

# LA FORMACIÓN DE LOS INVESTIGADORES Y SU NECESARIA CAPACITACIÓN PARA PENSAR *OUT OF THE BOX*

*Francisco del Pozo Guerrero*

*Director Centro de Tecnología Biomédica. Universidad Politécnica de Madrid*

## RESUMEN

Hoy día no es necesario convencer a nadie de que para proporcionar soluciones válidas a los problemas reales complejos es imprescindible un abordaje *interdisciplinar*. Sin embargo, la multidisciplinaridad no es necesariamente una garantía de éxito ni de bien hacer, peor que eso, es en muchos casos la causa de múltiples fracasos, como consecuencia de fallos metodológicos importantes derivados de dicha condición. En el presente artículo abordamos la necesidad de una adecuada capacitación de los investigadores en esta materia y en la conveniencia de que en el desarrollo de sus investigaciones piensen *out of the box*.

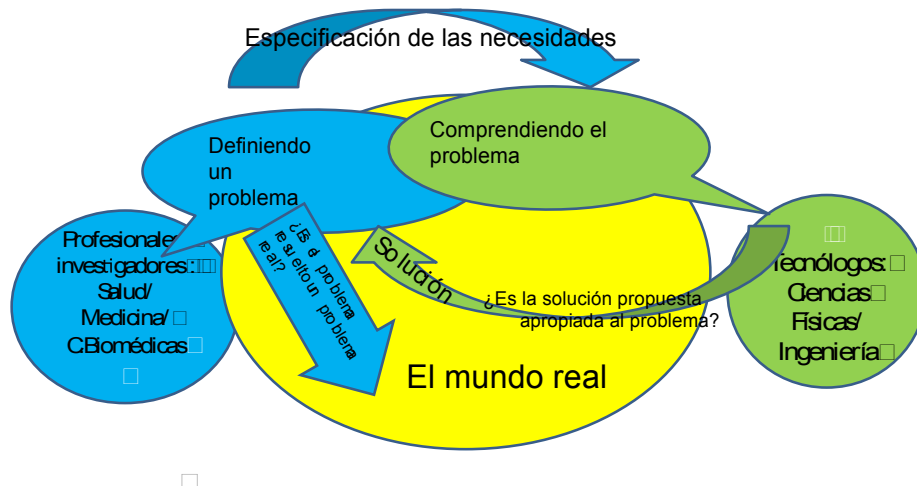
El análisis del binomio Ciencia-Tecnología nos proporciona un claro panorama para analizar aquel peligro. Desde una visión tradicional un tecnólogo es alguien capacitado para resolver problemas: un “*problem solver*” en una determinada área de conocimiento/especialidad. Este role define bastante nítidamente su lugar en el sistema, en la cadena de valor: un determinado problema dispara la necesidad de una solución; en el caso de la Tecnología Biomédica el problema surge generalmente del mundo de las Ciencias de la Vida: la biología, la medicina, la clínica, la salud,... en todos los casos de terrenos ajenos a la educación recibida por el ingeniero/tecnólogo.

Para que el tecnólogo pueda ponerse a trabajar en sus soluciones tecnológicas, los investigadores de aquellas disciplinas de las ciencias de la vida habrán de poner el problema en términos adecuados para que aquellos conozcan sin incertidumbres de qué se trata; cada parte se sitúa en su espacio correspondiente, unidos simplemente por las especificaciones del problema que una parte define y la otra desarrolla. Y aquí está el origen de muchas de las limitaciones del proceso: 1) ¿No se está limitando enormemente la capacidad de innovación y creatividad por desconocimiento de las soluciones potenciales que la tecnología puede ofrecer? ¡Sobre todo si se advierte que la innovación reside en gran medida en esas zonas frontera o limítrofes entre disciplinas!. 2) ¿Puede un profesional del lado biomédico especificar unívocamente un problema a otro profesional de cultura y lenguaje diferentes de manera que las soluciones desarrolladas a ese fin desemboquen en las soluciones deseadas? Las consecuencias son bien sabidas de todos nosotros y desde luego poco halagüeñas.

Esto nos lleva a una primera consecuencia principal: el ingeniero/tecnólogo además de *problem solver* ha de ser un *problem definer* y por tanto ha de tener el conocimiento, ha de formarse para participar en esas tareas de definición del problema; cuestionándose el viejo y manido paradigma de la multidisciplinaridad. No existe multidisciplinaridad si ésta califica el hecho de que biomédicos e ingeniero/tecnólogos coexisten escasamente unidos por problemas comunes con roles completamente separados.

## Problem solver vs. Problem definer

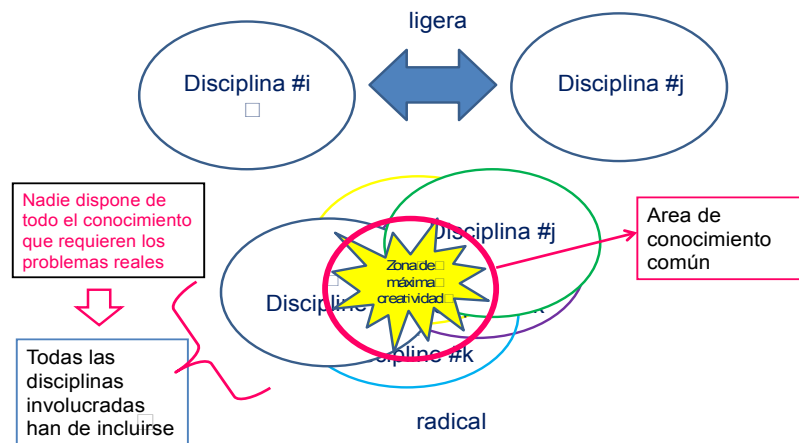
---



Sólo tendremos una multidisciplinaridad productiva si ambos investigadores trabajan juntos en todas las etapas del proceso compartiendo realmente motivaciones, conocimientos y lenguaje. Adviértase que en realidad se trata de aplicar un principio propio de la ingeniería “la solución a problemas nuevos sólo se puede encontrar apuntando a los orígenes de esos problemas”. En el caso de los ingeniero/tecnólogos ante problemas biomédicos, la dificultad que hemos de abordar, si no ponemos algún remedio, es que los orígenes están fuera de su campo de conocimiento.

## Interdisciplinaridad: ligera vs. radical

---



Sin olvidar otro aspecto esencial: que cada uno de los investigadores que cooperan entre sí, ha de ser eficaz en sus parcelas de conocimiento respectivas. La escala de valor de cada uno de ellos está situada en su campo disciplinar correspondiente. La experiencia de los bioingeniero/biotecnólogos híbridos, principalmente de los 60-70, aunque todavía se encuentran en algunas universidades europeas que insisten en ese modelo, no conviene olvidarla.

Como el día tiene 24 horas, los investigadores cuando plantean su estrategia de formación continuada, los responsables de coordinar un equipo de investigación o los diseñadores de programas de formación, tienen un problema: compaginar una intensa formación en la especialidad de ingeniería correspondiente, semejante a la de sus compañeros monodisciplinares, con el conocimiento necesario para trabajar en la definición de problemas que comportan disciplinas distintas, cada vez, además, mas numerosas como consecuencia de la evolución en complejidad y globalidad de la ciencia. El problema

tiene solución: no es necesario saber todo para alcanzar los niveles de competencia necesarios, esto es un error de concepto grave en un proyecto multidisciplinar, pero sí es necesario que todos, cada uno desde su campo, tengan una referencia común en el objetivo final pretendido. ¡En el paradigma: tu específicas y yo desarrollo no existe un objetivo final común!. ¡Quizás no sea tan pesada la carga necesaria para participar activamente en ese objetivo común!

La complejidad es una característica siempre presente de los problemas a resolver en Tecnología Biomédica y justificación principal de la multidisciplinaridad activa descrita antes, que obliga a que todas las disciplinas implicadas participen en todas las fases de definición y resolución de los problemas. La complejidad es más que un término o un calificativo para referirse a la complicación de algo (de hecho podríamos tener sistemas simples complejos), es un concepto con el que nos referimos a un tipo de sistemas caracterizados por tener un carácter dinámico, ser no-lineales y mostrar propiedades de emergencia. Su comportamiento no puede predecirse del conocimiento de sus partes.

¿Cómo tratar la complejidad de los problemas a abordar en ingeniería biomédica y definir estrategias operativas que orienten la formación de estos investigadores?

Para estudiar cualquier sistema complejo no sirven estrategias reduccionistas que tiendan a resolver los problemas mediante su partición en partes auto-contenidas, para adaptarse a entornos monoespecialidad, o con una multidisciplinaridad esporádica o escasamente interdisciplinar. Por mucho tiempo los problemas se han supuesto lineales, mecanicistas, discretos para poder ser resueltos por los ingeniero/tecnólogos mediante matemáticas y física. Esta actitud, sin embargo nos llevará, salvo contadas ocasiones, a soluciones irreales, escasamente útiles, con un efecto desmoralizador añadido que, en algunas ocasiones, puede ser enormemente frustrante.

Estamos ante la gran metáfora del principio de superposición sólo válido para una pequeña familia de sistemas, los sistemas lineales, en los que el comportamiento del todo sea la suma de sus partes. En la naturaleza podemos decir que estrictamente hablando no existen los sistemas lineales, lo que contrasta con que nuestras herramientas más sólidas y poderosas lo son sólo para ese tipo de sistemas. Estos conceptos de los sistemas físicos son igualmente aplicables al mundo del conocimiento, de las ideas, de la creación (una idea: a las máquinas, los sistemas físicos, el conocimiento no les importa si son o no lineales si su comportamiento puede ser descrito analíticamente o no. El error de tratarlos de una manera u otra es nuestro). Este oscuro panorama tiene no obstante una lectura optimista: los sistemas lineales, teóricos, son extraordinariamente aburridos, incapaces de comportamientos ricos, brillantes, creativos. Los aspectos de cooperación o competencia entre los componentes de un sistema real, soporte de su no linealidad, son al mismo tiempo la fuente de su brillantez.

Pues bien, ¿Cómo deberían condicionar estos conceptos el perfil deseado de nuestros profesionales?. El método tradicional consiste en la parcelación del conocimiento necesario para abordar con eficacia un determinado tipo de problemas en un conjunto de materias, escasamente conectadas entre sí, cuya sumación configura el resultado final obtenido y a nivel colectivo la eficiencia del método. Sin entrar en valoraciones de este método, planteemos una pregunta: ¿Será eficaz este procedimiento cuando ha de formar investigadores para operar con problemas complejos, multidisciplinarios, que demandan, como hemos visto, un abordamiento holístico y en el que una parcelación de los conocimientos no parece aceptable?

El estudio de los sistemas biomédicos complejos ha de ser enfocado a las propiedades globales no sólo a las partes constituyentes. Las teorías, conceptos y métodos de los sistemas dinámicos complejos nos proporcionan una magnífica guía: la búsqueda de principios universales o marcos de referencia para explicar el comportamiento colectivo; la evolución de los sistemas y la relación entre estructura y función.

Al aumentar la complejidad y seguir siendo necesaria la especialización (investigadores competitivos en las habilidades propias de sus competencias de ingeniería) tenemos que revisar la noción de conocimiento ancho y profundo. No debemos olvidar tampoco que la innovación está fundamentalmente en las intersecciones de las disciplinas, que, precisamente por esa razón, se convierten en polos que atraerán progresivamente nuevas disciplinas, haciendo cada vez más complejos los equipos multidisciplinares. El reto es comprender y compartir el entorno delineado por las cuestiones relevantes y permitan pensar “*outside the box*”. Cuando no se pueda abarcar todo el campo de conocimiento deseable sólo queda la solución de disponer de habilidades para el razonamiento cuantitativo, complementado con otras habilidades que le permitan pensar intensamente y críticamente en otras disciplinas. ¡No es un tema sencillo! pero sus efectos serán claros.

Otras consecuencias de la complejidad (creciente) son: 1) Surge la necesidad de codificar, expresar y compartir conocimiento eficazmente, así como nuevas herramientas de abstracción y síntesis; 2) Serán necesarios nuevos recursos cuya adquisición deberá ser justificada debidamente; 3) Deberá cuidarse las grandes diferencias entre biología e ingeniería: una percepción y comprensión diferente de la función resultado del comportamiento de grandes colectivos. En Biología: conexión difícil por el limitado conocimiento de los componentes. En ingeniería la relación entre componentes y función se deriva lógicamente y se especifica explícitamente.