

# QUIMIOFILIA

Divulgación de la Ciencia Química

Primer Tomo

## El propósito de la CIENCIA QUÍMICA

- EL ENLACE • SÍNTESIS ORGÁNICA
- QUIMICA FARMACÉUTICA • QUIMICA VERDE
- BIOCATALISIS • QUÍMICA ECONÓMICA

Alejandro Torres

Gavilán Ciencia y negocios  
El nuevo pensamiento científico

MITO QUÍMICO  
Las microondas  
y su mal entendimiento

Fue Jöns Jakob Berzelius, uno de los pilares de la química moderna –junto con Dalton, Lavoisier y Boyle– quien introdujo en 1836 el término *fuera catalítica* o *catálisis*. El término sirvió para describir reacciones que aumentaban su velocidad por efecto de sustancias presentes en el medio y que al final del proceso permanecían inalteradas, los *catalizadores*.

Debido probablemente a sus estudios en medicina, Berzelius relacionó a la catálisis con procesos biológicos, pensando que debería haber sustancias que sostuvieran las funciones vitales sin tomar parte en ellas. ¡No estaba equivocado!; en 1876 Kühne reforzó esa idea al estudiar los componentes funcionales de una levadura y emplear el término *enzima* para referirse a algunos de ellos. Dos años más tarde Traube reconoció a estos componentes como sustancias químicas formales –responsables de la catálisis, al menos en sistemas vivos–.

# BIO

CONTRIBUIR A LA  
SUSTENTABILIDAD  
DE LOS PROCESOS  
QUÍMICOS  
EXISTENTES

# CATÁLISIS

**LA DISCIPLINA CIENTÍFICA QUE LE  
HA DADO UNA NUEVA VISIÓN A LAS  
ACTIVIDADES Y OBJETIVOS DE LA  
QUÍMICA**

(por) **Edmundo Castillo**

Es así que a partir de estos trabajos inicia una fructífera producción de información y datos que colocaron a las enzimas en la mira de la ciencia. Se destacan en 1894 los trabajos de Emile Fischer y sus Reglas Estereoquímicas descubiertas en enzimas o los descubrimientos de Eduard Buchner en 1897 en donde propone que las fermentaciones pueden suceder fuera de una célula, contradiciendo completamente a la hasta ese momento vigente *Teoría Vitalista*. Es importante subrayar que la catálisis en sistemas vivos se respaldó siempre en elementos fundamentales de la química para poder explicar dichos descubrimientos. Pronto se supo que una enzima contiene funciones alcalinas y ácidas y que sus transformaciones corresponden en muchos de los casos a sistemas de reacción clásicos reportados para sistemas no biológicos. De hecho, los mismos Michaelis y Menten, conocidos por su descripción matemática del comportamiento cinético de las enzimas, se basaron en la Cinética Química para proponer un modelo matemático de la hidrólisis de sacarosa catalizada por la enzima invertasa.

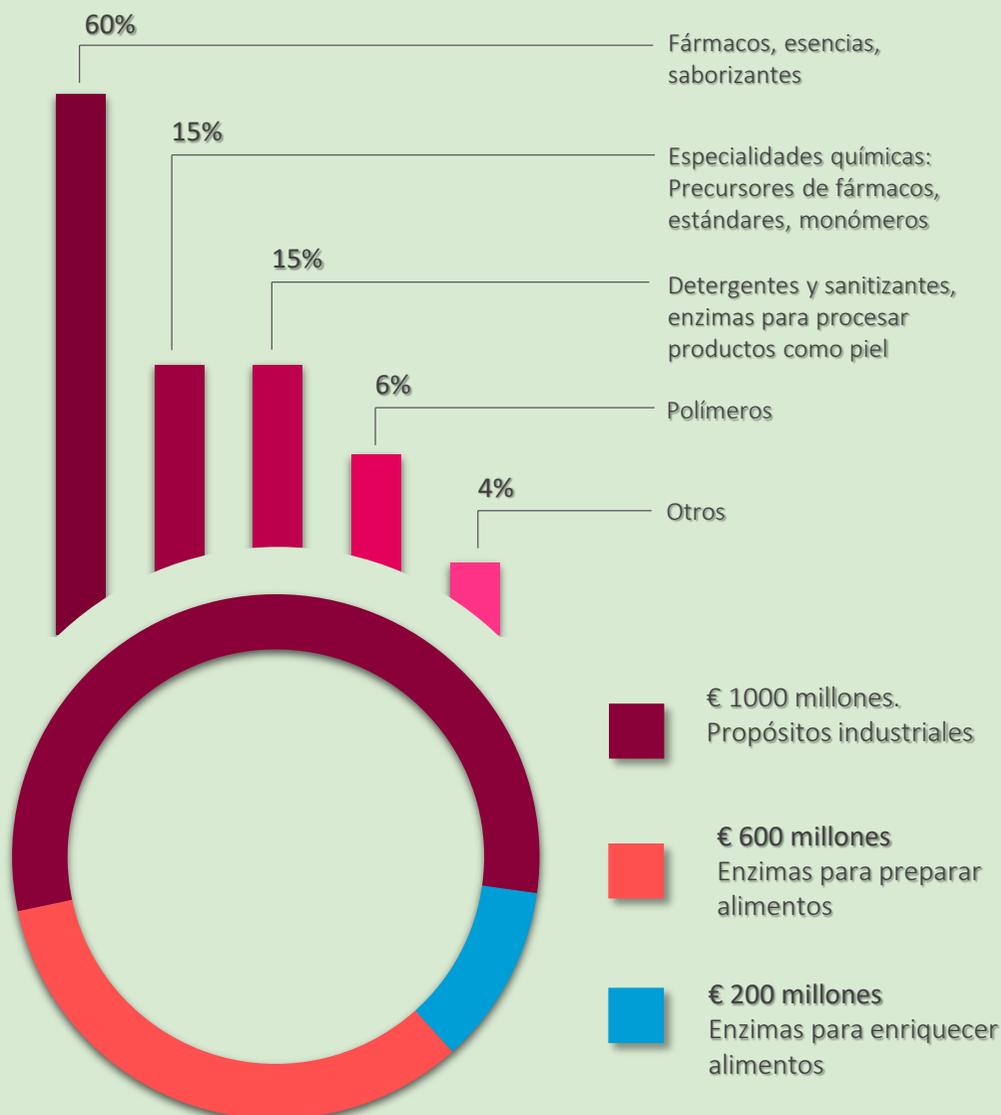
## **EL PRIMERO EJEMPLO DEL USO DE ENZIMAS EN DISOLVENTES ORGÁNICOS LO DIO BOURQUELOT EN 1912 Y ROSENTHALER FUE PRIMERO EN USAR UNA ENZIMA EN SÍNTESIS ORGÁNICA EN 1908**

Únicamente entendiendo sus propios procesos y dándole una categoría científica a sus aportaciones, durante mucho tiempo la enzimología no brindó un beneficio palpable y confiable a las actividades de la química tradicional. Sin embargo, esta idea cambiaría cuando en 1977, los descubrimientos del grupo del Dr. Alexander Klibanov en el Instituto Tecnológico de Massachusetts establecieron la posibilidad de utilizar a las enzimas en medios no acuosos, inaugurando lo que para muchos es la nueva área de la química, *La Biocatálisis aplicada a la síntesis orgánica*.

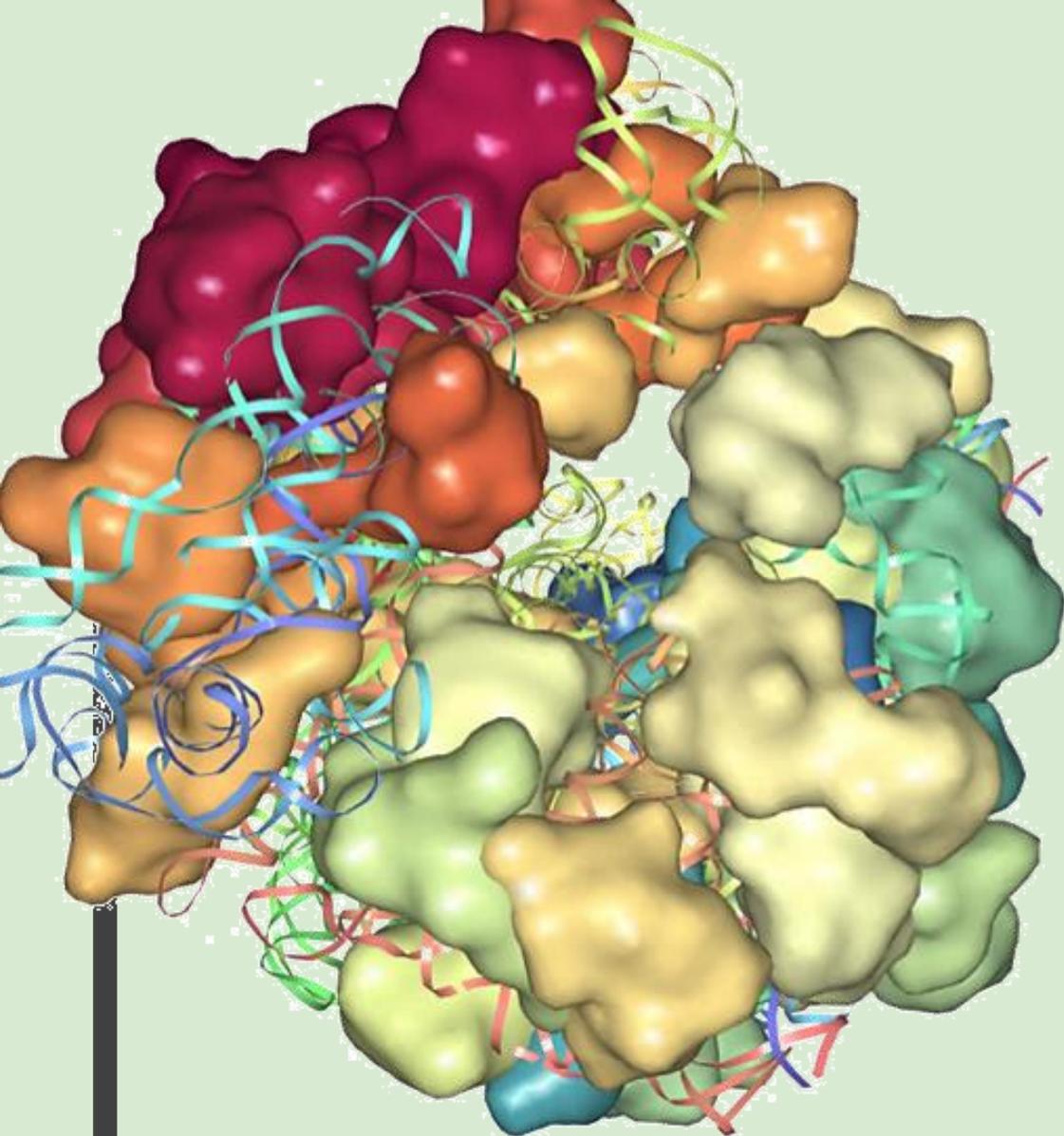
Pese al escepticismo con la que muchos todavía consideran a la biocatálisis, esta disciplina le ha dado una nueva visión a las actividades y objetivos de la química. Si bien, en la actualidad su impacto se ha orientado más a refinar los métodos y estrategias ya existentes de la química y menos a la obtención de compuestos novedosos, el uso de biocatalizadores en síntesis muestra aún un terreno muy fértil de aplicación. Uno de los aspectos donde el impacto de la biocatálisis ha sido determinante, es en el contribuir a la sustentabilidad de los procesos químicos existentes. En efecto, la biocatálisis brinda procesos más limpios, rápidos y eficientes, lo cual de forma clásica es difícil de alcanzar o resolver.

Ya no es desconocido que una síntesis enzimática se puede planear y manipular como cualquier síntesis química clásica. Actualmente buena parte de los métodos y productos de síntesis se pueden obtener con una enzima y más aún, así es como muchos productos que antes no existían ahora son posibles.

Una característica de las enzimas es que cuando se emplean fuera de un organismo vivo pueden catalizar reacciones para las que no fueron diseñadas. Esta propiedad, conocida como *promiscuidad catalítica* ha permitido utilizar enzimas para reacciones muy costosas, muy lentas o prácticamente imposibles de realizar.



Desde el punto de vista económico, la biocatálisis es uno de los mercados más crecientes de los últimos 60 años. Interviniendo en la producción de combustibles, fármacos, textiles, pieles, alimentos, papel, energía, metales y procesando desechos, para 2010 la industria química generó 20% de sus ingresos con enzimas. Uno de los mejores ejemplos es la glucosa isomerasa, cuya demanda en 1975 era de 500 kilogramos anuales y aumentó hasta 10 millones de toneladas anuales para 2007. Otro ejemplo de éxito de la biocatálisis es la compañía Novozymes, el actual líder en comercialización de enzimas en el mundo. Fundada en 1950, en sus primeros cuatro años cotizaba sus ingresos en \$50 MDD anuales y para 2003 ya había alcanzado la suma de \$1000 MDD; para el 2008 su mercado se estimaba ya en los \$2000 millones de euros.



Estos avances han sido posibles gracias a la producción de proteínas recombinantes y a la ingeniería de proteínas, disciplinas de biotecnología desarrolladas en los últimos 30 años. Estas disciplinas se han encargado del aislamiento, caracterización, producción y mejoramiento catalítico de las enzimas. De esta manera, en los últimos años los biocatalizadores se han vuelto cada vez menos costosos y han ampliado su espectro de aplicaciones. Se estima que en la naturaleza existen 25 mil enzimas, de las cuales 3700 ya han sido estudiadas y caracterizadas, por lo que la era de la enzimología apenas asoma su potencial.

El avance de la biocatálisis y la importancia de la bioquímica son tales que no existe actualmente ningún cuestionamiento de síntesis química que no considere, al menos en el papel, a una enzima –o varias– para ser resuelto. Más aún, no existe ninguna área de la química que no se vea seriamente cuestionada si sus aportaciones o afirmaciones a nivel teórico o experimental no coinciden con el comportamiento de cualquier sistema biológico.

### **Edmundo Castillo**

Profesor investigador de tiempo completo en el Instituto de Biotecnología de la UNAM, Nivel II del Sistema Nacional de Investigadores.

Ha publicado más de 40 artículos en revistas internacionales.

Ha dirigido 3 tesis doctorales, 11 de maestría y 5 de licenciatura  
edmundo@ibt.unam.mx