

## **El desvanecimiento de las fronteras: La integralidad del conocimiento**

## **The fading of borders: The integrality of knowledge**

**R. J. Camargo-Amado**

*Escuela de Ingeniería Química Universidad del Valle, Cali, Colombia,  
ruben.camargo@correounivalle.edu.co*

(Recibido: Mayo 24 de 2017 – Aceptado Julio 22 de 2017)

### **Resumen**

En este artículo se presenta una mirada sobre la necesidad de incorporar en nuestro accionar como profesionales el concepto de la integralidad para combinar esfuerzos desde diferentes especialidades y disciplinas. Esto como respuesta a la aparición de problemáticas que requieren de trabajos multidisciplinarios, interdisciplinarios y transdisciplinarios. Se presenta, igualmente, el caso focal que nos atañe como ingenieros y es la relación de las ingenierías con las ciencias de la salud.

**Palabras clave:** *Integralidad, Ingeniería, Salud, Nanotecnología.*

### **Abstract**

This article presents the visual about the need to incorporate in our work as professionals the integrality, the combination of efforts from different specialties and disciplines, this as a response to the emergence of problems that require multidisciplinary, interdisciplinary and transdisciplinary work. It also presents the focal case that concerns us as engineers and is the relationship of engineering with the health sciences.

**Keywords:** *Integrality, Engineering, Health, Nanotechnology.*

## 1. Interdisciplinar – Transdisciplinar - Multidisciplinar

La interdisciplinaridad, transdisciplinaridad e incluso la multidisciplinaridad son términos que se han tenido que crear para describir trabajos, actividades o desarrollos que requieren de la participación de varias disciplinas para el logro final de sus objetivos y la solución de un determinado problema. Dicha participación disciplinar se da de manera puntual, transversal o fundiendo conocimientos de varias disciplinas.

La realidad como un todo es un objeto de estudio holístico y complejo pero la ciencia separa al objeto en partes para su análisis y así permitir su entendimiento y comprensión. Esta premisa ha conducido a la creación de disciplinas, especializaciones y sub-especializaciones que se encargan por separado de solucionar parte del problema. Igualmente, se crearon fronteras invisibles entre la disciplinas, dejando de lado el hecho de estar observando la misma realidad, un mismo objeto, un mismo ser. Las especializaciones profundizan en el conocimiento puntual y, en muchas ocasiones, se pierde de vista la totalidad de las implicaciones del problema a analizar.

La observación de problemas complejos que no tienen solución en una determinada especialidad, o incluso en una determinada disciplina, ha conducido a la ciencia y a la misma sociedad a la búsqueda de soluciones inter o multidisciplinarias y al reconocimiento de muchos y más amplios conceptos que son transdisciplinarios y que, finalmente, nos están conduciendo a observar la naturaleza integral y holística de los objetos de estudio y su realidad. En un proceso histórico de varios cientos de años, nos dimos a la tarea de fragmentar el conocimiento y la realidad y cada quien se fue metiendo en su propio cubo, en su área, en su especialidad y nos convencimos de que esa era la realidad, sin embargo, la naturaleza por su misma complejidad nos está llevando de regreso a la visión global y panorámica de sus problemas y oportunidades, nos está llevando de regreso a la visión integral de la realidad.

Los trabajos multidisciplinarios conducen y son cultivo de solución de problemas ambiciosos. Por

esta razón, este tipo de trabajos pueden, con mayor facilidad, conducirnos a proyectos macro que abordan problemas a gran escala, en los cuales el alcance y los productos entregables son resultado de la construcción de una cadena de valor en la que su fin último es construir y mejorar sustancialmente las capacidades de respuesta de los actores involucrados y de los beneficiarios, ya sea en lo social, lo ambiental, lo técnico o lo económico.

Para la ingeniería, y más específicamente para la educación en ingeniería, se genera un reto y es el *desarrollo integral del conocimiento y de la enseñanza del mismo*, para esto se recurre frecuentemente a estudios prospectivos (1-5), que dan luces sobre el futuro. Entre los elementos que comúnmente aparecen en tales estudios prospectivos se tienen: la globalización, el medio ambiente, las sociedades del conocimiento, el emprendimiento, las empresas dinámicas y adaptables, así como el trabajo en sectores no tradicionales.

## 2. Ingeniería y Salud

A modo de ejemplo de la necesidad de ir diluyendo fronteras, presentaré brevemente la relación entre Ingeniería y salud. Es clara la relación entre las ciencias básicas y la salud; es clara la relación entre la biología y la salud pues allí están las bases para entender la unidad básica de la vida y su interacción con el entorno, la célula, sus partes, sus funciones, su nutrición, los principios que llevan a la formación de organismos y su cuidado. La relación de la química con la salud se evidencia en áreas tales como la bioquímica en la que se estudia la química de los elementos y las moléculas de los cuerpos con vida. En la física se estudia y se utiliza la interacción de la materia viva con las fuerzas físicas y la energía, dando como resultado los principios para el desarrollo de herramientas médicas de diagnóstico, de cirugía y de protección que apoyan el trabajo médico.

Para la ingeniería, la relación con la salud no tiene la misma magnitud ni la misma profundidad pero sí tiene claras manifestaciones (6) como, por ejemplo, en el desarrollo de equipos médicos en los que participan la ingeniería electrónica y la ingeniería mecánica; el desarrollo de nuevos materiales en los que participa la ingeniería de

materiales (7-10) y la ingeniería química (11-12), estudios genómicos y proteómicos en los que indispensablemente participa la ingeniería de sistemas (13-15); y claro, los problemas ambientales y nutricionales que afectan la salud en los que interactúan la ingeniería sanitaria (16-17) y la ingeniería de alimentos (18-19). Ya en el medio científico se han acuñado términos que hace un par de décadas eran raros como la ingeniería de tejidos (20), la ingeniería de órganos, la ingeniería clínica (21), o la ingeniería metabólica (22) y la ingeniería de fábricas en células (23-24); y ya se tienen muy bien acuñados términos como ingeniería bioquímica e ingeniería biomédica.

De esta manera, hablar de la interacción entre la ingeniería y las ciencias de la salud ya no es hablar de futuro sino es hablar y reconocer que es un presente y desde la ingeniería lo debemos asumir y asimilar con los consecuentes cambios que esto implica: cambios de pensamiento, de visión, de discurso y de disposición frente a tales temas como, por ejemplo, lo referente a las bases en biología que deberían ser transversales a las ingenierías.

Para hablar de futuro, en el caso de la interacción entre la ingeniería y la salud, se pueden tomar los casos específicos de nanotecnología, miniaturización, biotecnología y bioingeniería aplicadas a los problemas médicos (1, 3, 25). Jim Mellon y Al Chalabi fueron los únicos que, al menos 3 años antes, predijeron la crisis económica mundial del 2008; más adelante, en su libro "Cracking de Code", publicado en 2012, los autores demuestran con estadísticas que la población mundial está envejeciendo pues el porcentaje de personas mayores de 60 años y mayores de 80 años se hace cada vez más alto, a la par, esto ocurre en países viejos así como en países jóvenes iguales al nuestro. En términos prácticos, esta situación se traduce en la aparición y desarrollo, cada vez más frecuente, de enfermedades nuevas o en el recrudecimiento de enfermedades conocidas tales como la diabetes, los problemas cardiovasculares o el cáncer. Muchas de estas enfermedades son degenerativas y crónicas altamente asociadas con el envejecimiento e igualmente responsables del consumo de porcentajes importantes del total de los recursos destinados a la salud pública. En

Colombia, por ejemplo, alrededor del 0,04 % de la población son enfermos crónicos asociados con la aplicación de diálisis y consumen un poco más del 2 % de los recursos disponibles para la salud en el país. Se espera que los consumos por enfermedades crónicas sean cada día mayores y más agobiantes para los sistemas nacionales de salud. Además del envejecimiento, se tienen al menos dos factores que acrecientan el problema y son: el deterioro ambiental y, en gran medida, el actual estilo de vida.

Este problema que se acaba de expresar es a la vez una gran oportunidad y el medio de cultivo para lo que Mellon y Chalabi consideran el futuro económico del mundo. Ellos predicen que la aplicación de la nanotecnología, la biotecnología y en últimas de la ingeniería, en la extensión y el mejoramiento de la vida humana y de la calidad de vida, se convertirá en el sector de la economía mundial de mayor importancia aún por encima de la industria informática y la del petróleo juntas.

Este desafío de vida abre un espacio enorme para la formulación, el desarrollo y la implementación de soluciones que permitan y posibiliten el envejecimiento sin un deterioro exagerado de la calidad de vida de las personas. Sin embargo, no solo tendrá influencia en los ancianos sino que también permeará a los niños, los jóvenes y los adultos, con soluciones que redundarán en una mejor calidad de vida de la humanidad. Este desafío abona un terreno para el florecimiento de la innovación y la creatividad, en el que el cruce y la dilución de las fronteras interdisciplinarias es un necesario protagonista.

### **3. Conclusiones**

Los objetos de estudio y, por ende, de los problemas que se desprendan de la realidad que los define, deben abordarse de manera integral, holística, por esa misma razón los proyectos son cada vez más interdisciplinarios, multidisciplinares y con mayores elementos de transdisciplinariedad. Día a día las fronteras entre disciplinas se van a hacer más difusas incluso entre disciplinas aparentemente disímiles. Desde la ingeniería estamos llamados a entender con profundidad esta realidad y aplicarla en la solución de problemas. El desvanecimiento

de las fronteras entre disciplinas se viene dando entre las distintas ingenierías; entre las ingenierías y las ciencias; la administración, la economía, la arquitectura; entre las ingenierías y la salud; sin embargo, también debemos estar abiertos a diluir las fronteras entre la ingeniería y las humanidades, las artes e incluso con muchas de las llamadas pseudociencias.

#### 4. Agradecimientos

Se agradece por el apoyo financiero a la Universidad del Valle y a COLCIENCIAS.

#### 5. Referencias

- 1 Mellon J, Chalabi A. *Cracking the Code: Understand and Profit from the Biotech Revolution That Will Transform Our Lives and Generate Fortunes*. United States : John Wiley Sons Inc; 2012. 360 p.
- 2 Truskey G. The future of biomedical engineering. *Current Opinion in Biomedical Engineering*. 2017; 1:1-3.
- 3 Sunthonkanokpong W. Future Global Visions of Engineering Education. *Engineering Procedia*. 2011; 8:160-164.
- 4 Campos A. Las cuatro ruedas del carro de la excelencia. Desafíos y limitaciones en la educación médica. *Educación Médica*. 2016; 17(3):88-93.
- 5 Dabat A., Hernández J., Vega C. (2015). Capitalismo actual, crisis y cambio geopolítico global. *ECONOMÍAUnam*. 2012 (36) 62-89.
- 6 Farhat W, Drake J. *Bioengineering for Surgery*. 1<sup>ra</sup> ed. CHANDOS Publishing; 2016. 238 p.
- 7 Carriazo J, Saavedra M, Molina M. ¿Hacia dónde debe dirigirse la enseñanza de la Ciencia de Materiales?. *Educación Química*. 2017; 28:107-15.
- 8 Bedian L, Villalba-Rodríguez A, Hernández-Vargas G, Parra-Saldivar R, Iqbal H. Bio-based materials with novel characteristics for tissue engineering applications – A review. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2017; 98:837-46.
- 9 Rodrigues L, Mota M. *Bioinspired Materials for Medical Applications*. 1<sup>ra</sup> ed. Woodhead Publishing; 2016. 544 p.
- 10 Gajendiran M, Choi J, Kim SJ, Kim K, Shin H, Koo HJ, Kim K. Conductive biomaterials for tissue engineering applications. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 2017; 51:12-26.
- 11 Foley G. Reflections on interdisciplinarity and teaching chemical engineering on an interdisciplinary degree programme in biotechnology. *Education for Chemical Engineers*. 2016; 14:35-42.
- 12 Jian-Feng Ch. Green Chemical Engineering for a Better Life. *Engineering*. 2017; 3(3):279.
- 13 Benavides C. Perspectivas y retos en factores humanos e ingeniería de sistemas en ambientes médicos complejos. *Acta Colombiana de Cuidado Intensivo*. 2017; 1:43-63.
- 14 Williams J, Feero W, Leonard D, Coleman B. Implementation science, genomic precision medicine, and improved health: A new path forward?. *Nursing Outlook*. 2017; 65:36-40.
- 15 Hettinger AZ, Roth E, Bisantz A. Cognitive engineering and health informatics: Applications and intersections. *Journal of Biomedical Informatics*. 2017; 67:21-33.
- 16 Karjalainen T, Hoeveler A, Draghia-Akli R. European Union research in support of environment and health Building scientific evidence base for policy. *Environment International*. 2017; 103:51-60.
- 17 Manousiouthakis V. Editorial Overview: Energy and environmental engineering: Quantification of pervasive environmental emissions, and assessment of their impact on the environment and human health. *Current Opinion in Chemical Engineering*. 2017; 13: v-vi.
- 18 Kaufmann S, Palzer S. Food structure engineering for nutrition, health and wellness. *Procedia Food Science*. 2011; 1:1479-86.
- 19 Yasmeen R, Fukagawa N, Wang T. Establishing health benefits of bioactive food components a

- basic research sci-entist's perspective. *Current Opinion in Biotechnology*. 2017; 44:109-14.
- 20 Shakouri-Motlagh A, Khanabdali R, Heath D, Kalionis B. The application of decellularized human term fetal membranes in tissue engineering and regenerative medicine (TERM). *Placenta*. 2017; 1:1-7.
- 21 Miniati R, Ladanza E, Dori. *Clinical Engineering*. 1<sup>ra</sup> ed. Academic Press; 2004. 696 p.
- 22 Martin C. The interface between plant metabolic engineering and human health. *Current Opinion in Biotechnology*. 2013; 24(2):344-53.
- 23 Davy AM, Kildegaard H, Andersen M. Cell Factory Engineering. *Cell Systems*. 2017; 4(3):262-75.
- 24 Shakiba N, Zandstra P. Engineering cell fitness: lessons for regenerative medicine. *Current Opinion in Biotechnology*. 2017; 47:7-15.
- 25 Muñoz E. Evolución del impacto socioeconómico de las biotecnologías en la salud. *Medicina Clínica*. 2008; 131(5):48-54.



Revista Ingeniería y Competitividad por Universidad del Valle se encuentra bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento - Debe reconocer adecuadamente la autoría, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de una manera que sugiera que tiene el apoyo del licenciador o lo recibe por el uso que hace.

