

Profesor Juan Perelló Puig

La química orgánica y sus etapas de desarrollo



UNA substancia elemental, en el sentido estrictamente químico, el Carbono, presenta la facultad de formar un número tal de combinaciones que su estudio requiere de una separación especial del conjunto del saber químico. *Como Química orgánica se entiende y define hoy, la parte de la Química General en que se estudian los compuestos del Carbono.*

Antiguamente por química orgánica se comprendía el estudio de los organismos y de las substancias extraídas de ellos como principios inmediatos. Así podemos atestiguarlo en libros publicados en 1838 en los cuales se describen seres organizados protozoarios, insectos, etc., conjuntamente con substancias químicas extraídas de ellos, como: cristales de urea, tartratos, almidones; y en fin, una mezcla de química, cristalografía, histología, Zoología y Botánica.

A mediados del siglo XIX ya se encontraba una química orgánica más individualizada, gracias a los numerosos trabajos analíticos de investigadores como Lavoisier. Gay-Lusac, Thénard Berzelius, Dumas y Liebig quienes, perfeccionando los métodos de análisis inmediato, extrajeron de animales y vegetales numerosas especies químicas que analizaron cualitativa y cuantitativamente, y aun, investigaron en ellas las funciones químicas o sea el carácter químico de dichos compuestos.

Por esta misma época se someten los compuestos orgánicos a la acción de agentes químicos, especialmente alógenos, amoníaco, deshidratantes, oxidantes, para luego estudiar los productos resultantes de estas acciones; llegaron así, a comprobar que los elementos que constituyen las moléculas orgánicas eran fácilmente sustituibles por otros elementos, sin que, muchas veces, las propiedades primitivas variaran notablemente. En este terreno de la investigación debemos citar a Faraday. Debereiner, Liebig, Wholer, Berzelius, Gerhardt y Laurent.

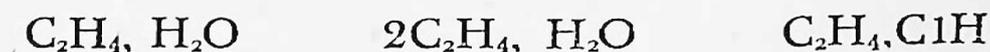
Diversas hipótesis y teorías surgen para explicar los resultados de tales investigaciones y, al mismo tiempo, para desenrañar la misteriosa constitución y formación de los compuestos orgánicos. Campeaba, por entonces, la idea falsa de que los compuestos orgánicos eran enteramente diferentes a los compuestos llamados minerales y que las leyes y teorías que regían en la química mineral no podían ser aplicadas. La síntesis no podía ser realizada por el hombre, porque era necesaria la concurrencia de los factores naturales de los seres vivientes para su formación, esto es, de la fuerza misteriosa que denominaban «fuerza vital».

Aun cuando algunas síntesis aisladas se habían por entonces logrado, no se les concedía importancia. Dumas se expresaba así: «La química orgánica no es sino el estudio de los compuestos elaborados bajo la influencia de la vida». «Lavoiser ha probado que las reacciones químicas son simples transformaciones de la materia». «Es inútil recurrir a las sustancias sintéticas ya que la naturaleza viviente, los seres organizados y sus detritus acumulados durante largas series de siglos, así como los depósitos naturales, nos ofrecen una mina inextinguible de combinaciones del carbono las más variadas. Nuestro trabajo para obtenerlas es fácil, y en proporciones incalculables».

TEORÍAS SOBRE LA CONSTITUCIÓN DE LOS COMPUESTOS
ORGÁNICOS

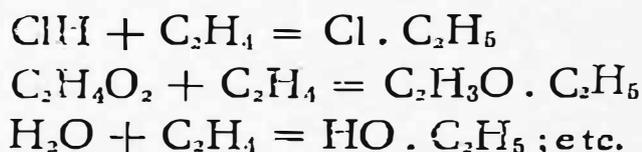
El análisis elemental orgánico venía practicándose, a la vez que perfeccionándose, desde antes del siglo XIX, permitiendo poner en ecuaciones químicas una serie numerosa de descomposiciones de cuerpos orgánicos. Estas ecuaciones ponían en evidencia relaciones de composición análoga de cuerpos en apariencia muy distintos. ¡Grandiosa y digna de admiración fué la labor realizada por aquellos investigadores que tenían a su disposición, como guía, sólo ideas resumidas en hipótesis parciales! Toda experiencia realizada parecía abrir un nuevo camino a la afirmación o a la negativa de aquellas hipótesis.

En 1827, Dumas en colaboración con Boullay (hijo) emitieron la primera teoría parcial llamada: TEORÍA DE LA ETERINA o del ETERENO. Basada en los trabajos sobre el alcohol y sus esteres (éteres compuestos). El criterio dualista reinante para las combinaciones inorgánicas es establecido por Dumas para las combinaciones orgánicas; y es así, como se decía: «el hidrógeno bicarbonatado» (eteno) combinado al agua en volúmenes iguales, da el alcohol etílico; combinado en la proporción de 2 volúmenes a 1 volumen de agua se obtiene el éter sulfúrico (etano-oxi-etano); combinado a los hidrácidos en volúmenes iguales da origen a los éteres simples.



Esta teoría de Dumas prevaleció casi medio siglo. Berzelius admitía, sin embargo, que en las combinaciones orgánicas existían agrupaciones que actuaban en las reacciones como elementos, formando la TEORÍA DE LOS RADICALES COMPUESTOS basándose en los importantísimos trabajos realizados en 1832 por Liebig y Woehler. El planteamiento de esta teoría nació, por

otra parte, de asimilar los compuestos orgánicos a la idea de Ampère sobre la constitución de las sales amoniacaes. En efecto, Ampère para justificar el isomorfismo de las sales amoniacaes con las sales de potasio había admitido la existencia del radical amonio, por el transporte del hidrógeno del ácido sobre el amoníaco: $\text{ClH} + \text{NH}_3 = \text{ClNH}_4$; $\text{C}_2\text{H}_4\text{O} + \text{NH}_3 = \text{C}_2\text{H}_3\text{O} \cdot \text{NH}_4$. Aplicando esta idea del transporte de hidrógeno a los derivados del eteno resultan los compuestos del radical etilo:



Esta teoría era impugnada porque se «perdía la noción de cuerpos aislables» y se argüía así: «su admisión obliga a razonar sobre seres ficticios; el alcohol resulta ser un compuesto de dos cuerpos desconocidos el C_2H_5 y el OT ». Tampoco tenía explicación, según los impugnadores, el hecho de que el Cloro (un átomo) reemplazara a un oxígeno y a un hidrógeno. Liebig adoptó sin restricciones la teoría de los radicales compuestos ampliándola con sus trabajos sobre las combinaciones benzoilicas: por esta causa se considera como el legítimo fundador de ella. En un trabajo presentado por Liebig y Dumas en 1857 a la Academia de Ciencias, titulado «Sobre el estado actual de la química orgánica» expresaban: «Se comprende fácilmente que con los 54 elementos conocidos, se pueden reconstruir los compuestos inorgánicos existentes o no en la naturaleza; pero, ¿cómo lograr el mismo éxito con tales nociones, en química orgánica? En la Química Mineral los radicales son simples, mientras que en la química orgánica los radicales son compuestos a semejanza del oxígeno, del cloro y de los metales; además, todas las sustancias orgánicas están constituídas por ellos. Descubrir estos radicales, estudiarlos y caracterizarlos, ha constituido nuestra principal preocupación durante diez años». «Terminaron su ex-

posición, invitando a sus laboratorios a cuantos quisieran asociarse al desarrollo de este vasto plan de investigaciones

Es interesante pener en relieve un cierto modo de pensar de Berzelius respecto a los radicales. No admitía los radicales oxigenados y para explicar la constitución de los ácidos y óxidos, emitió la *hipótesis de las cópulas* de los radicales con compuestos oxigenados. Así, el ácido acético anhidro (anhidrido acético, estaría formado de etano y C^2O_3 (

$$\left[\begin{array}{l} C O \\ C O \end{array} \right. \begin{array}{l} \diagdown \\ \diagup \end{array} O$$
 o sea el anhidrido oxálico) o ácido oxálico anhidro. El ácido acético hidratado C_2H_6 más $(COOH)_2$.

Esta hipótesis cayó luego al olvido; más, puede hacerse resaltar el hecho de que presenta una concordancia interesante por la distribución de los átomos en la molécula, separando por ejemplo, los dos átomos de carbono del ácido acético CH_3COOH . LA TEORÍA DE LAS SUBSTITUCIONES había sido emitida por Dumas en 1834 y por Laurent, su discípulo, en 1835 exponiendo ciertas reglas basadas en los hechos experimentales. Las sustancias orgánicas al ser tratadas por el cloro gaseoso eliminaban su hidrógeno y fijaban el halógeno en la relación de un volumen de éste por un volumen de hidrógeno eliminado. Además, se observaba que los productos resultantes de estas substituciones presentaban propiedades poco diferenciadas con las sustancias primitivas. Estos hechos experimentales habían sido observados, por lo demás, por Gay-Lusac al exponer la cera a la acción del cloro, de tal manera que esta experiencia sirvió de base a Dumas y Laurent para sus posteriores trabajos de substituciones que le permitieran establecer la teoría enunciada. Dos hechos estaban en discordancia con las hipótesis de la química mineral: el hidrógeno electropositivo era substituído por el cloro electronegativo; y que los compuestos resultantes tenían propiedades poco diferenciadas con las sustancias primitivas. Naturalmente la batalla con los partidarios de la teo-

ría electroquímica y que provocaron, tanto los hechos experimentales como la teoría, fué encarnizada. Mientras Dumas se mantenía en su teoría, Laurent desarrollaba a la par su teoría de los núcleos orgánicos fundamentales y en contra de todas las teorías existentes que eran dualistas.

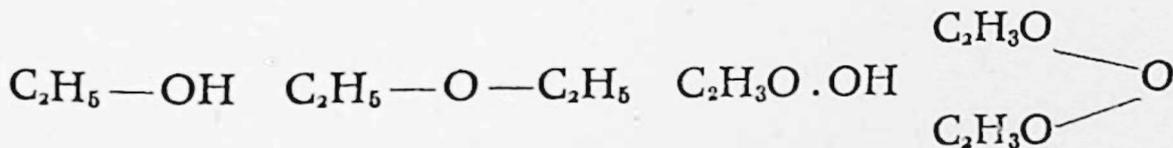
Junto a Laurent aparece en la escena científica de aquellos años (1842) Gerhardt con la TEORÍA UNITARIA que lleva su nombre. Según Gerhardt, o mejor según esta teoría unitaria, todas las combinaciones orgánicas debían ser consideradas como formadas a partir de ciertos «tipos fundamentales» en los cuales los elementos son susceptibles de reemplazarse mutuamente. Es, en síntesis, la NUEVA TEORÍA DE LOS TIPOS de Gerhardt, la fusión de las teorías de Dumas y la de los radicales compuestos de Berzelius desprovistas de la concepción dualista electroquímica.

Todos los cuerpos orgánicos derivarían de cuatro «tipos» fundamentales que corresponden a cuatro substancias inorgánicas:

Tipo hidrógeno: H. H del cual derivarían los hidrocarburos substituyendo los H por radicales hidrocarbурados; nitrilos por CN, etc.

Tipo Cl. H (accesorio)

Tipo H.OH (agua): alcoholes, éteres, óxidos, ácidos, anhídridos, etc.



Tipo amoníaco $\begin{array}{c} H \\ \diagdown \\ N \\ \diagup \\ H \end{array} : \text{ derivarían las aminas, amidas, etc.}$

Kekule en 1856 estableció también como tipo fundamental el metano CH_4 . Aparte de estos tipos fundamentales se instituyeron tipos accesorios, así como fórmulas dobles, triples, etc. para la derivación de sustancias provistas de funciones múltiples y mixtas.

Antes de la formulación de esta teoría de los tipos, Gerhardt, basándose en las leyes establecidas por Gay-Lusac, Mariotte y la hipótesis de Avogadro y Ampère y observando las relaciones entre los pesos de los volúmenes de las combinaciones orgánicas al estado de vapor con aquel de vapor de agua, consiguió una diferenciación bien marcada del concepto de molécula: del átomo y del equivalente que, a la sazón, se confundían. Propuso fórmulas moleculares que se refieren todas al mismo volumen y eligió como unidad la fórmula actual del agua H_2O y no HO (8 partes de oxígeno con una parte de hidrógeno). Con ello el oxígeno duplicó su peso atómico de 8 a 16; el azufre de 16 a 32; el C de 6 a 12. Como volumen de referencia estableció el volumen molecular del agua igual a 2 (y no 4 como hasta entonces).

Los trabajos de colaboración de Williamson, conjuntamente con la síntesis de los amoníacos compuestos de Hoffmann y Würtz en 1850, le sirvieron para la formulación de la teoría que nos ocupa. La teoría de los tipos de Gerhardt, aplicada y generalizada especialmente por Kekulé, cimentada por otra parte con las nociones sobre afinidad y valencia condujo a la Teoría de las Estructuras, hoy dominantes.

TEORÍA DE LA ESTRUCTURA QUÍMICA

Apoyándose en las doctrinas de Frankland (1852) sobre la valencia y encadenamiento de los átomos; Kekulé desarrolla en 1858, de un modo claro y sistemático, la teoría estructural a la cual colaboraron Butlerow, Lothar, Meyer, Erlenmeyer y muchos otros.

De estudio de las múltiples combinaciones del carbono se fijó como valencia de este elemento: cuatro; y sobre esta cuatrivalencia se edifica desde entonces, la estructura molecular orgánica, corroborada por las numerosas síntesis realizadas en esos años por Berthelot, Pelouze, Liebig, Würtz, etc.

No creo necesario extenderme respecto a la enorme importancia y fundamental conocimiento que tiene esta teoría en la actualidad. La diferenciación de isómeros en sentido amplio se revela en las fórmulas estructurales y estereoquímicas, establecidas mediante los abundantes y seguros métodos físicos y químicos que tenemos a nuestra disposición. Los métodos de síntesis corroboran y dilucidan las estructuras que se deducen del análisis sistemático general. Las constantes físicas: polarimétricas, refractométricas: espectografía, fluorescencia, conductibilidad eléctrica, etc., son auxiliares poderosísimos al fin deseado.

PERÍODO SINTÉTICO DE LA QUÍMICA ORGÁNICA

Mientras las teorías sobre la constitución de las materias orgánicas extraídas como principios inmediatos de los seres vivos se implantaban, sin lograr explicarla; y reinaba la idea preconcebida respecto a la imposibilidad de sus síntesis por el hombre, era insospechable, por entonces, que tales compuestos de suyo sencillos en cuanto a las sustancias elementales que las constituían, pero a la vez de una misteriosa complejidad, pudiesen ser obtenidas en los laboratorios por vía sintética como los compuestos minerales. No obstante algunas síntesis aisladas, hasta el año 1855 no fué abordado este grandioso problema.

Se sabía, por ejemplo, que el ácido prúsico se formaba por acción del amoníaco sobre el carbón incandescente (Scheele) y que este ácido salificado se transformaba en ácido fórmico. El cianuro de potasio por los oxidantes era transformado en cianato; Woehler en 1828, hirviendo este cianato con sulfato de amonio obtuvo el cianato de amonio con el cual realizó su impor-

tante síntesis de la urea por simple calentamiento, substancia ésta, que había sido aislada 50 años antes de la orina por Rouelle le Jeune.

Kolbe en 1843 preparó el ácido acético; y más tarde culminó la síntesis orgánica con los trabajos de Berthelot, quien en 1855 obtuvo el alcohol etílico mediante el etileno y el ácido sulfúrico, y ulterior descomposición del ácido sulfovínico formado por el agua. El mismo año Berthelot sintetiza el ácido fórmico por fijación del CO (óxido de carbono) sobre la potasa cáustica; en 1856 los hidrocarburos acíclicos; en 1857 el alcohol metílico y derivados halogenados de hidrocarburos. Más adelante, aplicando las experiencias de Würtz obtiene hidrocarburos condensados y en 1862 realiza la importante síntesis del acetileno por unión directa del carbono y el hidrógeno a elevada temperatura. El acetileno le sirvió para llegar, por procedimientos considerados hoy como clásicos, a la síntesis del benceno y demás hidrocarburos cíclicos; contribuyendo por otra parte a la reafirmación de las teorías estructurales sobre estos cuerpos.

El impulso dado a la síntesis orgánica por Berthelot es enorme, porque abrió un campo fecundo a todas las posibilidades y como lo anunciaba él mismo: «no hay límites a los progresos de la síntesis; se pasa de un grado a otro, por grados insensibles, al través de la multitud de cuerpos orgánicos hasta llegar a las materias azucaradas y a los principios nitrogenados de origen animal». En efecto, los trabajos de Kiliani y Fischer le dieron la razón; así como muchísimas otras síntesis no menos asombrosas como ser: la de la alizarina en 1869 realizada por Graebe y Lübermann; la de la purpurina por Lalande, el indigo por Baeyer, los colores de anilina por Hofman y muchos otros colorantes tanto o más hermosos que los existentes en la naturaleza. No resisto en insertar aquí la siguiente predicción del insigne Berthelot:

«Llegará el día en que cada cual llevará para alimentarse

su pequeña tableta nitrogenada, su pequeño panecillo de materias grasas, su trocito de fécula o de azúcar acondicionados según su gusto personal, todos ellos fabricados por nosotros económicamente y en cantidades inagotables». Y agregaba: «el dominio sobre el cual la síntesis orgánica ejerce su poder creador, es más grande que el realizado actualmente por la naturaleza».

Conjuntamente con los trabajos experimentales y deducciones de Berthelot en el campo de la química orgánica, debemos recordar además, sus notables principios establecidos sobre termoquímica, pudiéndose decir, sin exageración, que esta rama de la ciencia ha sido casi enteramente llevada al estado actual por dos hombres: TOMSEN y BERTHELOT. Muchas páginas podrían llenarse con la interminable obra realizada por Berthelot en los campos científicos y prácticos más diversos: Química, Física, Química Agrícola, Filosofía, etc.

Este grandioso período sintético de la química orgánica va aparejado por un impulso formidable a los métodos extractivos o análisis inmediato.

LA QUÍMICA ORGÁNICA EN EL CAMPO FARMACÉUTICO

En el campo de los medicamentos la química orgánica ha rendido los más óptimos frutos. Ya Paracelso en 1527 había dicho: «el fin real de la Química no es hacer el oro, sino el de preparar medicamentos». En efecto, durante el siglo XIX ya a propósito de la explicación sobre la constitución de las sustancias químicas, aparece Magendie instaurando la fisiología experimental que es seguida y desarrollada por Claude Bernard (1813-1878). Desde entonces son ensayados los medicamentos y los tóxicos fisiológicamente, naciendo consecutivamente el afán de separar de las drogas los principios activos que eran luego ensayados de la misma manera. Para citar algunas de estas separaciones y descubrimientos: Vauquelin aisla, imperfectamente, los alcaloides de la quina; Derosne en 1802 extrae del

opio la narcotina y en 1804 Seguin aisla la morfina que es estudiada y caracterizada por Sertuerner; Boullay aisla la picrotoxina del *Menispermum Cocculus*; Pelletier la emetina de la ipeca, luego siguen la separación de la estricnina, brucina, quinina, cinchonina; junto con Caventou aislan la conchicina, la veratrina y la curanina. En la actualidad son conocidos estructuralmente muchos alcaloides y aun sintetizados.

La Quimioterapia y la Farmacodinamia encuentran su explicación en el estudio de tales estructuras orgánicas, así como la encuentran también las propiedades colorantes de las sustancias.

El estudio sistemático de los cuerpos activos, en cuanto a la estructura que poseen y a sus grupos funcionales, ha permitido descubrir la acción que les corresponde. Adquirido este conocimiento es, a menudo, posible preparar sintéticamente compuestos nuevos que posean las funciones terapéuticamente útiles, y desprovistos por tanto de aquellas inútiles o perjudiciales. Por ejemplo, la cocaína, anestésico local, puede considerarse como un amino-alcohol esterificado por el ácido benzoico. Al lado de esta función principal la molécula de este alcaloide contiene grupos privados de toda acción anestésica y aun dotados de propiedades algo tóxicas. Pues bien, se han sintetizado muchos anestésicos, como la novocaína y otros, en los cuales se hallan representadas las funciones alcohol-amina y exentos de toxicidad.

No resisto a la tentación de hacer resaltar aquí, ahondando un poco este problema de la Farmacodinamia y de la síntesis de los medicamentos, los fundamentos sobre los cuales esta ciencia descansa. Ostwald considera los compuestos orgánicos en tres grupos, a saber: 1.º Compuestos de la serie grasa; 2.º Compuestos acíclicos o bencénicos; y 3.º Compuestos nitrogenados.

Y a cada uno de estos grupos le asigna propiedades biológicas determinadas. Estas propiedades son las siguientes:

1.er GRUPO: Los cuerpos de la serie grasa son todos sedantes del sistema nervioso central; obran sobre los centros sensoriales y suprimen el dolor. Todos los hipnóticos pertenecen a esta serie. Las cadenas alifáticas constituyen en las moléculas medicamentosas los llamados grupos MARCÓFOROS.

2.º GRUPO: El grupo bencénico confiere a toda molécula química una toxicidad propia; sin embargo, se observa que esta propiedad es modificada por la soldadura de cadenas abiertas. Obra en especial como veneno protoplasmático; casi todos los antisépticos, sobre todo aquellos que tienen una acción específica sobre los agentes microbianos, son derivados cíclicos. Además, los cuerpos pertenecientes a esta serie poseen una acción electiva sobre los centros termo-reguladores. Todos los antiptéticos poseen en su molécula núcleos bencénicos. Las agrupaciones tipo benceno son llamadas grupos ANTITERMÓFOROS.

3.er GRUPO: Los grupos amínicos en las moléculas orgánicas manifiestan tendencia a excitar el sistema nervioso central bulbar y medular provocando efectos tetanizantes. Por esto tales funciones amínicas son llamadas ESPASMÓFORAS.

Tomando por base la clasificación de Ostwald y estudiando las acciones fisiológicas de multitud de medicamentos se han podido establecer los siguientes hechos que constituyen los principios fundamentales de la Farmacodinamia sintética:

1. *El desarrollo de la cadena alifática* acrecienta la acción narcófora hasta un límite de 10 átomos de carbono, en que la actividad se pierde por la insolubilidad del compuesto.

2. *La ramificación de la cadena* es favorable a una mayor actividad.

3. *La no saturación de la cadena* determina un fuerte acrecentamiento de la actividad narcótica, pero a la vez aumenta la toxicidad del compuesto.

4. *Rol del oxhidrilo*: Los alcoholes presentan actividad narcófora, más acentuada en los terciarios, menor en los secundarios y menor aun en los primarios. El oxhidrilo introducido

en el núcleo bencénico (fenoleo) presenta propiedades completamente diferentes; son antisépticos muy activos, cáusticos, debiéndose en muchos casos bloquear esta función para disminuir su toxicidad. Así, el anisol es menos activo que el fenol; el guayacol menos activo que la pirocatequina; el ácido acetilsalicílico lo es menos que el salicílico; etc.

Respecto a esta función debemos decir que, la repetición de ella en la misma molécula disminuyen o anulan completamente la acción narcófora: así el glicol, la glicerina, hidratos de carbono, no tienen acción alguna. Pero si dos oxhidridos se hallan en el mismo átomo de carbono (función hidrato de albedido) el compuesto tendrá acción acentuada.

5. *Las funciones aldehídicas y cetónicas* son siempre hipnóticas, exaltándose esta propiedad en las formas acetales.

6. *Los halógenos* aumentan la acción narcófora de los hidrocarburos. Bastaría considerar el cloruro de metilo y el cloroformo.

7. *Los grupos nitroso y nítrico* en las moléculas orgánicas comunican a los medicamentos acción vasodilatadora.

8. Las quinonas son fuertemente irritantes, más que los fenoles; es el caso, por ejemplo, de la emodina y del ácido crisofánico que son derivados de la antraquinona.

9. La función carboxílica generalmente atenúa o hace desaparecer la acción farmacodinámica; en cambio, los radicales ácidos son, a menudo, usados para reducir la acción tóxica. Así, la anilina tóxica pierde su toxicidad cuando es bloqueada la función amina por el radical acetilo, transformándose en la acetanilida, cuerpo antipirético usado en terapéutica. La amidificación ha permitido utilizar la propiedad antitérmica del núcleo bencénico.

A pesar de lo dicho quedan aún muchos puntos oscuros, ocurriendo a menudo, que es muy difícil la explicación del cómo y por qué ligeras modificaciones en la constitución de una molécula, provocan diferencias considerables en la acción fisiológica.

Las más recientes investigaciones sobre farmacodinamia están dirigidas hacia el establecimiento de grupos electrónicos dentro de las moléculas orgánicas, los cuales tendrían las acciones fisiológicas descritas, no pudiéndose aún prever las proyecciones de tal modo de pensar.

LA QUÍMICA ORGÁNICA EN EL CAMPO INDUSTRIAL

En el campo industrial la Química Orgánica cuenta con síntesis maravillosas en la actualidad, como las de las materias plásticas, cauchos artificiales por condensación de hidrocarburos de dobles y triples enlaces, en especial de aquellos de enlaces conjugados; polimerización y condensación de alcoholes y fenoles, obteniéndose resinas sintéticas caracterizadas por su gran dureza y poca solubilidad; resinas artificiales a base de reacciones de condensación entre el fenol y el formaldehído, de la glicerina sobre el ácido ftálico, de cetonas, de thiourea, etc. Productos celulósicos: hidrocélulosas, alcalicélulosas, diversos esteres, que encuentran aplicaciones de las más diversas. La síntesis de las materias colorantes y su estudio estructural orgánico se halla en un plano de perfección que satisface ampliamente. En ellos se reconocen, como en los medicamentos de que hemos hablado antes, grupos atómicos polivalentes, no saturados, que son la causa del color llamados cromógenos o *cromóforos*, como ser

$$\begin{array}{ccccccc} > C = C < & & > C = O > C = S & & - CH = N - \\ - N = N - & & & & & & \end{array}$$

Cuanto más rica en carbono es la molécula tanto más intensa es la coloración. Otro tipo de agrupaciones que se reconocen en tales materias son los AUXÓCROMOS que se comportan como fijadores del color. Poseen caracteres de ácidos o bases, confiriendo por esto a la molécula cierto poder de ionización; hecho importante bajo el punto de vista industrial y además terapéutico. Tanto las fibras vegetales como las animales; y por extensión todas las células, parecen comportarse frente a dichos

grupos auxóchromos como ácido o base formando con ellos combinaciones análogas a las sales, lo cual, queda en evidencia, porque para un colorante determinado la fibra o célula queda teñida con el color característico de la salificación de sus auxóchromos.

En resumen, señores, la Química Orgánica que hoy tenemos data apenas de un siglo a la fecha y la tenemos a nuestro alcance como un fértil y vasto campo sembrado de las más fructíferas esperanzas. Métodos de análisis y síntesis seguros, precisos y hasta elegantes aparatos de laboratorio en que practicarlos, nos permiten llegar al mismo corazón de las estructuras para desentrañar su misterio grandioso dentro de su material pequeñez. La síntesis la podemos dirigir a nuestro antojo casi, porque conocemos las reglas, los principios y las leyes que rigen las transformaciones de la materia y la energía, permitiéndonos prever los resultados de nuestras experiencias. Tenemos a nuestra disposición catalizadores que obran infatigablemente en armonía con la temperatura y la presión convenientes y a nuestra entera voluntad.

Y sin embargo, transcurrirán los años, tal vez los siglos, y el mundo que nos rodea nos seguirá haciendo guiñadas y quites al desentrañamiento de su grande y misteriosa complejidad.

Los constituyentes de los organismos, su contenido en compuestos orgánicos y minerales a través de los análisis químicos físicos y biológicos, nada nos confirman de la fuerza que los anima, de ese soplo vital que, hace pocos años Jacques Loeb nos daba la ilusión de poder, algún día, inyectar al inerte protoplasma sintético.