

---

# Transciencia

Pedro R. García Barreno

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.*

KARL R. POPPER: *Conjeturas y refutaciones.*

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 «tradicición» 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 relaciona– 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 conflicto de la IID radica en la contradicción inherente del término. Interdisciplinariedad acepta las disciplinas que pretende acercar. Puede suceder, como manifestaba Richard Bukminster Fuller (1895-1983) que «la ocurrencia de una aceleración excesiva de las disciplinas científicas implica que las nuevas ideas aparecen más rápidamente de lo que somos capaces de asumir». 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.

### *Lo complejo*

Estamos a las puertas de un periodo de «transciencia» –comenta D. C. Krakauer– en el que las disciplinas se difunden a la vez que exigen 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 para 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 pierda profundidad de miras sino que reconozca 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.

¿Cómo abordar la formación en los más dispares ámbitos profesionales? Michael M. E. Johns escribe:

«A comienzos de siglo, esta escuela de medicina creó el primer currículum médico riguroso de la nación, con una sólida base científica. El currículum 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 currículum, aunque básicamente funcionaba, debía ser revisado a la vista de las demandas y de las responsabilidades de la nueva era [...] El currículum de la escuela ha sido sometido a una reestructuración completa [...] 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 currículum 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 transcientíficas.

### «STEM», el futuro

STEM, troncal, es un intento de conseguir las bases de esa capacidad de abordaje transcientífico 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 quieran 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 cómo 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, entre los que se incluyen científicos e ingenieros, el principal valor de las matemáticas es su aplicación, junto a su capacidad para 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.

### *El «mundo de Leonardo»*

Humanidad y tecnología van de la mano; es lo que se denomina «mundo de Leonardo». 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, los rituales, los valores, el comercio y las artes, forma 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 búsqueda de la integración conceptual va de la mano de lo que se ha dado en llamar «megahistoria», término acuñado por David G. Christian. Actualmente, uno de los problemas más

graves es el alejamiento del contexto científico pretendido. Su integración en el contexto de la megahistoria resulta una estrategia correctora, en ese contexto 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 *The Rede Lecture*, en 1959.

Megahistoria u omniscópica 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.

*«Culturómica»*

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. 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 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 decadencia 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 cincuenta por ciento, aproximadamente). 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–, la aproximación culturómica a las humanidades es como si les mentaran al anticristo».

En resumen, 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 solo para los especialistas en cada materia, sino para todos los individuos que quieran aprender desde cómo interpretar un diagnóstico médico o evaluar temas energéticos, hasta manejarse en los asuntos cotidianos o sacar provecho de las nuevas tecnologías. En cualquier caso, saber leer, comprender textos complejos es un paso previo a ese aprendizaje.

P. R. G. B.

## BIBLIOGRAFÍA

- BOHANNSON, John: «Google open books to new cultural studies», *Science*, 330 (6011): 1600, 2010.
- CHRISTIAN, David G: «The case for “Big History”», *Journal of World History*, 2 (2): 223-238, 1991.
- ECO, Umberto: «Interpretation and Overinterpretation: World, History, Texts», *The Tanner Lectures on Human Values*, Clare Hall, Cambridge University, 7 y 8 marzo 1990.
- EL NASCHIE, Mohamed: «The VAK of vacuum fluctuation, spontaneous self-organization and complexity theory interpretation of high energy particle physics and the mass spectrum», *Chaos, Solitons & Fractals*, 18 (2): 401-420, 2003.
- GABEL, Medard, y WALKER Jim: «The anticipatory leader: Buckminster Fuller’s principles for making the World work», *The Futurist*, Sept.-Oct., 2006, pp. 39-44.
- GRAFTON, Anthony: citado por J. BOHANNSON en *Google books, Wikipedia, and the future of culturomics*, *Science*, 331(6014): 135, 2011.
- HUGHES-WARRINGTON, Marnie: «Big History», *Social Evolution & History*, 4 (1): 7-2, 2005.
- JOHNS, Michael M. E.: «Foreword», *The Johns Hopkins University School of Medicine. Curriculum for the Twenty-first Century*, Catherine D. De Angelis, ed., Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1999.
- KÖTTER, Rudolf, y BALSIGER, Philipp W: «Interdisciplinarity and trans-disciplinarity: A constant challenge to the sciences», *Issues in Integrative Studies*, 17: 87-120, 1999.
- KRAKAHUER, David C: «Transcience. Disciplines and the advance of plenary knowledge», *SFI Bulletin*, 25: 1-3, 2011.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL: *Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*, Washington D.C.: The National Academies Press, 2011.
- SCIENCE STAFF: «Special section: Dealing with data», *Science*, 331 (6018): 692-729, 2011.

SEGALÀS, Jordi, y TEJEDOR, Gemma: «Transdisciplinarity. A must for sustainable education», *41th SEFI Conference*, 16-20, Sept. 2013, Leuven, Belgium.

SPIER, Fred: «Big History: the emergence of an interdisciplinary science?», *Interdisciplinary Science Reviews*, 33 (2): 141-152, 2008.

SPECIAL REPORT: «Technology: The data deluge & Managing information», *The Economist*, 25, Feb. 2010.

