



EQUIPOS MULTIDISCIPLINARIOS: EL SIGUIENTE PASO DE LA CIENCIA. (MULTIDISCIPLINARY TEAMS: THE NEXT STEP IN THE SCIENCE)

Aldo Leal-Egaña.

Department of Cell Technology and Applied Stem Cell Biology. Biotechnology and Biomedicine Centre (BBZ), University of Leipzig, Deutscher Platz 5, 04103, Leipzig, Federal Republic of Germany.

leal@rz.uni-leipzig.de

Abstract

One of the current characteristics in science, is the high complexity and technical character that becomes over the last years. This has induced the development of a specific type of professionals, highly specialized in the disciplines that they are involved in, which has produced a communicational breach between the scientists involved on different branches of the science.

One of the strategies intended to cross this breach, is the generation of *multidisciplinary* research strategies, in which professionals of every field of the science can take part, being a kind of scientific and human bridge between the different research teams where they are involved in.

This new style to do investigation has made possible the generation of new branches in science, such as for example Biotechnology. In this field -Tissue Engineering- becomes to be a very interesting example of the potential to work in *multidisciplinary teams*.

The reason for this is mainly to avoid technical mistakes, which could cause the death of some patients and which can only be solved by developing research under a multidisciplinary strategy.

Nevertheless, and in spite of the success working with *multidisciplinary teams*, this kind of strategy is rarely used in Latin-American, where the reasons seems to be centered in some aspects personal and cultural.

This work shows an example of the new style to develop complex research, which could suggest a new way of working in Latin-American, granted that there is the will to enhance current scientific level.

Palabras claves

Multidisciplinary teams; Tissue Engineering; Biotechnology; Communication; Technical Language.

Introducción

Durante los años 70, la escuela de Ingeniería de Mecánica del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT), dirigidos por el Dr. Yannas, y el Dr. Burke, Cirujano en jefe del servicio de traumatología del Hospital de Massachussets, presentaron una de las primera patentes que a revolucionó el mundo médico: un sustituto cutáneo basado en materiales biocompatibles, mecánicamente estables, y compuesto además por células cultivadas *In Vitro*, lo que en palabras sencillas quiere decir piel artificial (Yannas *et al*, 1975)

Dicha invención fue pensada y desarrollada por un equipo conjunto de Ingenieros mecánicos del prestigioso instituto de Massachussets, los cuales en la búsqueda de materiales que poseyeran características similares al tejido humano, dieron el gran paso al asociarse con sus pares médicos, quienes por su parte vieron en este trabajo la oportunidad de generar una solución médica alternativa al problema de los quemados (Yannas *et al*, 1975; Yannas y Burke, 1980).

Sin embargo, y al pensar en esa primera reunión, puedo imaginarme perfectamente una comisión de expertos en Ingeniería y Matemáticas intentando difícilmente expresar sus dudas y aciertos a sus pares Médicos. Y aun cuando esta imagen pueda parecer algo irrisoria, para efectos del desarrollo de la ciencia moderna, en absoluto lo es.

Comunicación interdisciplinaria.

La comunicación es en esencia el traspaso de información desde un emisor a un receptor.

Para que exista comunicación efectiva, en primera instancia los interlocutores deben realizarla empleando un lenguaje comprensible para ambos. En el caso de actividades profesionales multidisciplinarias, además del idioma materno (español, inglés, etc), los *vocablos técnicos* jugarán un rol preponderante en la comunicación, ya que justamente el entendimiento de este lenguaje será el que podrá facilitar o dificultar la generación de ideas innovadoras, acorde con los requerimientos de la nueva ciencia (Hauser *et al*, 2002; Sung *et al*, 2003; Montgomery, 2004).

Ejemplifiquemos tal situación y realicemos el siguiente ejercicio: intentemos asociar un término común con algún evento ligado a nuestra actividad profesional. Empleemos, por ejemplo, la palabra *respiración*: Lo que para un médico implica el proceso de inspirar y expirar un volumen de aire -lo cual puede ser a su vez indicativo del grado de *descompensación* de un paciente-, para un bioquímico representará una determinada etapa dentro de la cadena de transporte de electrones (*p.e. óxido-reducción*), mientras que para un ingeniero de procesos, una alternativa de control de una planta biológica (*p.e. empleando la técnica de respirometría*).

Como es posible de observar en el ejemplo anterior, la existencia de más de un significado asociado a un concepto que puede parecer fácil de comprender, será la primera etapa a superar en el camino hacia la generación de una comunicación con profesionales de áreas disímiles.

Sin embargo, el lenguaje no es el único punto de división de los científicos, ya que además de esto existen otros factores, entre los que se cuentan aspectos sociales, culturales y/o personales, los cuales pueden incidir en la reticencia a generar *proyectos multidisciplinarios* (Hauser *et al*, 2002; Sung *et al*, 2003), y que influirán, entre otras cosas, sobre la calificación o valoración profesional de científicos pertenecientes a distintas áreas del saber, la comprensión de los objetivos personales dentro de cada investigación, y por cierto la voluntad con que se cuenta al momento de iniciar un proyecto de este estilo, disminuyendo las posibilidades de generación de opciones interdisciplinarias.

El surgimiento de la biotecnología y la complejidad de la nueva ciencia.

Una de las características del desarrollo de la ciencia moderna es el alto grado de complejidad de la información, requiriendo cada vez más de profesionales que dominen áreas del saber sumamente específicas (Montgomery, 2004). De este modo y durante la primera mitad del siglo pasado pudimos ver que disciplinas tradicionales, como la Física o la Química, daban paso al surgimiento de sub-especialidades, como por ejemplo, Físicos cuánticos, Químicos analíticos, orgánicos, etc.

Complementariamente, los fuertes avances en dichos campos sentaron las bases para el desarrollo de las ciencias naturales, presagiando indirectamente el advenimiento de la última de las revoluciones de nuestra era: La biológica.

Aspectos del saber -impensados hace 50 años atrás- como la decodificación de la totalidad de nuestro material genético y su potencial manipulación (Proyecto *Genoma Humano*), han mostrado el poder que poseen las ciencias biológicas en la actualidad (Collins *et al*, 2003, Koski, 2005). Sin embargo, y debido a esta misma complejidad, es que para generar investigación de calidad, actualmente ya no basta solamente con emplear información circunscrita a un área específica del saber, sino que cada vez se requiere con mayor necesidad utilizar conocimiento generado y desarrollado en áreas habitualmente lejanas, y por ello ajenas al ámbito profesional tradicional, tanto del punto de vista técnico, como comunicacional.

Producto de esta necesidad, y potenciada fuertemente por los intereses industriales vislumbrados en la genética y la biología molecular, es que a mediados del siglo pasado surge una rama de la ciencia conocida como Biotecnología, la cual permitió la creación de un puente entre áreas disciplinarias que hasta ese momento se encontraban cercanas, aunque no lo suficiente como para interaccionar de manera multidisciplinaria. De esa forma, por ejemplo, profesionales vinculados a la Ingeniería Química, y que requerían cada vez más y con mayor premura conocimientos en genética o fisiología celular, comenzaron a acercarse cada vez más a microbiólogos o biólogos celulares, con el objetivo de optimizar sus procesos industriales y/o hacerlos más competitivos (Ruscio KP, 1984).

De este modo, y al igual que lo ocurrido anteriormente con la Física o la Química, se generaron algunas áreas integradas en ciencias biológicas, las cuales involucraban el saber proveniente tanto de las llamadas *ciencias básicas*, como de las *aplicadas*. Ejemplos de ello son el surgimiento de carreras con enfoques Biotecnológicos, como la Ingeniería Bioquímica, la Microbiología Industrial, etc. (Ruscio KP, 1984).

Sin embargo, es claro que existe un límite humano para el manejo de información, y que la formación de un profesional único capaz de dominar la totalidad del conocimiento existente en áreas afines del saber es imposible. Debido a esto, es que desde hace ya un par de décadas atrás la estrategia con la cual se lleva a cabo la investigación ha tomado otro cariz, comenzándose a gestar un número cada vez mayor de *proyectos multidisciplinarios*, es decir, iniciativas caracterizadas por la concurrencia de múltiples grupos de investigación provenientes de distintas áreas del saber, los cuales coinciden en torno a un objetivo científico común.

Esta estrategia es la que actualmente se presenta como habitual del mundo científico (sobre todo el latinoamericano), en donde existe un gran flujo de información entre cada una de las partes constituyentes de estas iniciativas.

Sin embargo, y a pesar de las bondades de este sistema, queda claro que si bien los *proyectos multidisciplinarios* son en sí la conjugación de cada una de las partes, esto no implicará necesariamente la existencia de una verdadera interacción o interrelación entre ellas, es decir, si bien fluye una gran cantidad de información, la forma como ésta se traspasa es casi siempre de manera lineal, y ante todo vertical, en donde un profesional de *ciencias aplicadas* emplea el conocimiento generado por sus pares de *ciencia básica*, con el objetivo de, por ejemplo, diseñar un producto comercializable o una proceso lucrativo específico.

En los *proyectos multidisciplinarios* muchas veces ambas partes concurren en un objetivo común, promoviendo a su vez el intercambio de información, pero sin existir, sin embargo, una verdadera integración entre las disciplinas. El problema que trae consigo esta estrategia, es que si bien responde al modelo multidisciplinario en sí, desde el punto de vista académico y profesional el aprendizaje -por ejemplo, del lenguaje técnico- es escaso.

A raíz de esto, se hizo cada vez más necesaria la existencia de profesionales que generaran un puente comunicacional entre cada una de las disciplinas, los cuales, sin ser especialistas en todas las áreas del saber, son capaces de comprender y manejar el lenguaje técnico necesario para unir dos o más grupos en torno a un objetivo común. Si

bien hasta hace unos años atrás, este tipo de científicos eran básicamente producto de experiencias personales, algunas iniciativas académicas destinadas a formar profesionales que posean un conocimiento básico del lenguaje interdisciplinario se están actualmente llevando a cabo (Sung *et al*, 2003; Bialeck y Botstein, 2004; Tadmor y Tidor, 2005), como por ejemplo a través de los programas desarrollados por la organización *Human Frontier Science*, la cual presenta alternativas de financiamiento post-doctoral para científicos de formación no biológica que deseen especializarse en esta área de la ciencia (HFSPO, 2006).

De este modo, es posible ver como una necesidad profesional ha potenciado la generación de instancias académicas interdisciplinarias, en las cuales se requiere, ante todo, la existencia de un lenguaje común en torno a un objetivo científico específico. Esto ha permitido generar proyectos de un nivel de especialización tal, que sin la concurrencia de profesionales de áreas distintas del saber, serían imposibles de llevarse a cabo.

Todo esto ha traído como consecuencia el alto desarrollo científico que conocemos actualmente.

Sin embargo, y aun cuando el lenguaje ha sido el mayor escollo a superar en la generación de proyectos innovativos, otra de las características del desempeño de la ciencia, y que dice relación con la forma de hacer investigación (por ejemplo el enfoque de un problema científico determinado, o la manera como se han de diseñar los experimentos), ha sido otro de los puntos que ha dividido a los académicos. De este modo, y en la búsqueda de una estrategia de trabajo que permita aunar criterios, es que se ha generado una nueva configuración: los *equipos multidisciplinarios*.

Surgimiento de los equipos multidisciplinarios y el ejemplo de la Ingeniería de Tejidos.

Una observación llamó fuertemente la atención respecto al modo como aquellos profesionales de formación multidisciplinarias realizaban ciencia: Eran capaces de comprender la forma en que se hacía investigación en grupos de disciplinas no afines. Esto quiere decir que, además de dominar el lenguaje técnico con el cual son capaces de comunicarse con profesionales de áreas distintas del saber, también son capaces de manejar aquellos conceptos internos referidos al porqué de un determinado estilo de trabajo (Hauser *et al*, 2002; *et al*, 2003; Tadmor y Tidor, 2005)

Este potencial trajo consigo que, desde hace ya unas décadas atrás, se comenzara a experimentar cada vez más con una nueva estrategia de hacer ciencia a través de *equipos multidisciplinarios*.

Este concepto evoca la existencia de grupos de trabajos compuestos por profesionales de diversas áreas del saber, que coinciden entre sí en el objetivo final de una investigación, aportando cada uno su cuota de conocimiento, pero -y a diferencia del caso señalado anteriormente- al desarrollar sus proyectos en un lugar físico común, son capaces tanto de aprender el lenguaje técnico empleado por sus pares con mayor facilidad, como de comprender el modo en que cada profesional plantea un problema científico, por lo que en este caso el traspaso de conocimiento es mucho más complejo, y por cierto, mucho más enriquecedor. Por lo mismo, el flujo de información deja ya de ser vertical, transformándose en uno eminentemente horizontal.

Esta estrategia es la que actualmente emplean un gran número de los grupos involucrados en Biotecnología, con resultados sumamente exitosos (Tadmor and Tidor, 2005).

En este contexto, y hace aproximadamente unos 20 años atrás, surge una tímida disciplina vinculada a las ciencias médicas: La Ingeniería de Tejidos. Dicha área basa su actuar en el desarrollo y diseño de estrategias y/o terapias de regeneración, reparación y reemplazo de órganos y tejidos humanos. La Ingeniería de Tejidos abarca un amplio espectro de campos, los cuales pueden ir desde la optimización de alternativas de cultivo, hasta la generación de órganos artificiales (Stock y Vacanti, 2001; Wilson, 2005; Williams, 2006).

Actualmente la Ingeniería de Tejidos es una de las disciplinas con mayores éxitos dentro de la Biotecnología Médica, siendo sus avances los que han revolucionado la práctica clínica del presente siglo. Ejemplos de ello son los actuales -y comerciales- órganos de reemplazo (piel, huesos, cartílagos artificiales) (Stock y Vacanti, 2001; Portner *et al*, 2005), o de las terapias que involucran Stem Cells (Bianco y Robey, 2001; Ulloa-Montoya *et al*, 2005).

Una de las razones por la cual esta disciplina ha tenido tanto éxito en tan corto tiempo, es básicamente por la forma en que se hace la investigación: la Ingeniería de Tejidos es obligadamente multidisciplinaria, es decir, no tiene sentido sin la concurrencia de profesionales de otras áreas (Williams, 2006). El motivo de esto es también claro: El errar en una terapia, tejido de reemplazo o sustituto biológico puede producir la muerte del paciente. Generar, por ejemplo, un corazón artificial con fines de trasplante sin tener un cabal conocimiento de mecánica de fluidos, cardiología, inmunología y electricidad simultáneamente es actualmente una alternativa impensable. Debido a que la complejidad del cuerpo humano es tal, y las opciones tecnológicas tantas -como también tantas las posibilidades de error-, que el sustentar actualmente la idea de que se puede realizar investigación de calidad empleando sólo conocimiento académico tradicional -o basándose en

estrategias productivas o comerciales-, es un sinsentido científico, y por cierto, un eminente peligro para los futuros pacientes.

Este requerimiento es el que ha obligado a crear instancias de intercambio tecnológico en las cuales, además de generar un idioma científico común -o al menos favorecer la comprensión de distintos lenguajes técnicos-, ha potenciado instancias de interacción profesional (humanas) necesarias para sentar las bases de la nueva ciencia (Williams, 2006).

De este modo, lo que partió como una necesidad, se ha transformado hoy en una de las bases del actuar de la ciencia moderna.

Equipos multidisciplinarios y ciencia en Latinoamérica.

La pregunta surge entonces: dada la exitosa experiencia respecto de trabajar en *equipos multidisciplinarios*, ¿Qué falta en Latinoamérica para potenciar esta forma de hacer ciencia?, ¿Es posible generar instancias académicas de este estilo en nuestros países?

Por una parte, y dada la claridad que se tiene respecto al papel que juega la investigación científica en el desarrollo de las naciones, es que en el último tiempo han surgido políticas gubernamentales que tienden a potenciar la introducción de este tipo de conocimiento en los distintos niveles educativos (Conicyt, 2005), lo cual ha acercado la labor de los investigadores a los distintos grupos poblacionales tradicionalmente alejados de la academia, valorizando enormemente el rol de los científicos, y trayendo como consecuencia indirecta, que una parte la población se encuentre abierta a comprender la complejidad del conocimiento, independiente de donde éste provenga.

Sin embargo, y si miramos el modo como se realiza investigación profesional en el Cono Sur, podremos observar que esta *voluntad* muchas veces no se encuentra representada en el actuar de los mismos investigadores, es decir, la generación de iniciativas científicas complejas, en los cuales se involucren áreas habitualmente lejanas del desempeño profesional, aún son consideradas como una segunda opción al momento de diseñar proyectos de investigación.

Si bien los motivos de esto último pueden ser múltiples y muy variados -dentro de las cuales podemos citar, por ejemplo, algunos de carácter geográfico (lejanía física entre los grupos capaces de colaborar), científico (carencia de un objetivo claro en un proyecto; reticencia a innovar dentro de líneas de investigación ya establecidas), personales (desconfianza de colaborar con científicos de áreas no afines) o inclusive comerciales (intereses económicos)-, el

hecho es que en nuestro continente la generación de alternativas académicas constituidas por equipos de trabajo efectivamente multidisciplinarios son aún escasas.

Este actuar ha hecho que en muchos casos la investigación Latinoamericana sea considerada de calidad pero de escasa capacidad innovadora, lo cual si bien de alguna manera está relacionado con aspectos económicos, no es menos cierto que la forma en que se hace ciencia presenta un perfil relativamente conservador (Cerezo y Verdadero, 2003), tanto desde el punto de vista institucional -en donde, por ejemplo, la generación de patentes de invención por parte de las Universidades no representa una prioridad académica-, como individual -en la cual muchos científicos se resisten a incluir entre el perfil de sus investigadores a profesionales que presenten una formación académica disímil-.

Al respecto, vale la pena recalcar la influencia de factores personales en este tipo de prácticas, donde la poca valoración o el poco reconocimiento profesional que se le da a aquellos científicos provenientes de áreas distintas del saber -lo que en muchos casos no es más que el reflejo de una falta de comprensión del lenguaje técnico y del modo como otros profesionales hacen ciencia (Montgomery, 2004)- disminuye fuertemente las instancias de interacción académica interdisciplinaria. Considerando lo anterior, podemos observar entonces que la limitación en la generación de equipos de trabajo multidisciplinarios es básicamente responsabilidad de aquellos mismos que propugnamos una mejor ciencia en Latinoamérica, es decir los mismos científicos.

Lamentablemente tras esta actitud se encuentra un factor eminentemente cultural (Cerezo y Verdadero, 2003), y aun cuando es cierto que hay aspectos que interfieren en la introducción de nuevas estrategias científicas (educacionales, económicas, tecnológicas, etc), éstas no deberían, sin embargo, influir en el modo como fluye la información (Cerezo y Verdadero, 2003).

Esta barrera, basada en aspectos culturales, es la que necesitamos modificar si es que deseamos mejorar la calidad de la investigación científica en nuestros respectivos países. El estar concientes de esas limitaciones, y a su vez el intentar sobrepasarlas, es sin duda el paso siguiente que requerimos para desarrollar la ciencia y la tecnología en Latinoamérica, asumiendo que éste es un desafío difícil, pero que claramente puede ser superado.

Referencias

- Bialeck W., Botstein D., (2004): Introductory Science and Mathematic Education for 21st-Century Biologist. Science. Vol. 303, p. 788-790.
- Bianco P., Robey P., (2001): Stem cells in tissue engineering. Nature. Vol. 414, p. 118-121
- Cerezo J., Verdadero C., (2003): Introduction: Science, Technology and Society Studies -from the European and American north to the Latin American south. Technology in Society. Vol. 25, p. 153-170.
- Collins F., Morgan M., Patrinos A., (2003): The Human Genome Project: Lessons from Large-Scale Biology. Science. Vol. 300, p. 286-290.
- Conicyt. (2005): Ciencia y desarrollo en Chile: Consideraciones para el debate. Documento elaborado por la Comisión nacional de Ciencia Tecnología (Conicyt). Octubre 2005, en www.conicyt.cl
- Hauser M., Chomsky N., Fitch T., (2002): The Faculty of Language: What is it, Who has it and How did it Envelope?. Science. Vol. 298, p. 1569-79.
- HFSPO, (2006), International Human Frontier Science Program Organization, 12, quai Saint-Jean, 67080, Strasbourg cedex, France. www.hfsp.org.
- Koski CA., (2005): The Human Genome Project: an examination of its challenge to the technological imperative. New Genet Soc. Vol. 24, p. 265-281.
- Montgomery S., (2004): Of Towers, Walls, and Fields: Perspectives on Language in Science. Science. Vol. 303, p. 1333-35.
- Portner R, Nagel-Heyer S, Goepfert C, Adamietz P, Meenen NM (2005): Bioreactor design for tissue engineering. J Biosci Bioeng. Vol. 100, p. 235-45.
- Ruscio KP (1984): The changing context of academic science: university-industry relations in biotechnology and the public policy implications. Policy Stud Rev. Vol. 4, p. 259-75.
- Stock U., Vacanti J., (2001): Tissue Engineering: Current State and Prospects. Annu. Rev. Med. Vol. 52, p. 443-51.
- Sung N., Gordon J., Rose D., Getzoff E., Kron S., Mumford D., Onuchic J., Scherer N., Summers D., Kopell N., (2003), Educating Future Scientist. Science. Vol. 301, p. 1485

Tadmor B., Tidor B., (2005): Interdisciplinary research and Education at the biology-engineering-computer science interface: a perspective. Drugs Discovery Today. Vol. 10, p. 1706-1712.

Ulloa-Montoya F, Verfaillie M, Hu S., (2005): Culture systems for pluripotent stem cells. J Biosci Bioeng. Vol. 100, p. 12-27

Yannas I., Burke J., Philip G., Chor H., (1975): Multilayer membrane useful as synthetic skin. US Patent N° 4,060,081.

Yannas I, Burke J., (1980): Design of an artificial skin. I. Basic design principles. J Biomed Mater Res., Vol. 14, p. 65-81.

Wilson D., (2005): The Early History of Tissue Culture in Britain: The Interwar Years. Social History of Medicine, Vol 18, p. 226-243.

Williams D., (2006): To engineer is to create: the link between engineering and regeneration. Trends in Biotechnology. Vol. 24, p. 4-8.