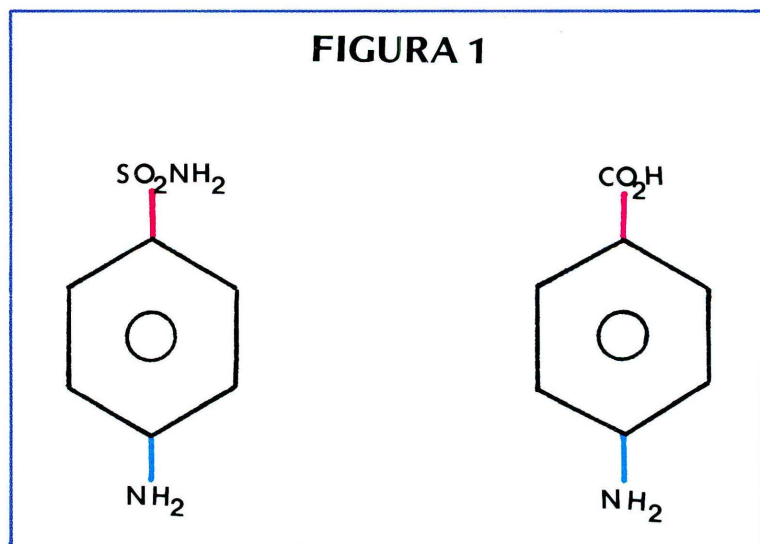


# Síntesis Orgánica: Ciencia y Arte

Rodrigo Paredes\*



La síntesis orgánica es la rama de la química que versa sobre la preparación sistemática de compuestos orgánicos de interés y utilidad, partiendo de otras sustancias generalmente más comunes y sencillas. Uno de los ejemplos clásicos de cómo trabaja la síntesis orgánica se dio durante la Segunda Guerra Mundial cuando Alemania, carente de recursos petroquímicos, tuvo que acudir a sus químicos para que desarrollaran métodos sintéticos que permitieran convertir el carbón de hulla en toda una gama de productos indispensables para sostener su esfuerzo bélico tales como combustibles, explosivos, drogas, polímeros, etc. Otro ejemplo interesante de la utilidad y metodología de la síntesis orgánica ocurrió en el desarrollo de las llamadas drogas "sulfa", al descubrirse que la sulfanilamida I, compuesto sintetizado en los años 30, presentaba actividad antibacteriana y era por lo tanto útil como droga debido a su similitud estructural con el ácido paraaminobenzoico II, el cual es un metabolito esencial. En efecto, la sulfanilamida compite con este ácido por los sitios reactivos en las enzimas de las bacterias. Al no contar con el metabolito esencial el organismo no se puede reproducir y muere (fig. 1).

Un problema que presentó la sulfanilamida al usarse como droga fue

su toxicidad para el cuerpo humano, por lo que se hizo necesario modificar su estructura manteniendo su actividad antibacteriana. Los químicos orgánicos sintéticos lograron preparar varios nuevos compuestos con estas características.

Es un hecho que casi toda la tecnología del mundo moderno reposa en la síntesis orgánica que produce nuevos fármacos, plásticos, colorantes, carburantes, detergentes, insecticidas y otros innumerables productos.

Sin embargo, la capacidad para predecir la utilidad de un nuevo compuesto con base en su estructura molecular es muy limitada. Por ello muchas industrias químicas invierten buena parte de su presupuesto en la preparación de nuevos compuestos potencialmente útiles.

Frecuentemente los químicos orgánicos sintéticos buscan desarrollar métodos eficientes, fáciles y económicos para cambiar sólo una parte de un compuesto a otra estructura deseada. En estos casos se dice que se modifica un grupo funcional en otro. Se ha producido una gran cantidad de reacciones que

cumplen este propósito y casi siempre se conoce cada una de ellas con el nombre del químico o de los químicos que desarrollaron la reacción.

Veamos algunos ejemplos clásicos. La conversión del grupo carbonilo  $-C=O$  al grupo metilénico  $-CH_2-$  es una reacción muy útil e importante. Una de las dos reacciones desarrolladas para este fin es la llamada reducción de Wolff-Kishner.

La llamada reacción de Wittig, en honor del químico alemán Georg Wittig quien ganó el Premio Nobel de Química en 1979 por su método sintético, introduce en lugar del oxígeno carbonilo de un aldehído o una cetona, un carbono olefínico apropiadamente sustituido.

También se pueden desarrollar cambios generales más amplios en la estructura de las moléculas de los sustratos en lugar de que ellos ocurran sólo en uno de sus átomos como en los casos anteriores. Por ejemplo este autor, en conjunto con el químico noruego Arne S. Berg, desarrolló un método que permite sintetizar ésteres del ácido ciclopropeno-3, 3 - dicarboxílico con variados sustituyentes  $R_1$  y  $R_2$  a partir

de los adecuados compuestos carbonilos: (fig. 2).

Para el químico orgánico sintético es fundamental tener una buena base teórica ya que a ella tendrá que acudir a la hora de predecir la posibilidad de que ocurra una reacción o para analizar cómo un cierto producto pudo haberse formado. La práctica de la síntesis orgánica exige dominar las reacciones clásicas y fundamentales de la química orgánica pues ellas deben manejarse como herramientas de trabajo en las varias conversiones químicas requeridas en la síntesis de un cierto compuesto. Pero no sólo hay que dominar la química orgánica fundamental sino también conocer los principales y los más modernos métodos sintéticos los cuales, en un momento dado, pueden ser decisivos para que una cierta transformación deseada se pueda llevar a cabo exitosamente.

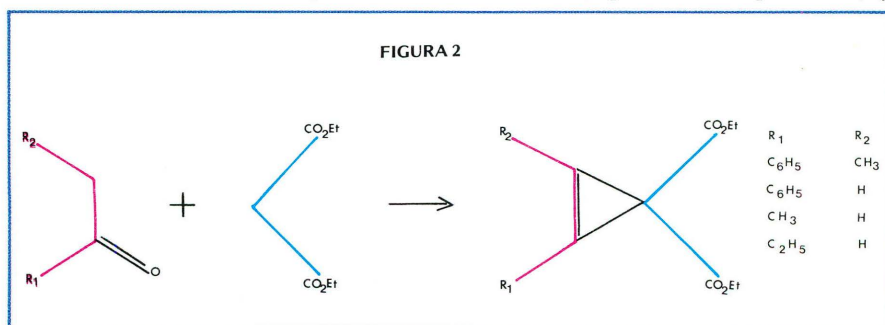
Los nuevos compuestos orgánicos de interés tienen que ser sintetizados en el laboratorio y los modernos métodos sintéticos, en últimas, también tienen que desarrollarse y comprobarse en este mismo lugar. Así que, en gran parte, el grado de excelencia y éxito de un químico orgánico sintético depende de su capacidad y destreza para el trabajo en el laboratorio. Creo que en buena medida esto es un arte. La intuición, el gusto, la imaginación, la malicia y esa habilidad tan particular que poseen ciertos químicos para el trabajo experimental en la síntesis orgánica constituyen tal vez más un

atributo artístico que una visión puramente científica.

Por último, un punto fundamental que quisiera destacar en estas notas es el gran efecto formativo que confiere al estudiante el trabajo investigativo en síntesis orgánica. Tal vez en ninguna otra área de la química orgánica es el trabajo tan variado, imaginativo y motivante, ya que en adición a los múltiples esfuerzos preparativos hay que acudir a las técnicas espectrométricas modernas en la identificación de los productos

unos diez investigadores trabajando sobre variados aspectos en el área.

Las implicaciones para el futuro del país por la aplicación de la síntesis orgánica son bien importantes. La industria nacional relacionada con procesos químicos (petroquímica, sucroquímica, carboquímica, bebidas, alimentos, plásticos, colorantes, etc) debe empezar a constituir laboratorios eficientes de investigación y desarrollo de tal forma que deje de ser exclusivamente de producción con base en técnicas y procesos importados, y



y para monitorear el curso de las reacciones. Por otro lado, los métodos de separación y purificación de los productos cubren una amplia gama, desde los más tradicionales como la destilación hasta los más modernos como la cromatografía líquida de alta eficiencia.

En Colombia a raíz del establecimiento de programas de postgrado en Química, en las Universidades Nacional, del Valle e Industrial de Santander, se empezó a investigar en síntesis orgánica y a formar químicos orgánicos sintéticos a nivel de magister. En las tres universidades mencionadas hay aproximadamente

empiece a tener la capacidad de crear nuevas tecnologías más acordes con nuestra realidad y a solucionar los problemas que se presenten sin tener que acudir a personal extranjero. Los químicos orgánicos sintéticos formados en el país, y por ello conocedores de los recursos y realidades existentes, constituyen en buena parte el personal llamado a ocupar las posiciones de liderazgo en estos laboratorios de investigación y desarrollo vitales para aminorar la dependencia tecnológica y científica. □

\* Profesor emérito, Departamento de Química, Universidad del Valle. A.A. 2188 Cali.

#### HACIA UN...

*Viene de la pág. 5*

El enfoque de sistemas no es una especialidad metodológica, sino una actitud frente al problema que insiste en analizar sus relaciones con el entorno y concibe soluciones integrales. La región es el ámbito mínimo para aplicar efectivamente este enfoque.

La investigación debe planificarse

para regiones definidas como áreas contiguas, con características ecológicas semejantes y conexiones viales y de mercado que las integren alrededor de un centro poblado. Este criterio de región no siempre coincide con las divisiones político-administrativas.

La investigación debe buscar opciones para cada tipo de productor, empresa de servicios, comercio o agroindustria que exista o pueda gestarse en su región, evitando que

sus esfuerzos privilegien a un grupo o sector sobre otro, o que promuevan enclaves de desarrollo aislado, sean fincas, cultivos específicos o industrias. El desarrollo económico de la región sólo puede ser un proceso autosostenido si hay diversificación de actividades y mejoramiento distribuido y general del ingreso.

Es obvio que esta clase de investigación requiere una organización y una estructura operativa diferentes de las actuales. □