



¿Puede sobrevivir la Ecología Química sin la Química de productos naturales y la perspectiva Ingenieril?

¿Can Chemical Ecology survive without the Chemistry of natural products and the Engineering perspective?

¿A Ecologia Química pode sobreviver sem a Química dos produtos naturais e a perspectiva da Engenharia?

Juan Enrique Tacoronte-Morales ¹
jetacoronte@yahoo.com
<https://orcid.org/0000-0001-7325-7788>

Correspondencia: jetacoronte@yahoo.com

Ciencias técnicas y aplicadas
Artículo de investigación

***Recibido:** 30 de julio de 2020 ***Aceptado:** 21 de agosto de 2020 *** Publicado:** 28 de agosto de 2020

- I. Dr.Sc. en Ciencias Químicas, M.Sc. en Biodiversidad Aplicada e Investigador Titular. Su filosofía de trabajo se orienta hacia la integración conceptual y metodológica de aspectos ingenieriles, moleculares y recursos bióticos, desde la estructura, las propiedades y su funcionalidad escalable en condiciones de desarrollo sostenible.

Resumen

La Ecología Química, surgida con la revolución en biología molecular, a mediados del siglo XX, se nutrió rápidamente con los éxitos del desarrollo instrumental y de implementación de técnicas de hifenación (GC-MS, HPLC-MS, FTIR-MS, RMN, etc.), incluyendo la proteómica y la me-tabolómica. La Química de Productos Naturales, tradicionalmente orientó, exitosamente, su campo de acción en el descubrimiento de moléculas orgánicas a partir de fuentes naturales (bióticas, especies botánicas y animales), potencialmente utilizables en el tratamiento de enfermedades, como materias primas para la industria, y en la agricultura. La Ecología Química, y su perspectiva ingenieril aplicada, se encuentra hoy en una de las etapas más ambiciosas, novedosas, originales, inventivas y aplicables de su existencia conceptual y metodológica, en aras del hombre y del planeta; su fortalecimiento es el reconocimiento de la química de productos naturales, de la ingeniería química ecológica, de la prospección química de la biodiversidad, y de la necesidad de cambios de paradigmas en el pensamiento biológico y biotecnológico contemporáneo a escala de Universidad y de investigación.

Palabras Clave: Ecología Química; Biología Molecular; Química Orgánica; biodiversidad; biotecnología.

Abstract

Chemical Ecology, which emerged with the revolution in molecular biology in the mid-twentieth century, was rapidly nurtured by the successes of instrumental development and implementation of hyphenation techniques (GC-MS, HPLC-MS, FTIR-MS, NMR, etc.), including proteomics and metabolomics. The Chemistry of Natural Products, traditionally oriented, successfully, its field of action in the discovery of organic molecules from natural sources (biotic, botanical species and animals), potentially usable in the treatment of diseases, as raw materials for industry, and in agriculture. Chemical Ecology, and its applied engineering perspective, is today in one of the most ambitious, novel, original, inventive and applicable stages of its conceptual and methodological existence, for the sake of man and the planet; Its strengthening is the recognition of the chemistry of natural products, of ecological chemical engineering, of the chemical prospecting of biodiversity, and of the need for paradigm shifts in contemporary biological and biotechnological thinking at the university and research levels.

Key Words: Chemical Ecology, Molecular Biology, Organic Chemistry, biodiversity, biotechnology.

Resumo

A Ecología Química, que surgió con la revolución en la biología molecular en mediados del siglo XX, fue rápidamente nutrida por los éxitos del desarrollo instrumental y la implementación de técnicas de hibridación (GC-MS, HPLC-MS, FTIR-MS, NMR, etc.), incluyendo proteómica y metabolómica. La Química de Productos Naturales, tradicionalmente orientada, con éxito, a su campo de acción en el descubrimiento de moléculas orgánicas de fuentes naturales (bióticas, especies botánicas y animales), potencialmente utilizables en el tratamiento de enfermedades, como materias primas para la industria, y en la agricultura. La Ecología Química, y su perspectiva de ingeniería aplicada, está hoy en una de las etapas más ambiciosas, innovadoras, originales, inventivas y aplicables de su existencia conceptual y metodológica, para el bien del hombre y del planeta; Su fortalecimiento es el reconocimiento de la química de los productos naturales, de la ingeniería química ecológica, de la exploración química de la biodiversidad y de la necesidad de cambios de paradigma en el pensamiento biológico y biotecnológico contemporáneo a escala universitaria y de investigación.

Palabras-clave: Ecología Química, Biología Molecular, Química Orgánica, biodiversidad, biotecnología.

Introducción

Las nuevas disciplinas convergentes, a escala universitaria, conceptual y metodológicamente, surgen de conflictos de intereses y de la aplicación de una perspectiva sistémica de integración, que incluye cambios de paradigmas y comprensión de la necesidad de la ingeniería para la solución de problemas ambientales, energéticos, tecnológicos y educativos.

La Ecología Química, o la ciencia de la comunicación molecular entre organismos, es una disciplina que evoluciona de la integración de biólogos, ecólogos, químicos de productos naturales e ingenieros químicos con una profunda perspectiva de estructuralidad molecular como base de interacciones evolutivas, adaptativas y de propiedades de sistemas vivos, su metabolismo y la capacidad de escalar ingenierilmente esta molecularidad específica.

Esta integración se fundamenta en una potenciación instrumental y en las habilidades y capacidades de la multi-disciplinariedad y transversalidad conceptuales. Esta integración descrita se basa en la serie conceptual: “un organismo-un sistema proteómico / metabolómico-un sistema de expresión fenotípico-una molécula-un efecto molecular/conductual específico a escala espacio-temporal”; la contextualización de esta visión permite considerar que todos los

organismos emiten sustancias químicas volátiles (señales químicas) en condiciones eco-geográficas específicas y que todos los organismos, a su vez, responden a las emisiones de otros organismos.

La naturaleza, según esta percepción, entrópica y estructural, es un sistema dinámico de elevada complejidad donde las interacciones son esencialmente moleculares en todas las escalas de las interacciones ecosistémicas.

Desarrollo

Veamos, en forma simplificada, los químicos de productos naturales (fitoquímicos, bioquímicos, analistas de complejos metabolómicos, químicos orgánicos, etc.) descifran las complejidades moleculares y sub-estructurales de estas emisiones químicas volátiles y sus potenciales efectos y actividades vs. diferentes dianas bioquímicas y receptores proteínicos; los químicos ecólogos intentan correlacionar la composición química de determinadas secreciones y emisiones de compuestos volátiles con determinados efectos etiológicos, defensivos, etc.; los biólogos y ecólogos estudian la historia natural y evolución de los organismos en determinadas condiciones de desarrollo y en ambientes específicos; y los ingenieros químicos, físicos y especialistas en biónica y biotecnología intentan sintetizar, escalar en condiciones sustentables, y aplicar, desde las composiciones y análogos sintéticos de estas complejas mezclas de componentes volátiles y señales químicas, hasta los sistemas enzimáticos generadores, en diferentes sectores productivos de la actividad humana: agroquímica, control de plagas y vectores, petroquímica, y farmacéutica.

No es raro, entonces, que esta colaboración integral multidisciplinaria sea conceptualmente fascinante, y muy productiva, constituyendo hoy un pilar fundamental en la prospección química de la biodiversidad como fuente de moléculas líderes con alto valor agregado tecnológico e intelectual, facilitando nuevas estrategias de conservación y utilización de la biodiversidad como recurso en condiciones de desarrollo sustentable integral.

La Ecología Química, surgida con la revolución en biología molecular, a mediados del siglo XX, se nutrió rápidamente con los éxitos del desarrollo instrumental y de implementación de técnicas de hifenación (GC-MS, HPLC-MS, FTIR-MS, RMN, etc.), incluyendo la proteómica y la me-tabolómica. La Química de Productos Naturales, tradicionalmente orientó, exitosamente, su campo de acción en el descubrimiento de moléculas orgánicas a partir de fuentes naturales (bióticas, especies botánicas y animales) potencialmente utilizables en el tratamiento de enfermedades, como materias primas para la industria, y en la agricultura. Su

expansión intensiva en los dominios de la Ecología Química ha ampliado, a escala planetaria, su horizonte conceptual y metodológico de acción tanto a nivel fundamental como aplicado y la comprensión de las bases químicas de las interacciones bióticas.

La Ingeniería Química, desde su perspectiva sintética y capacidad para diseño de procesos, en integración con procesos biológicos, ha facilitado la comprensión de la serie conceptual: estructuralidad-funcionalidad-escalabilidad-aplicabilidad (EFEA), desde el conocimiento de parámetros moleculares de estos mensajeros químicos hasta su síntesis y escalado industrial en condiciones green y ambientalmente sustentables.

Pensemos cuan profundamente la Ecología Química, como disciplina sistémica científicamente fundamentada, ha potenciado nuestro conocimiento sobre los sistemas de señales químicas entre organismos y modificado nuestra visión del mundo biótico y biogeoquímico y sus interacciones a escala espacial y temporal. Todo está, molecularmente, en interacciones constantes, que definen comportamiento y evolución.

La Ecología Química, desde sus orígenes, ha generado y utilizado la “molecularización” a todas las escalas de las interacciones bióticas en todos los ecosistemas, y en la integración a disciplinas moleculares biológicas. Las moléculas, y complejos moleculares, que actúan como señales químicas y transfieren información de un organismo a otro, son biosintetizadas mediante control genético, transportadas hasta receptores específicos, transducidas a señales neuronales, neuroendocrinas o fitoendocrinas y, eventualmente, después de una cascada de efectos e intermediarios molecularmente activos, traducidos a respuestas morfo-genéticas o conductuales.

Cada fase de esta serie de eventos comprende, en sí misma, la interpretación de información molecular, desde estructuras de decenas de Dalton hasta mega-sistemas, verdaderos monstruos moleculares. Está claro que la Ecología Química se fortalece con cada oportunidad generada por los avances en biología molecular, incluyendo la bioinformática y la biología sistémica.

Es significativo destacar que la Ecología Química, como disciplina sistémica convergente se caracteriza por un extraordinario potencial exploratorio y diapasón de oportunidades, incluyendo las capacidades analítico-instrumentales cada vez más sofisticadas, que permiten el análisis estructural a partir de cantidades minoritarias de moléculas mensajeras (señales químicas) en concentraciones del orden de 10^{-8} - 10^{-10} mole y menos, colectadas en cualquier escenario o ambiente (atmósfera, aguas, suelos, organismos). En este contexto, y dado el gran desafío instrumental y aventura conceptual-molecular, mientras menos constricciones y

restricciones (financieras, instrumentales, organizacionales) sobre la química de los productos naturales y su ingenierización, mejor se comprenderá la significación molecular de las interacciones bióticas y más contextualizadas y efectivas serán las estrategias de conservación y uso racional de la biodiversidad como patrimonio y recurso con alto valor agregado. Todo soporte logístico, financiero y fiscal, incluso gubernamental, debe orientarse en esta dirección, hacia la Ecología Química Aplicada y su perspectiva ingenieril-tecnológica.

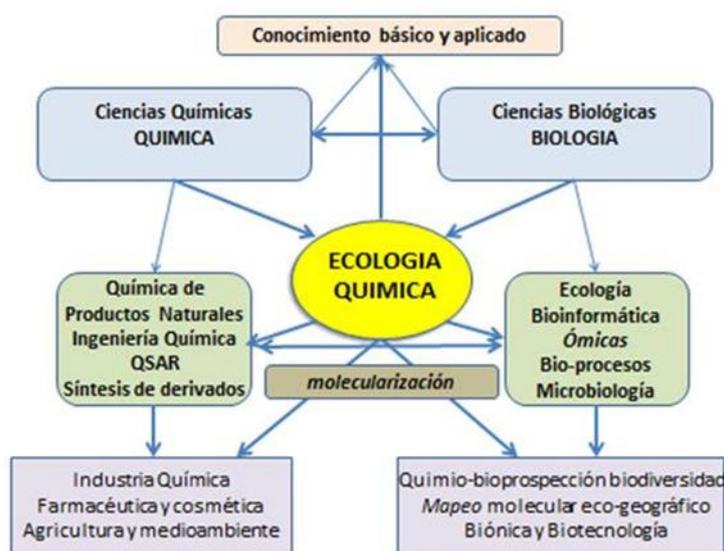
Las Universidades e Institutos Politécnicos con estrategias reconocidas de investigación-docencia y programas de I + D + Innov.+ Aplicación en tiempo real, con programas curriculares y syllabus en química de productos naturales, están re-valorando la significativa importancia de la Ecología Química como disciplina sistémica e integradora y potenciando todo liderazgo en este campo fascinante en una época post-genómica, metabolómica, proteómica y ómica en general, organizando departamentos y grupos de investigación en Química Ecológica, Ecología Industrial, y Biología Química Aplicada donde se integran en colectivos de trabajo tanto químicos analíticos, químicos orgánicos y de productos naturales, ingenieros químicos, bio-informáticos, biólogos moleculares y ecólogos, botánicos, zoólogos, microbiólogos, geólogos y geógrafos, pléyade gloriosa en aras de la comprensión de la significación molecular de la naturaleza y su conservación estratégica. Esta disciplina, la Ecología Química, es simpatética tanto con la Biología como con la Ingeniería Química y Química, así como con las necesidades respectivas a ambas ciencias y debe considerarse obligatoria en todo espacio curricular universitario y tecno-ingenieril.

Un caso exquisito es la Facultad de Ingenierías de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, organización docente-investigativa que ha logrado nuclear a un grupo de colaboradores de diferentes especialidades científicas, y orientar el programa docente-investigativo hacia los estudios de Biodiversidad Aplicada o Estructural incluyendo la Ecología Química Aplicada y su significación ingenieril, desde la prospección molecular hasta la educación ambiental, incursionando en aspectos de ancestralidad, antropología, ficología y estudios socio-ambientales, en condiciones de franca lucha de contrarios del alma, la memoria y la necesidad histórica.

Conclusiones

La Ecología Química, y su perspectiva ingenieril aplicada, se encuentra hoy en una de las etapas más ambiciosas, novedosas, originales, inventivas y aplicables de su existencia conceptual y metodológica, en aras del hombre y del planeta; su fortalecimiento es el

reconocimiento de la química de productos naturales, de la ingeniería química ecológica, de la prospección química de la biodiversidad, y de la necesidad de cambios de paradigmas en el pensamiento biológico y biotecnológico contemporáneo a escala de Universidad y de investigación. Negar esto y su significación para el aprovechamiento de recursos bióticos como fuente de alto valor agregado es limitar el futuro de la Ecología Química Ingenieril y minimizar, de manera simplista y poco objetiva, la necesidad de aplicar nuevas estrategias de conservación de la biodiversidad y de educación ambiental, tanto en aras del desarrollo sostenible nacional como del desempeño de excelencia de la Universidad Técnica “Luis Vargas Torres” de Esmeraldas, Ecuador.



¡Participemos pues del desafío y de la gloria... hacia la fundamentación de la Ecología Química Aplicada y la prospección molecular e ingenieril de la Biodiversidad!

Referencias

1. Anaya, A. () Ecología Química. Materia: ISBN: 970-722-113-5 EAN: 9707221135. Disponible en <http://www.plazayvaldes.es/libro/ecologia-quimica>
2. Henkel, Marlon (2015). *21st Century Homestead: Sustainable Agriculture I* (en inglés). Lulu.com. p. 117. ISBN 978-1-312-93953-0. Consultado el 17 de marzo de 2020.
3. Hughes, D. P.; Pierce, N. E.; Boomsma, J. J. (2008). «Social insect symbionts: evolution in homeostatic fortresses». *Trends in Ecology & Evolution* **23** (12): 672-677. PMID 18951653. doi:10.1016/j.tree.2008.07.011.

4. Molles, Manuel C. Jr. (2006). *Ecología: Conceptos y aplicaciones*. (3.ª edición). Madrid: McGraw-Hill. [ISBN 844814595X](#).
5. Malacalza, Leonardo, ed. (2014). *Ecología y ambiente*. Asociación de Universidades Grupo Montevideo - Universidad Nacional de La Plata. p. 303. [ISSN 2314-1743](#). Consultado el 11 de agosto de 2014.
6. Santana, Adalberto Coord. (2011). *Energía, medio ambiente y política en América Latina*. México: UNAM. [ISBN 978-607-02-2814-8](#)
7. Tacoronte, J. (2016). ¿PUEDE SOBREVIVIR LA ECOLOGÍA QUÍMICA SIN LA QUÍMICA DE PRODUCTOS NATURALES Y LA PERSPECTIVA INGENIERIL? ... Hacia la molecularización ingenieril de la biodiversidad como recurso. Revista Bioñan; Universidad Central del Ecuador-Centro de Biología. Documento en línea. Disponible en:
https://issuu.com/andresgranda1/docs/revista_bio__an_ultimos_cambios__ma/136.

©2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).