
BIODIVERSIDAD Y BIOLOGÍA ORGANÍSMICA

JORGE E. LLORENTE BOUSQUETS
LAYLA MICHÁN

Biodiversidad es un concepto que se refiere a la variabilidad de lo vivo; esquemáticamente incluye toda la biota: los ecosistemas terrestres y acuáticos, los complejos ecológicos de los que forman parte, así como la diversidad entre especies (interespecífica) y variedades dentro de cada especie (intraespecífica). Por lo tanto, abarca tres niveles de expresión: biotas-ecosistemas, especies y genes. En estos niveles se integra una amplia gama de fenómenos, v. gr., los distintos tipos de hábitats, el número de especies, la riqueza de especies, los endemismos, variedades y razas de la misma especie, así como la variabilidad genética de las poblaciones, entre muchos otros (CBD 1992).

La taxonomía o sistemática constituye un área de la biología dedicada a la descripción, nomenclatura, clasificación, teoría e historia de la clasificación, especiación y filogenia de los seres vivos (Wiley 1981), incluyendo sus bases, principios, procedimientos y reglas (Simpson 1961). De esta manera formula el sistema de referencia de la biología, porque una de sus tareas principales consiste en clasificar las especies de acuerdo con fenómenos fundamentales de la vida: reproducción y filogenia. Se trata de un objetivo básico e imprescindible que, por cierto, se encuentra lejos de haber sido completado, pues sólo se ha descrito una pequeña parte de la inmensa diversidad biológica del planeta que continuamente se erosiona. Por ello, es necesario superar lo que se ha denominado como “el impedimento taxonómico” (Tautz, et al. 2003), es decir, la necesidad de expansión significativa y el mejoramiento de la infraestructura para la investigación en Sistemática, así como satisfacer la modernización, el incremento institucional y de infraestructura para los taxónomos profesionales, así como un mejor entrenamiento de su profesional técnico (Llorente, et al. 1994).

De ahí la necesidad de valorar e impulsar en su justa medida la producción de inventarios y monitoreos biológicos, fomentar la descripción y clasificación de nuevas especies y taxones, nuevos registros de distribución, los estudios florísticos y faunísticos; todas ellas tareas fundamentales de la taxonomía. De lo contrario, se corre el riesgo de que muchas de las especies no lleguen siquiera a ser descritas, pues se extinguirán y no quedará

registro de ellas. Aún quedan áreas geográficas y ambientes especiales por inventariar.

La (r)evolución informática, caracterizada por el formato digital, la masificación, democratización, la actualización e inmediatez, influye y es influida por el progreso científico y tecnológico desde finales del siglo XX. Referirse a información en pleno siglo XXI implica la mención de términos, plataformas, estructuras novedosas e innovadoras como *Web*, *grids*, laboratorios, megabases de datos, repositorios, descubrimiento basado en la literatura, minería de textos (*text mining*), web semántica, computación en nube (*cloud computer*) u ontologías, por mencionar las más frecuentes (Hine 2004). Estos cambios sin duda han repercutido en la transformación de la práctica científica a varios niveles, como el propio objeto de estudio, las técnicas y métodos, la dinámica de la producción científica, las relaciones entre los científicos, los formatos y los procesos de análisis de la información (Hine 2003).

La transformación en ciernes es tal que se han acuñado neologismos para referirse a esta forma de hacer ciencia: e-ciencia (*e-science*), e-investigación (*e-research*) y ciberinfraestructura (*ciberinfrastructure*) (NSF, 2007). La realidad biológica ya no se explora únicamente a través de los métodos tradicionales como la observación, la comparación, los experimentos y los modelos *in vivo* e *in vitro*, sino que actualmente muchos de los descubrimientos se hacen *in silico* procesando información digital con base en modelos 'reales'. También han surgido nuevos campos del conocimiento para el estudio de la biodiversidad, como la informática biológica (*biological informatics*) ciencia que se enfoca al manejo y análisis de los diferentes tipos de información biológica (Heidorn, et al. 2007), la bioinformática, la informática de la biodiversidad (*biodiversity informatics*) (Soberón y Peterson 2004; Johnson 2007) y la e-taxonomía (*e-taxonomy*) (Zauner 2009) o ciber-taxonomía (*cibertaxonomy*) (Hine 2008).

Algunas partes de la práctica taxonómica tradicional, con base en los procesos involucrados, se puede conceptualizar en ocho etapas: recolección, preparación, catalogación, determinación, intercalación, descripción, homomorfología, y relaciones (Llorente y Castro 2002). Para cada una de tales etapas, durante las últimas décadas, se han generado tecnologías, métodos y aproximaciones novedosas, muchas de las cuales han sido posibles gracias al desarrollo de las tecnologías de la computación y de nuevas visiones en el trabajo de campo. Por ejemplo, en esta nueva generación de la práctica taxonómica existe la posibilidad de tener colecciones de datos digitales (megabases de datos) taxonómicas, curatoriales, bibliográficas y de distribución (Shanmughavel 2007) que se pueden consultar en línea. Resaltan iniciativas mundiales como Encyclopedia of Life (<http://www.eol.org/>), Tree of Life (<http://tolweb.org/tree/>), genBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank/>), Barcode of Life (<http://www.barcoding.si.edu/>), Biodiversity Heritage Library (<http://www.biodiversitylibrary.org/>) y Global Biodiversity

Information Facility (<http://data.gbif.org/welcome.htm>). Otra es el diseño de software para sistematizar información taxonómica, realizar claves de identificación, analizar grandes cantidades de caracteres (moleculares y morfológicos), manejar grandes volúmenes de imágenes, hacer análisis fenéticos y filogenéticos complejos (Tiwari y Sekhar 2007; Zhang 2008; Chavan y Ingwersen 2009; Page 2009; Smith, et al. 2009), por mencionar algunos. Estos avances tecnológicos han tenido sus ventajas y desventajas (Godfray, et al. 2007). Entre las primeras están que permiten el uso de estándares internacionales, aumentan la eficiencia de los procesos y la capacidad de almacenar información, optimizan el meta-análisis e integran información que se encuentra dispersa en tiempo y espacio.

En contraste con el desarrollo de estas tecnologías innovadoras, el principal problema que enfrentan los taxónomos en la actualidad son de índole institucional, de infraestructura y de recursos, propiciado por políticas y gestiones de ciencia mundiales, regionales y locales adversas (Llorente, et al. 1994, 1999) generadas al amparo de las 'modas científicas', razón por la cual los recursos y esfuerzos se han dirigido hacia el desarrollo de las tecnologías y se ha descuidado la tarea principal de la disciplina, que consiste en la descripción y clasificación de nuevas especies y taxones (Walter y Winter-ton 2007; Boero 2010). Este problema se ha recrudecido para los países del tercer mundo que son clasificados como megadiversos porque contienen gran proporción de la biodiversidad del planeta; seis (40 por ciento) de los 17 países megadiversos se encuentran en América Latina: Brasil, Colombia, Ecuador, México, Perú y Venezuela. Individualmente, cada uno de estos países tiene más especies de plantas, vertebrados e invertebrados, que la gran mayoría de las naciones del planeta; son ricos en biotas, ecosistemas, especies, razas geográficas y taxones endémicos; todos ellos prioritarios para la conservación de *hotspots* con megadiversidad que está amenazada de extinción (Myers, et al. 2000).

Con base en lo expuesto podemos concluir que los problemas actuales de la investigación básica sobre la biodiversidad, como es el caso de la taxonomía o sistemática, disciplina estrechamente ligada con la biología organizmica (estudia a los organismos como entidad biológica fundamental), en especial los de esta región geográfica, deberán ser resueltos tanto por la vía técnica como desde la elaboración conceptual, pues ambas son indispensables. Desde 1992, con la aparición del neologismo 'biodiversidad' se han efectuado gran cantidad de reuniones nacionales e internacionales. La promesa de recursos y la exigencia de éstos han sido reiteradas, pero no llegan más que exiguamente. Otras áreas científicas se han hecho más populares durante este tiempo y es difícil competir con ellas, v. gr., la biología celular y molecular, la ecología y el cambio climático. Posiblemente la sistemática en México sea así una disciplina en extinción y las nuevas propuestas para los inventarios y otras tareas taxonómicas sólo son propuestas en el vacío.

BIBLIOGRAFÍA

- Boero, F. (2010), "The study of species in the era of biodiversity: a tale of stupidity," *Diversity* 2(1): 115-126.
- CBD (1992), "Text of the Convention on Biological Diversity."
- Chavan, V. y P. Ingwersen (2009), "Towards a data publishing framework for primary biodiversity data: challenges and potentials for the biodiversity informatics community," *BMC Bioinformatics* 10(Suppl 14): S2.
- Godfray, H. C. J., B. R. Clark, I. J. Kitching, S. J. Mayo y M. J. Scoble (2007), "The Web and the Structure of Taxonomy," *Syst Biol* 56(6): 943-955.
- Heidorn, P. B., C. Palmer y D. Wright (2007), "Biological information specialists for biological informatics," *Journal of Biomedical Discovery and Collaboration* 2(1): 1.
- Hine, C. (2003), "Systematics as Cyberscience: The role of ICTs in the working practices of taxonomy," *Oxford Internet Institute Information, Communication & Society Symposium, University of Oxford*, 13.
- Hine, C. (2004), "Social research methods and the Internet: A thematic review," *Sociological Research Online* 9(2).
- Hine, C. (2008), *Systematics as Cyberscience: Computers, Change, and Continuity in Science*. Boston: MIT.
- Johnson, N. F. (2007), "Biodiversity informatics," *Annual Review of Entomology* 52: 421-438.
- Llorente, J. y J. Castro (2002), "Colecciones entomológicas en instituciones taxonómicas de Iberoamérica: ¿Hacia estrategias para el inventario de la biodiversidad?" *Monografías Tercer Milenio (Sociedad Entomológica Aragonesa & CYTED)* 2: 207-318.
- Llorente, J., P. Koleff y H. Benítez (1999), *Síntesis del estado de las colecciones biológicas mexicanas. Resultados de la encuesta: "Inventario y diagnóstico de la actividad taxonómica en México 1996-1998"*. México, CONABIO.
- Llorente, J., I. Luna, J. Soberón y L. Bojórquez (1994), "Biodiversidad, su inventario y conservación: teoría y práctica en la taxonomía alfa contemporánea", en *Taxonomía Biológica*, J. Llorente y I. L. (comps.). México: FCE, pp. 507-520.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. da Fonseca y J. Kent (2000), "Biodiversity hotspots for conservation priorities," *Nature* 403(6772): 853-858.
- Page, R. (2009), "bioGUID: resolving, discovering, and minting identifiers for biodiversity informatics," *BMC Bioinformatics* 10(Suppl 14): S5.
- Shanmughavel, P. (2007), "An overview on biodiversity information in databases," *Bioinformatics* 19(9): 367-369.
- Simpson, G. G. (1961), *Principles of Animal Taxonomy*. New York: Columbia University Press.
- Smith, V., S. Rycroft, K. Harman, B. Scott y D. Roberts (2009), "Scratchpads: a data-publishing framework to build, share and manage information on the diversity of life," *BMC Bioinformatics* 10(Suppl 14): S6.
- Soberón, J. y A. T. Peterson (2004), "Biodiversity informatics: Managing and applying primary biodiversity data," *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B-Biological Sciences* 359(1444): 689-698.
- Tautz, D., P. Arctander, A. Minelli, R. H. Thomas y A. P. Vogler (2003), "A plea for DNA taxonomy," *Trends in Ecology & Evolution* 18(2): 70-74.
- Tiwari, A. y A. K. T. Sekhar (2007), "Workflow based framework for life science informatics," *Computational Biology and Chemistry* 31(5-6): 305-319.
- Walter, D. E. y S. Winterton (2007), "Keys and the crisis in taxonomy: extinction or reinvention?" *Annual Review of Entomology* 52(1): 193-208.
- Wiley, E. O. (1981), *Phylogenetics: the Theory and Practice of Phylogenetic Systematics*. New York: John Wiley & Sons.
- Zauner, H. (2009), "Evolving e-taxonomy," *BMC Evolutionary Biology* 9(1): 141.
- Zhang, Z. Q. (2008), "Zoological taxonomy at 250: Showcasing species descriptions in the cyberera," *Zootaxa* (1671): 1-2.