

De frente a los retos de la Tercera Revolución en la Biología

Carlos Cabal Mirabal

Resumen

Se presentan las oportunidades y retos que nuestra ciencia deberá enfrentar para insertarse en la Tercera Revolución en la Biología, en pleno desarrollo y así mantener la destacada posición que han adquirido la Biotecnología y la Medicina cubanas. Las regularidades de esta revolución así como su impacto en la sociedad que trascienden las ciencias de la vida misma son esbozadas. El papel de la interrelación de las Universidades con los centros científicos y la necesidad de una política científica real, coherente y dinámica se resaltan. Se concluye que en tenemos condiciones para enfrentar este nuevo desafío sin embargo esta oportunidad podría desaprovecharse de no actuarse, o de hacerlo lenta y parcialmente con las consiguientes consecuencias para la ciencia y la sociedad cubanas.

Palabras Clave: *Biología, Biotecnología, revolución científica*

Facing the challenges of the Third Revolution in Biology

Abstract

The opportunities and challenges that our science must face to insert itself in the Third Revolution in Biology is presented in order to maintain the outstanding position that Cuban Biotechnology and Medicine have acquired. The regularities of this revolution, as well as its impact on society, which transcend the life sciences themselves, are sketched out. The role of the interrelation of Universities with scientific centers and the need for a real, coherent and dynamic scientific policy are highlighted. It is concluded that we have the conditions to face this new challenge; however, this opportunity could be wasted by not acting, or by doing so slowly and partially, with the consequent consequences for Cuban science and society.

Keywords: *Biology, Biotechnology, scientific revolution*

Introducción

Para mantener la destacada posición que han adquirido la Biotecnología y la Medicina cubanas, nuestra ciencia deberá enfrentar, un desafío adicional: la contemporánea Tercera Revolución en la Biología, en pleno desarrollo [1-6].

Como es bien conocido, la Primera Revolución en la Biología tuvo su momento crucial con el descubrimiento de la estructura tridimensional ADN por James D. Watson y Francis Crick en 1953, considerada como su fecha de nacimiento. Ello permitió entender las bases moleculares y celulares de los más complejos procesos biológicos. Al inicio de la década del 1970 facilitó el manejo del ADN de diferentes organismos a nivel celular para producir nuevos procesos y productos, base de la Ingeniería Genética contemporánea, una original tecnología.

La Segunda Revolución en la Biología se admite universalmente como la revolución en el campo de la Genómica, en décadas más recientes. De una parte la Primera Revolución sentó las bases de la biología molecular, donde la molécula de ADN, soporte de la información biológica en interior de las células (“el hardware” de los procesos), ha permitido entender más profundamente la biología de los sistemas vivos y sus anomalías. Por otra parte, y de manera estrechamente ligado a lo anterior, en la 2da Revolución se afirmaron las bases para entender y manipular los códigos de la transmisión de la información biológica (“el software celular”).

Las conquistas de las Ciencias de la Vida cubanas (Medicina incluyendo la veterinaria, las ciencias agrícolas, las asociadas con la preservación y desarrollo del medio ambiente), en particular de la Biotecnología, son consecuencias de la combinación adecuada y simultánea de varios factores: la voluntad política del Líder de nuestra Revolución, las tradiciones de la biomedicina cubana, la existencia de una masa crítica.

En la Biología. La coincidencia de las revoluciones del conocimiento (carácter gnoseológico), con el proceso de transformaciones sociales y la real existencia de voluntad política han sido factores de éxito de la Biotecnología. Esto amerita seguir siendo abordado con más profundidad.

La Tercera Revolución en la Biología consiste, en esencia y de manera sucinta, en la convergencia de las Ciencias de la Vida, con la Física, con las Ingenierías, la Computación y las Matemáticas [1-3].

Esta convergencia no reside solo en trasladar herramientas y métodos de la Física, las Ingenierías, la Computación y las Matemáticas a la Biología, sino también, se presenta con nuevos enfoques y paradigmas. Se trata de una

interrelación más profunda entre estas ciencias para el abordaje de los complejos problemas de los sistemas biológicos de donde las ciencias convergentes con la Biología también salen beneficiadas.

Simultáneo con la 3ra Revolución en la Biología están ocurriendo otras que la catalizan. Una de ellas es la de las tecnologías cuánticas [4] con los relojes, computadoras y sensores cuánticos para usos biomédicos incrementando en varios órdenes de magnitud la sensibilidad, la resolución y exactitud de las mediciones en particular de la multiplicidades de imágenes biomédicas. Surgen nuevos métodos de modelación y simulación cuántica, de generación y trasmisión de la energía, materiales con nuevas y sorprendentes características [4].

Rasgos distintivos de las transformaciones científicas y tecnológicas que están en la base de esta 3ra Revolución en la Biología:

- Impetuoso desarrollo de las tecnologías de la información. Aumento de las capacidades de almacenamiento y post procesamiento de grandes bases de datos.
- Diseño, síntesis, manejo a distancia de nano sistemas inteligentes. Micro fabricación de nuevas herramientas de ingeniería molecular a escalas nano.
- Incremento de la sensibilidad, exactitud y resolución de los sistemas mediciones cuantitativas permitiendo la visualización de los procesos a todas las escalas de la organización de la sustancia renovando el arsenal de métodos de imágenes existente y creándose las plataformas para otros nuevos.
- Convergencia a nivel molecular e instrumental de los métodos de diagnóstico y de terapéutica (Teranóstica), de evaluación y de modificación de los sistemas biológicos bajo estudio [5,6],
- Nuevos materiales, Meta materiales, nano materiales, con propiedades y características nunca antes esperadas. Manejo (diseño, modificación, estructuración, creación y producción) de micro fluidos y de sistemas de pocos átomos, moléculas, células.
- Comprensión de la cinética de procesos complejos. Creación, manejo, simulación y modelación de nuevos sistemas complejos.
- Control dinámico de procesos tecnológicos a nivel molecular y celular permitiendo la aparición de nuevos dispositivos que sustituyen, corrigen complementan funciones biológicas.

De todo y cada uno de los puntos arriba mencionados, y de otros omitidos, existen múltiples realizaciones concretas y exitosas que en el momento actual están pujando por cambiar los enfoques, los paradigmas, las posibilidades y modos de actuar en los sistemas de I+ D y de salud en el campo de las Ciencias de la Vida.

Está determinado en gran medida por la efectividad de las interconexiones entre las universidades y los institutos de investigación para convertir rápidamente los nuevos descubrimientos en productos [1-3,5]. Las nexos, la identificación de proyectos y oportunidades, las proporciones entre las investigaciones y desarrollos básicos y los aplicados, adquieren una trascendente connotación.

Sin embargo, el carácter transdisciplinario de esta reciente revolución y las estructuras tradicionales universitarias, plantean también a la Educación Superior retos de naturaleza organizativa para lograr visiones más allá de disciplinas concretas y que el flujo de resultados se incremente acorde con la dinámica del estado del arte mundial.

En ese contexto una fortaleza las Universidades cubanas; y de otras entidades de Ciencia, Tecnología e Innovación; radica en que poseen un conjunto de centros y grupos de investigación con resultados de alto valor en los campos de la Biofísica, la Bioingeniería, los Biomateriales, la Bioinformática, la Biomatemática y los equipos médicos. Sin embargo, la existencia de una relativa dispersión de las líneas de investigación, no siempre coherentes con los propósitos de más largo alcance, que muchas veces responden a objetivos de bajo o mediano impacto, limita la trascendencia de los resultados de investigación desarrollo. Esos centros y colectivos expertos constituyen el núcleo para el diseño de una adecuada estrategia organizativa para gestar una convergencia más efectiva entre las Ciencias Naturales, la Matemática, las Ingenierías y las Ciencias de la Vida, de acuerdo a las tendencias modernas,

A su vez, es imperioso también incrementar las inversiones que beneficien aquellas investigaciones y desarrollos (I+D) en las Ciencias de la Vida que fortalezcan conexiones cualitativamente superiores con las Ingenierías, la Física y demás Ciencias Naturales y Exactas. Esas inversiones no pueden regirse por los cánones clásicos ni en los conceptos, ni en cuantía, ni en ritmo.

¿Qué impacto se puede esperar a mediano y largo plazo en los sistemas de salud y la sociedad?

- Una medicina cada vez as personalizada donde el centro de atención se desplace del tratamiento a la prevención, al diagnóstico continuo en tiempo real, con la utilización de micro y nano sensores inteligentes conectados de manera remota logrando la acción preventiva más eficaz y dinámica.
- Mayor y más integral manejo de toda la información de salud que se genera en el sistema de salud y entre la actividad científica estableciéndose las conexiones funcionales de causa efecto entre todos los niveles de organización biológica desde el molecular y celular, hasta los organismos y de estos con el

medioambiente, desde la información de laboratorio de investigación, laboratorio clínico con la vigilancia y el actuar epidemiológico.

- Incremento sustancial de la efectividad de la accesibilidad a los sistemas de salud.

Aseguramiento y control de calidad del funcionamiento de los organismos vivos en tiempo real.

- Mayor participación de los individuos sanos y pacientes en las decisiones de los modos de comportamiento y terapéutica ante eventos adversos. Sujetos, sanos y pacientes mejor informados y conectados con los sistemas de salud.
- Mejor entendimiento de las diferencias cuantitativas de lo que son las condiciones normales y anormales de funcionamiento de los sistemas vivos a todos los niveles de organización (molécula-célula-tejido-órgano-organismo-entorno ambiental), con un enfoque sistémico.
- Nuevos compuestos y sistemas para incrementar el control dinámico y tratamiento local de las enfermedades. Nuevos tratamientos médicos, nuevos mecanismo de liberación de drogas a nano escalas, nuevas capacidades de modifica desordenes genéticos. Disminución de los efectos tóxicos y secundarios de los tratamientos.
- Un sistema de salud, incluyendo la agropecuaria o agroalimentaria, más sustentable y de menor costo.

Expertos aseveran [1-3] que ésta Tercera Revolución implica avances inusuales no solo en la Biomedicina sino en la producción agrícola, las nuevas formas de energía, la sostenibilidad ambiental y la seguridad nacional. La convergencia es un nuevo paradigma que producirá avances cardinales en un conjunto de sectores desde la salud hasta la energía, los alimentos, el clima y el agua.

Resulta así imprescindible ponderar, rápida y profundamente, los procesos que tienen lugar consecuencia de estas revoluciones y diseñar un conjunto de acciones entre las que deberían de estar:

1. Evaluar y discutir científicamente en todas las instancias (proyectos, Consejos Científicos y de Dirección, la Académica a de Ciencias de Cuba,...) las regularidades, las tendencias, las oportunidades de la 3ra Revolución en la Biología concretando planes de acción a corto, mediano y largo plazo. Incluir el tema en la vigilancia tecnológica ampliando y compartiendo la información existente.
2. Fortalecer nexos reales, sistemáticos, cualitativos y cuantitativamente superiores entre las Universidades, BioCubaFarma y otras entidades de investigación científica y desarrollo en las esferas biológicas.

3. Incrementar el monto del financiamiento dedicado a la I + D incluyendo proyectos de carácter básico que converjan con los intereses de programas biológicos, biotecnológicos, farmacéuticos y biomédicos cubanos. Disminuir los plazos de los sistemas de abastecimientos de la ciencia, la tecnología, la innovación, al menos en estos campos.
4. Modificar los planes de estudio, en pre y post grado, de las carreras de Física, las ingenierías, Matemática, Química, Biología, la Medicina para que la presencia de las ciencias básicas implicadas sean fortalecidas.
5. Desarrollar un sistema intenso y sistemático de divulgación de estos procesos en la comunidad científica, médica, escolar y masiva incrementando la motivación por las Ciencias Naturales y Exactas, las Ingenierías, y las carreras de perfil biológico.

Tenemos condiciones para enfrentar este nuevo desafío. De no actuarse, o de hacerlo lenta y parcialmente, perderemos la oportunidad de participar en esta 3ra Revolución del conocimiento de las ciencias de la Vida y también el liderazgo relativo alcanzado en las esferas biotecnológica, farmacéutica y biomédica cubanas como consecuencia de la pérdida de valor agregado de los productos y por consiguiente de competitividad.

Referencias.

1. Convergence. Facilitating Transdisciplinary Integration of Life of Sciences, Physical Sciences, and Engineering and Beyond, Committee on Key challenge Areas for Convergence and health Board on Life Sciences. Division on Earth and Life Studies. National Research council of National Academies, The National Academic Press, 2014, Washington DC, <http://www.nap.edu> <http://ciret-transdisciplinarity.org/E06DA98B-6B14-49A7-A07D6BA40CF99342/FinalDownload/DownloadId3FFFBA8AB4E9123E201092920E17AE0/E06DA98B-6B1449A7A07D6BA40CF99342.pdf>
2. MIT Convergence: The Future of Health June 2016, Cambridge, Massachusetts, .June 2016, <http://www.convergencerevolution.net/s/Convergence-The-Future-of-Health-2016-Report-55pf.pdf>
3. The Third Revolution: The Convergence of the Life Sciences, Physical Sciences, and Engineering, Massachusetts Institute of Technology Convergence is a new paradigm that can yield critical advances in broad array of sectors, from health care to energy, food and climate and water. June 2011 <http://www.immagic.com/E06DA98B-6B14-49A7.pdf> [A07D6BA40CF99342/FinalDownload/DownloadId](http://www.immagic.com/E06DA98B-6B14-49A7.pdf)
4. Quantum Manifesto A New Era of Technology, Draft - March 2016 https://time.tno.nl/media/7638/quantum_manifesto.pdf

5. Cabal, C. "Regularidades y tendencias de las tecnologías al servicio de la Medicina Moderna" Revista Cubana de Salud Pública, 2008, Vol. 34 No. 3 pp. 1-5.
6. Cabal, C., Darias, D., Gonzalez, E. Musacchio, A. "The Theranostics and the molecular imaging. New concepts and technologies for the drug development", Biotecnología Aplicada, 2013, Vol.30, 3,172-77

Autor

Dr.C. Carlos Cabal Mirabal

Académico de Mérito de la Academia de Ciencias de Cuba.

Investigador Titular del Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología. Profesor Titular de la Facultad de Física de la Universidad de La Habana.

Profesor de Mérito de la Universidad de Oriente y la Universidad Nacional de La Plata.

Premio Nacional de Física 2011

Presentado: 11 de septiembre de 2017

Aprobado para publicación: 22 de octubre de 2017