

# La bioinformática, una nueva especialidad con gran potencial para Costa Rica

JULIÁN MONGE-NÁJERA\*

## RESUMEN

*La bioinformática es la aplicación de la informática, la robótica y la nanotecnología a grandes bases de datos biológicos. Su desarrollo comenzó en la década del sesenta. Actualmente, la bioinformática permite el desarrollo de mejores medicamentos y alimentos y tiene viabilidad comercial en los países industrializados.*

*En Holanda, el tema se enseña desde la escuela primaria, pero en el resto del mundo la bioinformática es poco conocida por la población general. América Latina tiene programas activos de bioinformática en Argentina, Brasil, Colombia, Cuba, Chile, México y Venezuela.*

*En Costa Rica su desarrollo es mínimo y se limita a esfuerzos aislados, aunque Costa Rica tiene el potencial de convertirse en el líder centroamericano en bioinformática, particularmente en las áreas de salud, producción y seguridad.*

## ABSTRACT

*Bioinformatics is the application of informatics, robotics and nanotechnology to large biology data bases. Its development began in the decade of 1960 with the application of electronic computers to several branches of biology. Currently, bioinformatics are used to produce improved food items and medical drugs, and is commercially viable in industrialized countries.*

*The subject of bioinformatics is taught from the school level in Holland, but it is generally unknown to most of the population in the rest of the world. Latin America has*

*bioinformatics programs in Argentina, Brazil, Colombia, Cuba, Chile, Mexico and Venezuela.*

*In Costa Rica, the development of bioinformatics is minimal and limited to isolated efforts. Nevertheless, Costa Rica has the potential to become the Central American leader in bioinformatics, particularly in the areas of health, goods production and security.*

## PALABRAS CLAVE

*Historia de la bioinformática, América Latina, introducción al tema, bioinformática en Costa Rica.*

## KEY WORDS

*History of bioinformatics, Latin America, introduction to bioinformatics, bioinformatics in Costa Rica.*

## INTRODUCCIÓN

### ¿QUÉ ES LA BIOINFORMÁTICA?

Quienes impulsan la bioinformática nos recuerdan que esta rama relativamente nueva de la tecnología permitió documentar el genoma humano y abre puertas para mejorar extraordinariamente la salud y la producción en el siglo XXI (Zepeda, 2005).

Sin embargo, para la mayor parte de la población, "bioinformática" es una palabra vacía porque desconocen su significado. ¿Qué es la bioinformática?

González (2005) ha recopilado cinco definiciones.

\* PROMAI-Dirección de Producción, UNED, Apartado 474-2050. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica. Correo electrónico: julianmonge@yahoo.com

Según la revista *Trends*, la bioinformática es el estudio del flujo de información que se da dentro de los sistemas biológicos. Esta definición se centra por ejemplo en estudios como los hechos con el molusco marino *Aplysia californica*, cuyo sistema nervioso ha sido ampliamente estudiado debido a su sencillez.

La segunda definición corresponde a la controversial empresa privada Celera Genomics. Según esta empresa, la bioinformática es la recopilación, organización y análisis de grandes cantidades de datos biológicos mediante el uso de redes de computadoras y bases de datos.

Dado que esta empresa comercia con el genoma humano descrito mediante redes de computadoras, su definición no va más allá.

Para los Institutos Nacionales de la Salud de los EE.UU., la bioinformática es el desarrollo de herramientas computacionales para adquirir, almacenar, organizar y visualizar datos biológicos. Tal definición refleja la labor de esa organización, la cual debe por ejemplo catalogar enormes colecciones de cepas de virus y bacterias de interés médico.

La cuarta definición recopilada por González (2005) corresponde a Biobask 2010, que es el programa estratégico del País Vasco para lograr el liderazgo biotecnológico dentro de España para el año 2010. Según esa iniciativa, la bioinformática es la rama de la biotecnología que se basa entre otros en la informática, la robótica y la nanotecnología. La definición de Biobask tiene de interesante su visión futurista, pues en lugar de limitarse a la computación como hacen las definiciones estadounidenses, toma en cuenta que la nanotecnología es esencial en el desarrollo futuro de la humanidad (la nanotecnología es la tecnología de construir y usar estructuras extremadamente pequeñas, a veces de unos pocos átomos de tamaño).

Según Bejarano (1998), quien escribía hace prácticamente una década, la bioinformática o "biología molecular computacional" aplica la informática al estudio del genoma; la biología computacional estudia modelos ecológicos y fisiológicos; y la biocomputación estudia modelos lógicos en seres vivos, por ejemplo, redes neuronales.

Tras repasar las definiciones mencionadas, González (2005) propone su propia definición, según la cual la bioinformática es un conjunto de tecnologías aplicadas al estudio de grandes bases de datos biológicos. Esta definición es amplia y poco precisa, pero sirve como definición para el público general. Por su parte, Rivera (2004) cita la opinión de que la bioinformática no es ya solo una tecnología de apoyo, sino una rama de la ciencia que hace sus propias investigaciones siguiendo normas científicas estrictas. Sin embargo, para otros este aspecto científico de la bioinformática es solamente una parte de un campo más amplio que incluye fundamentalmente aspectos tecnológicos (González, 2005).

## LOS ORÍGENES DE LA BIOINFORMÁTICA

Los orígenes históricos de la bioinformática son difusos, pues como suele ocurrir en los grandes desarrollos tecnológicos, muchas personas trabajaron independientemente produciendo pequeños avances. Estos avances fueron juntándose en diversos lugares y dieron lugar, sin control centralizado, a la bioinformática.

Sin embargo, un par de esos sitios recibieron gran atención de la prensa por estar aplicando poderosas redes de cómputo a descifrar el genoma humano a partir de enormes bases de datos genéticos. Por eso, algunas personas creen que la bioinformática se originó con el Proyecto del Genoma Humano.

Pero en realidad, si nos atenemos a lo que tienen en común las definiciones de la bioinformática, que es la aplicación de tecnología para procesar de forma automatizada grandes cantidades de datos biológicos, la bioinformática se ha estado aplicando desde la década del sesenta en diferentes campos de la biología, particularmente la ecología (*e.g.* para el modelado de ecosistemas y la biología de poblaciones), la biología molecular (*e.g.* para entender la estructura de moléculas), la evolución (*e.g.* para la simulación de procesos de extinción y del origen de la vida), la biodiversidad (*e.g.* para catalogar especies y su historia natural) y la biomedicina (*e.g.* para predicciones en epidemiología). Por esta razón, es más justo decir que la bioinformática se comenzó a desarrollar en diversos lugares y disciplinas durante la segunda mitad del siglo XX.

## EL ESTADO ACTUAL DE LA BIOINFORMÁTICA

En el año 2006, la bioinformática es una rama del saber que tiene varias décadas de desarrollo en los países industrializados, y que llegó con pocos años de retraso a algunos países latinoamericanos (y con muchos años de retraso a otros).

Típicamente, hoy día un centro de bioinformática trabaja en tres grandes áreas que se comenzaron a desarrollar desde hace más de una década: investigación, educación y comercialización (CMBI, 2005).

La investigación se realiza en cualquier campo de la biología (biología molecular y celular, fisiología, ecología, sistemática, etc.) que requiera analizar masas de datos tan grandes que solamente con sistemas automatizados (*i.e.* computadoras) es factible hacerlo.

La educación en bioinformática se realiza mediante variedad de medios y en diversos niveles. Por ejemplo, en Holanda, existen desde seminarios y talleres, hasta cursos universitarios, postgrados y una carrera en bioinformática. Además, en ese país la alfabetización en bioinformática se hace desde las escuelas, llevando a la población general un conocimiento básico de qué es la bioinformática y cuáles son sus posibles usos (CMBI, 2005).

La comercialización se realiza en varios campos. Uno es la venta de servicios, que incluye el uso de instalaciones, equipo, programas de cómputo y personal asesor, así como el acceso a bases de datos, el diseño de moléculas (por ejemplo de nuevos medicamentos), la capacitación de personal e incluso la solicitud de patentes para nuevos productos que sean inventados en el centro de bioinformática (CMBI, 2005; Zepeda, 2005).

## LA BIOINFORMÁTICA EN AMÉRICA LATINA

En México existe una serie de esfuerzos y proyectos de bioinformática que tienen gran potencial debido al buen nivel científico del país y a su gran acervo en biodiversidad, pero se trata de esfuerzos generalmente aislados, por lo que el Instituto Politécnico Nacional está estableciendo una red nacional de bioinformática dentro de la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet (Mendoza, 2005).

En el Caribe, Cuba cuenta con un Centro Nacional de Bioinformática que en 2004 organizó el Primer Congreso Internacional de Bioinformática (CNBC, 2005).

Sudamérica es la región latinoamericana más avanzada en este campo. Bejarano (1998) propuso hace casi un decenio el establecimiento

de un Centro de Bioinformática en la Pontificia Universidad Javeriana de Colombia. El centro iniciaría con análisis de secuencias, filogenia y estructuras tridimensionales para aplicaciones entre otros campos en la medicina molecular y la ecología informática. Su idea fue prestar servicios en este y otros campos del cálculo científico a investigadoras e investigadores, con la academia y la empresa privada como participantes y cofinanciadores (Bejarano, 1998).

También en Colombia, se estableció el Centro de Bioinformática en la Universidad Nacional y mediante una alianza con el famoso Instituto Suizo de Bioinformática logró convertirse en el nodo colombiano de la Red Europea de Biología Molecular. Este centro trabaja según el modelo descrito: desarrolla infraestructura y capacidad en programas de computación; realiza investigación y extensión en colaboración con otros centros de bioinformática; y extiende la cultura bioinformática a la comunidad (UNC, 2005).

En Venezuela, la Universidad de Los Andes organizó en el 2003 el Primer Taller Latinoamericano de Bioinformática, con énfasis en sistemática molecular, genética de poblaciones, análisis de secuencias y predicción de proteínas. Allí mismo se trabaja en bioinformática aplicada a producir mejores plantas de cultivo y medicinas de avanzada.

En Brasil y Argentina funciona un programa de bioinformática dentro del Centro Argentino-brasileño de Biotecnología, que realiza investigación en todos los grandes campos de la bioinformática, y capacita entre otros campos en microrrejillas (usadas para identificar moléculas), algoritmos bioinformáticos (fórmulas matemáticas necesarias para hacer los cálculos), construcción de modelos y patrones de expresión génica, entre otros (UCC, 2005).

En Chile, el Centro de Genómica y Bioinformática de la Pontificia Universidad Católica de Chile trabaja en tres áreas: genómica, proteómica y bases de datos (investigación y docencia). La genómica es la rama de la bioinformática que hace el análisis molecular del genoma de los organismos. La proteómica, que estudia el conjunto completo de proteínas que se pueden obtener del genoma (información genética de un organismo) tiene como objetivo la producción de modelos digitales de proteínas. La proteómica permitirá crear nuevas moléculas para lograr medicamentos superiores a los actuales.

Todos estos esfuerzos latinoamericanos requieren coordinación para evitar el desperdicio de recursos y para lograr metas más altas. En Venezuela funciona el Portal Iberoamericano de Bioinformática, que da a conocer la información sobre cursos, becas y reuniones en este campo, incluyendo las actividades de la Red Iberoamericana de Informática (Rosales, 2005). Esta red trabaja en la formación de recursos humanos, la investigación, la cooperación entre academia y empresa privada, y en la obtención de patentes.

En junio del 2005 la red organizó las Jornadas Iberoamericanas sobre Bioinformática en Cartagena, Colombia, y su composición podría reflejar la fuerza que la bioinformática tiene en cada país latinoamericano. La red tiene 5 responsables de España, 4 de Chile, 3 de Argentina, 3 de Brasil, y un responsable de cada uno de los siguientes países: Bolivia, Colombia, Cuba, México, Venezuela y Uruguay. Los demás países no tenían responsables de la red en 2005 (RIB, 2005).

## LA BIOINFORMÁTICA EN COSTA RICA

No existen estudios sobre la historia de la bioinformática en Costa Rica; sin embargo, el Instituto Nacional de Biodiversidad utilizó intensamente la computación para inventariar

sus colecciones desde inicios del decenio de 1990 (INBio, 2005). Considerando el tamaño de las bases de datos relacionadas con el programa ATTA, puede considerarse que en sentido amplio esto corresponde a bioinformática.

En 1996 la Asamblea Legislativa de Costa Rica aprobó la participación de Costa Rica en el Centro Internacional de Ingeniería Genética y Biotecnología, con sedes en Italia e India, dentro del cual existe un programa de bioinformática (Asamblea Legislativa de Costa Rica, 1996).

En 2003 el Ministerio de Ciencia y Tecnología de Costa Rica anunció, dentro del proyecto Ciencia y Tecnología para la Competitividad, financiamiento en el área de informática "incluyendo bioinformática" (Corrales, 2003).

Como parte del Centro de Incubación de Empresas del Instituto Tecnológico de Costa Rica, se presentó en 2003 un analizador digital de biopsias congeladas desarrollado por Allan Orozco, el cual hace uso de la bioinformática para comparar muestras médicas con una base de datos de miles de células cancerosas, permitiendo una detección automática del cáncer en etapa temprana (Rivera, 2004).

Dos años después, Mauricio Arias impartió una conferencia dirigida principalmente a empresarios en la cual delineó las generalidades de la bioinformática y mencionó como áreas de interés para Costa Rica la "minería" de bases de datos, la experimentación a gran escala, y la identificación de moléculas y organismos con potencial sanitario y agrícola.

También en 2005 se propuso por parte de la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica la creación de un Proyecto de Bioinformática dentro

del Laboratorio de Biotecnología del Centro Nacional de Alta Tecnología (Monge-Nájera, 2005).

Para Costa Rica, la formación y empleo de personal graduado en bioinformática son necesarias para lograr al menos los siguientes objetivos:

1. Conservar el liderazgo científico de Costa Rica a nivel de América Central.
2. Mantener la independencia alimentaria ante el desarrollo de cultivos transgénicos por parte de compañías extranjeras.
3. Disminuir la grave dependencia que tiene el país en materia de salud (equipo y medicamentos).
4. Poder atender potenciales necesidades de seguridad nacional en un mundo donde la bioinformática será usada con fines militares.

En conclusión, varias décadas después de que se inició en los países desarrollados, la bioinformática tiene una presencia limitada pero creciente en Sudamérica y Mesoamérica. El alto nivel científico relativo de Costa Rica la convierte en la nación óptima para el nacimiento de la bioinformática a nivel centroamericano. Pero si se juzga cuidadosamente la realidad del 2006, en Costa Rica son necesarios esfuerzos mucho mayores de los hechos hasta el presente para alcanzar siquiera el nivel de la bioinformática en países que ocupan lugares intermedios de desarrollo en este campo, como Colombia y Venezuela.

#### *Agradecimientos*

Agradezco a Mónica Chávez por su ayuda con la digitación de las referencias.

## BIBLIOGRAFÍA

- ASAMBLEA LEGISLATIVA DE COSTA RICA, 1996. *Aprobación de los estatutos y el protocolo del Centro Internacional de Ingeniería Genética y Biotecnología*. San José, Costa Rica. Consultado: 12 de abril de 2005. Disponible en Internet: <<http://www.racsa.co.cr/asamblea/ley/leyes/7000/7613a.doc>>.
- BEJARANO Calderón, P. A., 2005. *Propuesta de centro de bioinformática*. Consultado: 12 de abril de 2005. Disponible en Internet: <<http://www.unad.edu.co/revistaunad/revista10/17.%20Bioinform%Etica.doc>>.
- CNBC, 2005. Primer Congreso Internacional de Bioinformática, Centro Nacional de Bioinformática de Cuba. La Habana, Cuba. Consultado: 12 de abril de 2005. Disponible en Internet: <<http://www.bioinfo.cu/congreso/pages/home.htm>>.
- \_\_\_\_\_, 2005. Centre for Molecular and Biomolecular Informatics, Radboud University Nijmegen, Holanda. Consultado: 12 de abril de 2005. Disponible en Internet: <<http://www.ru.nl/asp/get.aspx?xdl=/views/run/xdl/page&SitIdt=87&VarIdt=69&ItmIdt=11499>>.
- CORRALES, I., 2003. "Tecnología impulsará sector productivo", *La República*, 22 de diciembre de 2003, San José. Consultado: 12 de abril de 2005. Disponible en Internet: <<http://larepublica.terra.co.cr/news>>.
- GONZÁLEZ, M., 2005. *Bioinformática: a la búsqueda de su definición*. Consultado: 30 de marzo de 2005. Disponible en Internet: <<http://revista.robotiker.com/articulos/articulo80/pagina1.jsp>>.
- INBio, 2005. *Atta: Tecnología informática al servicio de la conservación de la biodiversidad*. Heredia, Costa Rica. Consultado: 21 de enero de 2006. Disponible en Internet: <<http://atta.inbio.ac.cr/atta03.html>>.
- MENDOZA, C., 2005. Reunión de otoño de la CUDI. CICESE, México. Consultado: 12 de abril de 2005. Disponible en Internet: <<http://gaceta.cicese.mx/ver.php?topico=articulo&ejemplar=89&id=57&from=buscador>>.
- MONGE-NÁJERA, J., 2005. Proyecto de Bioninformática UNED-CENAT. Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica: 14.
- RIB, 2005. Red Iberoamericana de Bioinformática, Venezuela. Consultado: 12 de abril de 2005. Disponible en Internet: <<http://rib.cccalc.ula.ve>>.
- RIVERA Cordero, S., 2004. *Pionero de la bioinformática lucha por introducir esta disciplina en el quehacer nacional*. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. Consultado: 12 de abril de 2005. Disponible en Internet: <[www.itcr.ac.cr/informatec/nopviembre-diciembre/n14.htm](http://www.itcr.ac.cr/informatec/nopviembre-diciembre/n14.htm)>.
- ROSALES, D., 2005. *Biotutor*, Venezuela. Consultado: 12 de abril de 2005. Disponible en Internet: <<http://rib.cccalc.ula.ve/documentación>>.
- UCC, 2005. *Bioinformática Aplicada a Genómica y Proteómica*. Universidad Católica de Córdoba. Consultado: 12 de abril de 2005. Disponible en Internet: <<http://www.uccor.edu.ar/paginas/seminarios/Cursos/CABBIO/Programa.htm>>.
- \_\_\_\_\_, 2005. *CBIB, Quiénes somos*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C. Consultado: 12 de abril de 2005. Disponible en Internet: <<http://bioinf.ibun.unal.edu.co/cbib>>.
- ZEPADA García, O., 2005. *¿Qué es bioinformática?* Consultado: 12 de abril de 2005. Disponible en Internet: <<http://www.solociencia.com/biologia/bioinformatica-concepto.htm>>.