

## Biotecnología: continua evolución de paradigmas

## Biotechnology: continuous evolution of paradigms

**Carlos Arturo Martínez Riascos\***

DOI: 10.15446/rev.colomb.biote.v20n2.77086

Si consideramos que la comprensión y predicción del comportamiento de un sistema es el punto de inflexión en el laborioso intento por controlarlo y maximizar el aprovechamiento que de él hacemos, el modelamiento matemático de los sistemas biológicos se torna un elemento clave en el desarrollo de la biotecnología, en todas sus áreas, no solamente en los bioprocesos.

En la ingeniería química el análisis de los procesos ha avanzado de la mano con sus paradigmas<sup>1</sup>: las operaciones unitarias en 1915, los fenómenos de transporte en 1960, la ingeniería de procesos a partir de la década de 1980 y actualmente la nanotecnología está abriendo la puerta a un nuevo paradigma. Adicionalmente, en el origen de esta disciplina se debe considerar una etapa pre-científica (pre-paradigmática) que se caracterizó por el uso de técnicas aleatorias y la adaptación de los desarrollos realizados en laboratorio.

De forma análoga, la biotecnología inicia con una etapa pre-científica, en esta etapa se desarrollaron procesos -producción de yogur, cerveza, vino, pan- con ayuda de la casualidad y la capacidad de observación. Posteriormente, el descubrimiento de los microorganismos por Leeuwenhoek en 1674, de la relación entre microorganismos y los procesos fermentativos e infecciosos por Pasteur en los años de 1860 y de las reglas de la herencia genética por Mendel en 1865 dan inicio a la estructuración de los conceptos que servirán como nudos iniciales en la red de conocimientos multidisciplinarios que conforma esta nueva ciencia.

Con Pasteur se consolidó el paradigma de la microbiología, mientras que el de la ingeniería genética requirió un siglo más para desarrollarse: el modelo para la estructura del ADN, por Watson y Crick en 1953, fue un gran avance para que en 1973 se lograra el primer experimento de ingeniería genética, pasando de las

---

\* Ing. Quím., M.Sc., Ph.D., profesor asociado del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, Director del Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Colombia camartinezri@unal.edu.co.

<sup>1</sup> El paradigma es un concepto globalizador que comprende todos los compromisos compartidos por la comunidad científica, implica la aceptación de un mismo enfoque en la resolución de diversos problemas relacionados con un área del saber (Kuhn, 2013).

mutaciones aleatorias -inducidas por la exposición agentes físicos o químicos- a las mutaciones direccionadas -soportadas por la tecnología del ADN recombinante-. Posteriormente, en los años de 1980, el término “ómica” se acuñó para referirse al estudio de un conjunto de moléculas. Por ejemplo, genómica se refiere al estudio de muchos genes en el ADN, transcriptómica es el estudio de muchos transcritos o ARNm, proteómica es el estudio de muchas proteínas, metabolómica es el estudio de muchos metabolitos (Frigolet y Gutiérrez, 2017). Con la disponibilidad de toda esta información y la posibilidad de analizarla de forma integrada se erige un nuevo paradigma para la biotecnología: un nuevo enfoque para avanzar en su desarrollo.

Complementando el trabajo práctico en los laboratorios, otra línea clave en el desarrollo de la biotecnología es la formulación de modelos matemáticos para la predicción del comportamiento de los sistemas biotecnológicos. En esta línea, el enfoque inicial empleó modelos empíricos de caja negra como el de Monod (basado en el modelo de Michaelis-Menten para los procesos enzimáticos) y poco a poco se ha avanzado en el objetivo por hacer la caja traslúcida.

Actualmente, se estudia de forma detallada los dos sub-sistemas que interactúan en los bioprocesos, la célula y su medio externo. Para analizar el medio externo se emplean conceptos, estrategias y paradigmas de la ingeniería química (transferencia de calor, mecánica de fluidos y reología, transferencia de masa, cinética de reacciones, operaciones unitarias, termodinámica), mientras que las ómicas generan la información necesaria para formular modelos estructurados para el sub-sistema intracelular (Ortega et al, 2017). Los modelos estructurados tratan de vislumbrar lo que ocurre al interior de la célula, correlacionando el genoma con la biología molecular. Esta correlación se logra con la reconstrucción de la red metabólica (Franke et al., 2005), que implica recopilar la información genética y metabólica relevante para construir un modelo matemático de las transformaciones moleculares que ocurren por causa del metabolismo.

A mediano plazo, la interacción entre estas dos estructuras de modelamiento permitirá el desarrollo de un nuevo paradigma en el análisis de los sistemas biotecnológicos, con la consecuente revolución en el aprovechamiento de los mismos.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Franke, C.; Siezen, R.J.; Teusink, B. (2005). Reconstructing the metabolic network of a bacterium from its genome. *Trends in Microbiology* 13(11): 550-558. doi:10.1016/j.tim.2005.09.001.
- Frigolet, M.E.; Gutiérrez-Aguilar, R. (2017). Ciencias “ómicas”, ¿cómo ayudan a las ciencias de la salud?, *Revista Digital Universitaria (RDU)*, vol. 18(7), septiembre-octubre. DOI: <<http://doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2017.v18n7.a3>>.
- Kuhn, T.S. (2013). *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, México D.F. ISBN: 9789681675998.
- Ortega Quintana, F.A.; Álvarez, H.; Botero Castro, H.A. (2017). Enfrentando el modelado de bioprocesos: una revisión de las metodologías de modelado. *rev.ion*; 30(1): 73-90. DOI: <http://dx.doi.org/10.18273/revion.v30n1-2017006>.