenómenos naturales, lo que nos ha conducido a puntos críticos donde los métodos de un campo han demostrado su incapacidad para impulsar el progreso; por el contrario, nuevas ideas, técnicas y dispositivos importados de otros campos han sido necesarios para desatascar cuellos de botella. En ocasiones, esta fusión de campos ha sido de magnitud suficiente como para impulsar la creación de una nueva disciplina (por ej. genética, ecología, etc.). Las disciplinas poseen sus ciclos vitales: crecimiento, maduración, relación entre ellas (interdisciplinariedad), apareamiento o mestizaje (transdisciplinariedad), senescencia e incluso muerte ⁴.

Estamos a las puertas de un periodo de «transciencia» en el que las disciplinas se difunden a la vez que exige una formación en áreas dominadas por las matemáticas, la computación y los principios de la lógica. Una de las contribuciones más significativas de esta estrategia ha sido demostrar que las ideas van más allá de su propósito original y que, en particular, las ideas más profundas se caracterizan por su considerable generalidad. Transciencia es la expresión de una estrategia de abordar los problemas del «mundo» como una prioridad institucional. La transciencia no rechaza los detalles de un sistema; reconoce, sin embargo, que los retos de la mayoría de los problemas residen en las fronteras de las disciplinas y ello requiere una clase totalmente nueva de sensibilidad que no pierde profundidad de miras sino que reconoce el impresionante potencial de tramas teóricas de significación universal. Lo complejo es el ejemplo paradigmático de la investigación transc científica, de una ciencia convergente. Los grandes retos actuales —energía, salud, agua, alimentos— complejos y globales, en un mundo que se acerca a los nueve mil millones de almas, requieren estrategias que integren el conocimiento de las ciencias físicas, de la vida, económicas, sociales y de la ingeniería ⁵.

<p>Transciencia «algunos temas»</p> <p>Biomimetismo (<i>biomimicry - bioinspired</i>) [fractales – tensegridad]</p> <p>Biología sintética (<i>synthetic biology / engineering life</i>)</p> <p>Biocomputación [ADN]</p> <p>Macro [mega]datos (<i>Big Data</i>) Ciencia agnóstica</p> <p>Culturómica</p> <p>Omniscópica – Megahistoria (<i>Big History</i>)</p>	<p>Biomimetismo ⁶: Réplica de la biología o de la naturaleza para desarrollar materiales, dispositivos o procesos.</p> <p>Fractal ⁷: Patrón complejo iterativo ilimitado. Los fractales son imágenes de sistemas dinámicos. Representa la geometría de la naturaleza.</p> <p>Tensegridad ⁸: Tensión [tracción] integrada. Las estructuras tensegridales son islas de compresión en un océano de tensión [tracción].</p> <p>Biología sintética ⁹: Ingeniería de la biología: síntesis de sistemas complejos basados o inspirados en la biología, que ejecutan funciones que no existen en la naturaleza. ¿Una reinterpretación del diseño inteligente y del propósito de la evolución?: Diseño racional.</p> <p>Biocomputación ¹⁰: Computadora consistente de una macromolécula (ADN) conjugada a una colección de enzimas —desarrolladas mediante síntesis por diseño— a modo de ribosoma que actúan sobre ella.</p> <p>Ciencia agnóstica ¹¹: El <i>modus operandi</i> del análisis de megadatos asume que a partir de una colección suficientemente grande y diversa de datos puede contestarse a las preguntas más relevantes del tema.</p>
--	---

¿Cómo abordar la formación en los más dispares ámbitos profesionales? Michael M E Johns, en la presentación de *The Johns Hopkins University School of Medicine. Curriculum for the Twenty-first Century*, escribe ¹²: « [...] A comienzos de siglo, esta escuela de medicina creó el primer currículo médico riguroso, con una sólida base científica, de la nación. El currículo fue adoptado por la mayoría de las escuelas de medicina llegando a ser el estándar para la educación en Medicina durante todo este

siglo. Cuando accedí al puesto de Decano en 1990, la Johns Hopkins estaba en las vísperas del amanecer de su segundo siglo. Me había percatado de que el currículo, aunque básicamente funcionaba, debía ser revisado a la vista de las demandas y de las responsabilidades de la nueva era [...] El currículo de la escuela ha sido sometido a una reestructuración completa. Cuando encargué el cometido a la Dra. De Angelis, sugerí que nuestra filosofía de base para la educación médica debería dirigirse no a crear un neurocirujano, un médico de familia o un pediatra general, sino que debería hacerlo hacia la creación de un médico tipo célula troncal, indiferenciado [pero pluripotente], quién, él o ella, estuviera lo suficientemente bien preparado para ser capaz de realizar cualquier tarea tras sus estudios en la facultad [...] El nuevo currículo prepara estudiantes para las demandas y responsabilidades de la nueva era de la ciencia y arte médicas [...] ». Las palabras de Johns no pueden ser más descriptivas: «la formación de un profesional tipo célula troncal». Pero también es importante que las diversas instituciones desarrollen programas encaminados a potenciar y estimular colaboraciones multiinstitucionales, internacionales y transcendentales

STEM¹³, troncal, es un intento de conseguir las bases de esa capacidad de abordaje transcendentale de los problemas: integración frente a la relación interdisciplinar. *Science, Technology-Engineering* y *Mathematics* representa el trípode que sustenta la formación de los futuros profesionales que quieren abordar los problemas de «su» tiempo. La educación y formación en ciencia —entendiendo por ello la formación en ciencia, tecnología/ingeniería y matemáticas— prepara a los estudiantes y a los profesionales para desarrollar hábitos y mecanismos de comprensión que les capaciten para enfrentarse con problemas complejos. También les equipa para participar como ciudadanos competentes en una sociedad abierta, decente y vital. Las sociedades dependen de la sabiduría con que sus ciudadanos utilicen la ciencia y la tecnología, siendo las matemáticas el lenguaje común, e independientemente de los objetivos personales y sociales pero con criterios de utilidad, responsabilidad social, valor intrínseco del conocimiento y valor filosófico. A lo largo de la historia las personas han desarrollado numerosas ideas interconectadas y validadas sobre los mundos físico, biológico y social. Los medios utilizados para ello son métodos particulares de observación, de pensar, de experimentar y de validar. Métodos que representan un aspecto fundamental de la naturaleza de la ciencia y reflejan como la ciencia se diferencia de otros modos de conocer.

Las matemáticas descansan en la lógica y en la creatividad, y su propósito persigue tanto un valor intrínseco como su aplicación. Para algunos y no solo los matemáticos profesionales, la esencia de las matemáticas radica en su belleza y desafío intelectual. Para otros que incluyen científicos e ingenieros, el principal valor de las matemáticas es su aplicación a la vez de representar un lenguaje universal. Dado que las matemáticas juegan un papel central en la cultura actual (economía, demografía, epidemiología...), algunos elementos matemáticos básicos son requisito indispensable para comprender las más diversas actividades. Las matemáticas deben percibirse como parte de la empresa científico-tecnológica; ello obliga a comprender la naturaleza del pensamiento matemático y a familiarizarse con las ideas y herramientas matemáticas básicas.

Humanidad y tecnología van de la mano; es lo que se denomina «mundo de Leonardo»¹⁴. La capacidad técnica de fabricar herramientas es la principal evidencia del comienzo de la cultura humana. La tecnología representa la fuerza generadora de civilizaciones y, junto con el lenguaje, rituales, valores, comercio y las artes, es una parte intrínseca de cualquier sistema cultural. En el mundo actual la tecnología es una empresa social compleja que incluye investigación, diseño y utillaje y, también, finanzas, manufacturación, administración y gestión, relaciones laborales, organización del trabajo o mercadotecnia. En el más amplio sentido, tecnología-ingeniería permiten «cambiar el mundo». Por otro lado, anticipar los efectos de la tecnología es tan importante como potenciar sus capacidades.

La integración conceptual pretendida va de la mano de lo que ha dado por llamarse «megahistoria», término acuñado por David G. Christian ¹⁵. Hoy, uno de los problemas es el alejamiento del contexto científico pretendido. Una estrategia correctora es su integración en el contexto de la megahistoria, en el que predominan preguntas ambiciosas cuyas respuestas exigen nuevas aproximaciones y nuevos modelos solo posibles mediante el abordaje transdisciplinar; una respuesta, por otro lado, al *apartheid* intelectual entre las «dos culturas» —ciencias y humanidades— que C. P. Snow planteó en una famosa disertación ¹⁶.

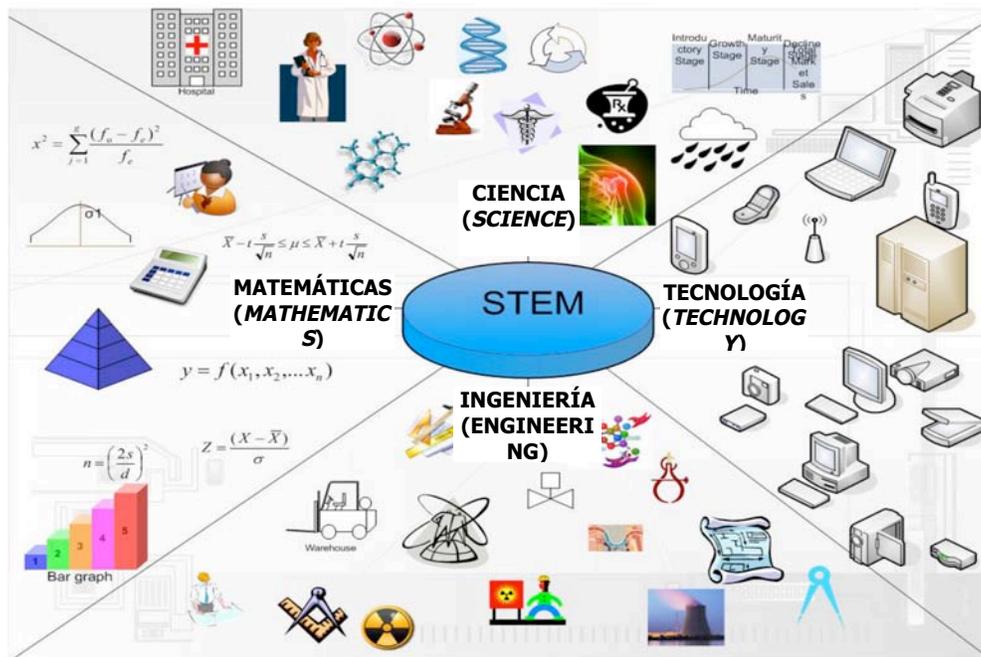
Megahistoria u omniscópica ¹⁷ es la historia de la emergencia y desaparición de la complejidad a todas las escalas, desde los cúmulos de galaxias a las partículas elementales. Esta descripción puede ser la definición más escueta de megahistoria, y exige explicar la emergencia y desintegración de todas esas formas de complejidad. Desde un punto de vista científico la respuesta más general a la pregunta es que puede emerger complejidad cuando hay flujo de energía entre la materia —tal es el caso de las estrellas o de los humanos—, pero cuando esta última ha emergido. Hay estructuras estables próximas al equilibrio termodinámico. Otras —estrellas o las diversas formas de vida— existen lejos del equilibrio termodinámico y corresponden a estados estables dinámicos que necesitan un flujo de energía para mantener su complejidad. Todo ello en un universo, hasta donde conocemos, formado por islas de formas relativamente básicas de complejidad no adaptativa —galaxias y cúmulos de galaxias— en un océano ilimitado de práctica vacuidad y sin apenas complejidad que ha hecho posible, gracias a ello —la vacuidad es un sumidero de entropía— la emergencia de diversos niveles de complejidad. Un universo masificado hubiera impedido la emergencia de niveles superiores de complejidad ¹⁸.

Este enfoque discierne tres tipos de complejidad: la naturaleza física inanimada, la vida y la cultura. El primer nivel, materia inorgánica, comprende desde la física de partículas a la cosmología. Toda esta materia inanimada se autoorganiza gracias a las fuerzas fundamentales de la naturaleza. Aunque las estructuras resultantes pueden alcanzar una estructura exquisita, la complejidad inanimada no utiliza información alguna para su formación o mantenimiento. El segundo nivel fundamental de complejidad es la vida. En términos de masa, la vida es un fenómeno cósmico marginal, pero su complejidad es infinitamente mayor que cualquier estructura inanimada posible. Al contrario que el universo inanimado, la vida mantiene su existencia mediante el almacenamiento activo de materia y el flujo de energía, merced a mecanismos especiales garantizados por la utilización de información almacenada en macromoléculas. Las estructuras vivas mueren en cuanto fracasan en almacenar materia y utilizar energía, y su materia retorna a niveles inferiores de complejidad a menos que sea incorporada por otras estructuras vivas. El tercer nivel fundamental de complejidad emerge cuando estructuras vivas se organizan con ayuda de información almacenada en células nerviosas.

La emergencia de estructuras cerebradas de distinto grado de complejidad representa una nueva estrategia para obtener mayores cantidades de materia y de energía para su supervivencia, reproducción y evolución adaptativa. Por su parte, las estructuras complejas cerebradas han construido complejidad, a su vez, de niveles diferentes, desde un nido hasta civilizaciones y gracias a un gasto extra de energía que esquilma el medioambiente que permitió su propia emergencia ¹⁹. Por su parte, el cerebro, la estructura más compleja conocida, ensaya continuamente estrategias encaminadas a su propia comprensión y a la de su creación más distintiva. Culturómica es la aplicación del análisis de alto rendimiento de megadatos ²⁰ para el estudio de la cultura humana; estrategia que representa un nuevo punto de partida para el análisis histórico más que una sustitución. Mediante el análisis del crecimiento, modificaciones y declinar de las palabras publicadas durante siglos, los matemáticos arguyen que será posible el estudio riguroso de la evolución de la cultura a gran escala utilizando las técnicas matemáticas facilitadas por la biología evolutiva. Otras «disciplinas», como la astrofísica también hacen préstamos a la culturómica; tal es el caso, por ejemplo, de «materia oscura» que en esta última se

refiere al léxico común que no se refleja en los diccionarios (el 50%, aproximadamente)²¹. Para Anthony Grafton, un historiador de la Universidad de Princeton, se ha iniciado un camino fantástico, aunque añade, «para algunos —como pasa con frecuencia ante cualquier novedad, puede añadirse—, la aproximación culturómica a las humanidades es como si les mentaran al anticristo»²².

Ciencia, matemáticas, tecnología e ingeniería son logros culturales que representan aspectos fundamentales de nuestras vidas como ciudadanos, trabajadores, consumidores o padres. La formación en tales materias es necesaria no sólo para los profesionales en ellas sino para todos los individuos que quieran comprender desde un diagnóstico médico o evaluar temas energéticos, hasta manejarse en los asuntos cotidianos o sacar provecho de las nuevas tecnologías²³. La iniciativa descansa en la idea no de cuanto enseñar sino qué enseñar. No se pretende formar especialistas. Se pretende gestar profesionales con la suficiente flexibilidad y amplitud intelectuales capaces de utilizar los conceptos científicos, tecnológicos y matemáticos básicos, en la solución de los problemas a los que cada uno de ellos ha de enfrentarse en la práctica de su profesión. Profesiones que, en el futuro, ampliarán y difuminarán sus contenidos, a la vez que el cambio del entorno de trabajo será la regla. Tal perspectiva reclama, no cabe duda, introducir en los currículos ingredientes que faciliten la adaptación a las exigencias venideras.



En términos generales, nuestras instituciones de educación superior permanecen atrincheradas en estructuras organizativas y prácticas burocráticas del pasado, haciendo del concepto «innovación universitaria» un oxímoron. La academia debe aspirar a convertirse en una organización empresarial, imbuida en la sociedad, donde la fusión intelectual sea una aspiración inequívoca. La reconceptualización de la universidad como una empresa académica requiere una serie de ajustes que deben abordarse en pequeños pasos: desde un modesto título propio a la totalidad del currículo²⁴.

Transciencia — ciencia-matemáticas-tecnología y comprensión lectora— es una empresa a largo plazo cuyo objetivo es la formación de ciudadanos y, por supuesto, de profesionales capaces de elaborar nuevas contestaciones a viejas preguntas; ello tras la ruptura de los límites de las disciplinas que permita emerger nuevas sendas de conocimiento en ambientes de aprendizaje distintivos. En resumen, mentes amplias, flexibles que, independientemente de la especialización de su trabajo cotidiano, sean capaces de abordar problemas complejos, y de comprender lo que leen²⁵.

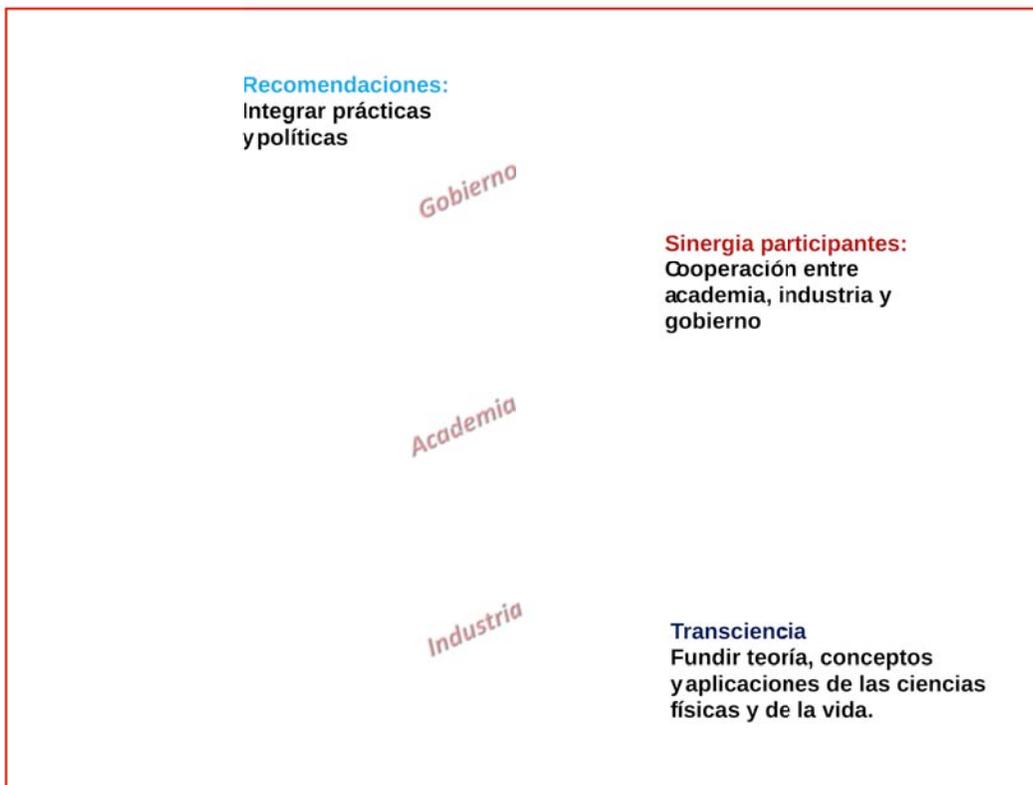
disciplina
área de conocimiento

multidisciplinariedad

Interdisciplinariedad

transdisciplinariedad

transciencia



Notas y bibliografía

1. Lo expuesto se aparta del contexto filosófico al que se refiere el ensayo escrito por Sigmund Freud en noviembre de 1915: *Vergänglichkeit* – «Sobre Temporalidad». Un debate filosófico mantenido con el joven pero ya famoso poeta Rainer Maria Rilke y el poeta taciturno Lou Andreas-Salomé. Publicado en *Das Land Goethes 1914-1916*, Gedenkbuch, Berlin (Ver: *Freud's Requiem: Mourning, Memory and the Invisible History of a Summer Walk*, Matthew von Unwerth, Riverhead Books, Nueva York, 2005). Ver: <http://www.freuds-requiem.com/transcience.html> (acceso: 13 mayo 2014).
2. *Conjectures and Refutations. The growth of scientific knowledge*. Londres: Routledge and Kegan Paul, 1963. Traducción al castellano — *El Desarrollo del Conocimiento Científico. Conjeturas y Refutaciones*— por Néstor Míguez para Paidós (Biblioteca de Filosofía, 2 – Serie mayor), Buenos Aires, 1967 [cap. 2. La naturaleza de los problemas filosóficos y sus raíces en la ciencia, I, pág. 81; *cursivas* en el original].

3. Medard Gabel, Jim Walker. «The Anticipatory Leader: Buckminster Fuller's principles for making the world work» *The Futurist* 2006; Sept.-Oct.: 39-44 (Pg 41. 10 Principles for comprehensive anticipatory design leadership. 3: Respect gestation rates). En: http://www.bigpicturesmallworld.com/Futurist_Fuller.pdf (acceso: 13 mayo 2014).
4. Rudolf Kötter, Phillip W. Balsiger. «Interdisciplinarity and transdisciplinarity: A constant challenge to the sciences» *Issues in Integrative Studies* 1999; 17: 87-120. En: http://www.units.miamioh.edu/aisorg/pubs/issues/17_kotter.pdf (acceso: 13 mayo 2014). J. Segalàs, G. Tejedor «Transdisciplinarity. A must for sustainable education» 41th SEFI Conference, 16-20 September 2013, Leuven, Belgium. En: http://www.sefi.be/conference2013/images/keynote_segalas.pdf (acceso: 13 mayo 2014).
5. David C. Krakauer. «Transcience. Disciplines and the advance of plenary knowledge» *SFI Bulletin* 2011; 25: 1-3. En: http://www.santafe.edu/media/bulletin_pdf/sfi_bulletin_spring_2011.pdf (acceso: 13 mayo 2014).
6. Bharat Bhushan. «Biomimetics: lessons from nature – an overview» *Philosophical Transactions of The Royal Society A – Mathematical, Physical & Engineering Sciences* 2009; 367 (1893): 1445-1486. En: <http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/367/1893/1445.full> (acceso: 13 mayo 2014).
7. Fractal Foundation. *Inspiring Interest in Science, Math & Art*. Ver: <http://fractalfoundation.org/resources/what-are-fractals/> (acceso: 27 abril 2014). Benoit B. Mandelbrot. *The Fractal Geometry of Nature*. New York: W.H. Freeman & Co., 1977. Traducción al castellano —*La Geometría Fractal de la Naturaleza*— de Josep Llosa para Tusquets Editores SA, Barcelona (Metatemáticas 49 – Libros para pensar la ciencia), 1997.
8. Donald E. Ingber. «The Architecture of Life: A universal set of building rules seems to guide the design of organic structures--from simple carbon compounds to complex cells and tissues» *Scientific American* 1998; 278: 48-57. En: http://time.arts.ucla.edu/Talks/Barcelona/Arch_Life.htm (acceso: 13 mayo 2014). Pedro García Barreno «Tensegridad. Arquitectura, arte, biología» *Arquitectura Viva* 2009; 125: 19-31, 111. En: http://www.pedrogarcíabarreno.es/4.%20Escritos%20varios/Ensayos/AV_Tensegridad.pdf (acceso: 13 mayo 2014).
9. Roberta Kwok. «Five hard truths for synthetic biology» *Nature* 2010; 463: 288-290. En: <http://www.nature.com/news/2010/100120/full/463288a.html>. Luis Serrano. «Editorial: Synthetic Biology – promises and challenges» *Molecular Systems Biology* 2007; 3 (1): 158. En: <http://msb.embopress.org/content/3/1/158> (acceso: 13 mayo 2014). Steve McIntosh. *Evolution's Purpose: an integral interpretation of the scientific story of our origins*. New York: SelectBook, 2012. Chapt 7th en: <http://www.stevemcintosh.com/pdf/Evolutions-Purpose-Excerpts-CH7-Purpose-in-Evolution.pdf> (acceso: 13 mayo 2014). Francisco J. Ayala. *Darwin y el Diseño Inteligente: creacionismo, cristianismo y evolución*. Traducción de Miguel Ángel Coll Rodríguez para Alianza Editorial, S. A., Madrid, 2007.
10. Leonard M. Adleman. «Molecular Computation of Solutions to Combinatorial Problems». *Science* 1994; 266 (5187): 1021-1024. En: <https://www.usc.edu/dept/molecular-science/papers/adleman-science.pdf> (acceso: 13 mayo 2014).
11. Marco Panza, Domenico Napoletani, Daniele Struppa. «Agnostic science. Towards a philosophy of data analysis» *Foundations of Science* 2011; 16: 1-20. En: http://halshs.archives-ouvertes.fr/docs/00/48/32/88/PDF/Agnostic_Corrected.pdf (acceso: 13 mayo 2014).
12. Editado por Catherine D DeAngelis. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1999. Pg vii: Foreword.
13. National Research Council. *Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Washington DC: The National Academies Press, 2011. En: http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=13158&page=R1 (acceso: 13 mayo 2014).
14. Jürgen Mittelstrass. «The modern world and the humanities» *Interdisciplinary Science Reviews* 1996; 21 (4): 284-291. En: <http://www.maneyonline.com/doi/abs/10.1179/isr.1996.21.4.284> (acceso -suscripción o pago: 13 mayo 2014). Lewis Mumford. *The Condition of Man*. With a new preface by the author (en la serie *Renewal of life*). New York & London: A Harvest/HBJ Book. Harcourt Brace Jovanovich Pbl., 1972. Traducción al castellano de la edición de 1944 —*La Condición del Hombre*— de Emma Dupuy para Compañía General Fabril Editora, Buenos Aires, 1966.
15. «The case for “Big History”» *Journal of World History* 1991; 2 (2): 223-238. En: <http://www.uhpress.hawaii.edu/journals/jwh/jwh022p223.pdf> (acceso: 13 mayo 2014). Marnie Hughes-Warrington «Big History» *Social Evolution & History* 2005; 4 (1): 7-21. En: www.socionauki.ru/journal/files/seh/2005_1/big_history.doc (acceso: 13 mayo 2014). Ver: <http://course.bighistoryproject.com>.
16. The Rede Lecture, 1959. *The two cultures and the scientific revolution*. New York: Cambridge University Press, 1961. En: <http://www.msel-naschie.com/pdf/7.TheVAKOfVacuumFluctuationSpontaneous.pdf> (acceso: 13 mayo 2014).
17. Fred Spier. *The Structure of Big History: From the Big Bang until Today*. Amsterdam: Amsterdam University Press, 1996. *Big History and the Future of Humanity*. UK: Wiley-Blackwell, 2011. David Christian. *Maps of Time. An introduction to Big History*. California: Californian University Press, 2011. David Christian, Cynthia

- Brown, Craig Benjamin. *Big History: Between nothing and everything*. New York: McGraw-Hill Humanities, 2013. Ver: www.omniscopic.org (acceso: 13 mayo 2014).
18. M. S. El Naschie. «The VAK [vague attractor of Kolmogorov] of vacuum fluctuation, spontaneous self-organization and complexity theory interpretation of high energy particle physics and the mass spectrum» *Chaos, Solitons & Fractals* 2003; 18: 401-420. En: <http://www.msel-naschie.com/pdf/7.TheVAKOfVacuumFluctuationSpontaneous.pdf> (acceso: 13 mayo 2014).
 19. Fred Spier. «Big History: the emergence of an interdisciplinary science?» *Interdisciplinary Science Reviews* 2008; 33 (2): 141-152. En: <http://worldhistoryconnected.press.illinois.edu/6.3/spier.html> (acceso: 13 mayo 2014).
 20. Brooks Hanson, Andrew Sugden, Bruce Albers «Editorial: Making data maximally available»; Science staff «Special section: Dealing with data» *Science* 2011, 331 (6018): 649, 692-729. En: <http://www.sciencemag.org/content/331/6018.toc> (acceso: 13 mayo 2014). «Technology: The data deluge», «Special report: Managing information» *The Economist* Feb 25th, 2010. En: <http://www.economist.com/printedition/2010-02-27> (acceso: 13 mayo 2014).
 21. Jean-Baptiste Michel [...] Erez Lieberman Aiden «Quantitative analysis of culture using millions of digitized books» *Science* 2011; 331 (6014): 176-182. Pb online Dec 16, 2010. En: <http://www.sciencemag.org/content/331/6014/176.full> (acceso - suscripción: 13 mayo 2014). Supporting online material: <http://www.sciencemag.org/content/suppl/2010/12/16/science.1199644.DC1/Michel.SOM.revision.2.pdf> (acceso - suscripción: 13 mayo 2014).
 22. John Bohannon «Google books, Wikipedia, and the future of culturomics» *Science* 2011; ítem pág. 135.
 23. En este contexto, el *Evergreen State College* (Olympia, Washington, USA) oferta un curso de un año de duración dirigido a todo aquel que «sienta curiosidad»: *Introduction to Natural Science: Life, the Universe, and Everything*. En: <http://archives.evergreen.edu/catalogs/2009-10/programs/introductiontonaturalsciencelifetheuniverseandeverything> (acceso: 13 mayo 2014). American Academy of Arts and Sciences. «ARISE 2. Advancing research in Science and Engineering: Unleashing America's Research & Innovation Enterprise». En: <http://www.amacad.org/multimedia/pdfs/publications/researchpapersmonographs/arise2.pdf> (acceso: 13 mayo 2014).
 24. American Academy of Arts and Sciences «ARISE 2. Unleashing America's Research & Innovation Enterprise» Cambridge, Mass.: American Academy of Arts & Sciences, 1996. En: <http://www.amacad.org/multimedia/pdfs/publications/researchpapersmonographs/arise2.pdf> (acceso: 13 mayo 2014).
 25. Umberto Eco. «Interpretation and Overinterpretation: World, History, Texts». *The Tanner Lectures on Human Values*. Clare Hall, Cambridge University. 7 y 8 marzo 1990. En: http://tannerlectures.utah.edu/_documents/a-to-z/e/Eco_91.pdf (acceso: 13 mayo 2014). Karl R Wirth, Dexter Perkins. *Learning to Learn*. En: <http://www.maclester.edu/academics/geology/wirth/learning.pdf> (acceso: 13 mayo 2014). Council of Europe. *Common European Framework of Reference for Languages: Learning, teaching, assessment*. En: www.teemeurope.eu/documents/CEFR.DOC (acceso: 13 mayo 2014).