

LA QUÍMICA ORGÁNICA Y SUS ETAPAS DE DESARROLLO*

*Juan Perelló Puig***

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 sustancias 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 sustancias 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-Lussac, Thénard Berzelius, Dumas y Liebig, quie-



Juan Perelló Puig.

* Artículo publicado en *Atenea* N° 194, 1941.

** JUAN PERELLÓ PUIG (1904-1965): Químico farmacéutico, profesor de química orgánica de la Universidad de Concepción.



Lavoisier, Gay-Lussac, Thénard Berzelius, Dumas y Liebig, 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 (izq. Lavoisier; der. Gay-Lussac).

nes, 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.

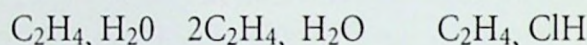
Diversas hipótesis y teorías surgen para explicar los resultados de tales investigaciones y, al mismo tiempo, para desentrañar la misteriosa constitución y formación de los compuestos orgánicos. Campeaba, por entonces, la idea falsa de que los compuestos orgánicos eran enteramente diferentes a los compuestos 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". "Lavoisier 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".

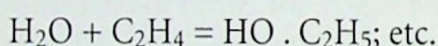
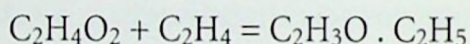
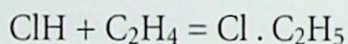
TEORÍAS SOBRE LA CONSTITUCIÓN DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS

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 fue 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: $\text{ClH} + \text{NH}_3 = \text{ClNH}_4$; $\text{C}_2\text{H}_4\text{O} + \text{NH}_3 = \text{C}_2\text{H}_3\text{O}, \text{NH}_4$. Aplicando esta idea del transporte del 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 benzoílicas: 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 constituidas por ellos. Descubrir estos radicales, estudiarlos y caracterizarlos ha constituido nuestra principal preocupación durante diez años". Terminaron su exposición, invitando a sus laboratorios a cuantos quisieran asociarse al desarrollo de este vasto plan de investigaciones.

Es interesante poner de 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

(anhídrido acético, estaría formado de etano y C_2O_3 ($\begin{array}{c} CO \\ \diagup \\ CO \end{array} \diagup O$ o sea

el anhídrido oxálico) o ácido oxálico anhidro. El ácido acético hidratado C_2H_6 más $(COOH)_2$.

Esta hipótesis cayó luego al olvido; mas, 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_3-COOH . 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-Lussac 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 substituido 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 teoría electroquímica y que provocaron, tanto los hechos experimentales como la teoría, fue 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

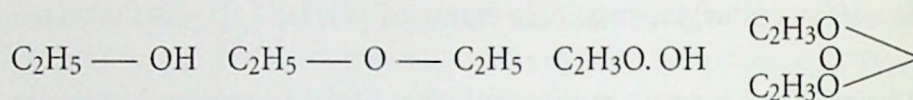
ser consideradas como formadas a partir de ciertos “tipos fundamentales” en los cuales los elementos son susceptibles de reemplazarse mutuamente. Es, en síntesis la *nueva teoría de los tipos* de Gerhardt, la fusión de las teorías de Dumas y la de los radicales compuestos de Berzelius desprovistas de la concepción dualista electroquímica.

Todos los cuerpos orgánicos derivarían de cuatro “tipos” fundamentales que corresponden a cuatro sustancias 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 N $\begin{array}{c} \diagup \text{H} \\ \text{H} \\ \diagdown \text{H} \end{array}$: derivarían las aminas, amidas, etc.

Kekulé 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-Lussac, 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 dominante.

TEORÍA DE LA ESTRUCTURA QUÍMICA

Apoyándose en las doctrinas de Frankland (1852) sobre la valencia y encañamiento 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.

Del estudio de las múltiples combinaciones del carbono se fijó como valencia de este elemento: cuatro, y sobre esta cuadrivalencia 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 de 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; espectrografía, 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 vivientes se implantaban, sin lograr explicarla; y reinaba la idea preconcebida respecto de 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 fue 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 importante síntesis de la urea por simple calentamiento, sustancia 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

se ha descubierto que los organismos vivos estaban constituidos de un conjunto de células microscópicas: este descubrimiento no ha podido modificar para nada la teoría y la realidad de la individualidad de la especie viviente, porque una célula de un organismo complejo no puede vivir por sí sola, sin el conjunto de todas las otras que forman el organismo.

Con todas las diferencias y las reservas del caso, algo de parecido se puede decir que suceda con los átomos, por lo que se refiere a su relación con las partes constitutivas de los mismos.

* * *

La idea de que la materia fuera constituida de átomos es muy antigua: algunos filósofos griegos del V y VI siglos antes de Cristo, como Leucippo y Demócrito, consideraban ya la materia formada de átomos, diferenciados entre ellos por la forma, la magnitud y el peso, y separados el uno del otro por el vacío.

Pero éste era el fruto de pura especulación filosófica, sin ninguna base experimental.

Es verdad que en esa época los conocimientos no constituían ciencia en el significado moderno, porque no tenían apoyo en las relaciones cuantitativas.

Ni tampoco pudieron apoyar la idea sobre datos de hecho, los filósofos, los estudiosos y los naturalistas de los siglos siguientes, hasta que Galileo Galilei no creó la ciencia moderna, y Lavoisier no empleó la balanza en el estudio de los fenómenos químicos.

Fue después del descubrimiento de las leyes fundamentales de las combinaciones químicas, que Dalton en el 1800, para dar una explicación de esas leyes, tuvo la idea de aplicar a la constitución de la materia los conceptos de los filósofos griegos; o sea, de considerarla formada de átomos infinitamente pequeños, pero de dimensiones finidas, indivisibles; todos del mismo peso si pertenecientes a un mismo elemento, y que en las combinaciones químicas se unían conservando inmodificado su peso.

Con esta hipótesis se pudo explicar perfectamente el comportamiento de las sustancias en las combinaciones, por lo que se relaciona a los fenómenos hasta entonces conocidos.

Pero los nuevos conocimientos obtenidos en argumento con el pasar de los años, amenazaron la desvalorización completa de la teoría, por su clara insuficiencia.

Es éste un punto muy importante que se debe poner en evidencia, para comprender el argumento que se está tratando.

La ley que más que las otras había demostrado ser un gran argumento de progreso para la química, era la de los equivalentes de Richter, que se puede enunciar como sigue: "Si se calculan las cantidades en peso de los

diante el microscopio, por la limitación del poder separador de este instrumento y si quisiéramos determinar su posición con mayor exactitud, deberíamos emplear ondas muy cortas, por ejemplo, rayos X, o el mismo microscopio electrónico, pero con este tipo de onda sería más intenso el efecto Compton y por consiguiente aumentaría el grado de precisión en la determinación de la posición, pero disminuiría el de la velocidad.

Se deduce, por lo tanto, que no es posible, por razones de principios intrínsecos a la naturaleza, observar un electrón aislado y determinar su movimiento.

Ahora bien, la tercera analogía entre la óptica y la mecánica de la partícula consiste en el hecho de que lo que sucede para un electrón, se presenta también para un fotón. En otros términos, no es posible ver fotones aislados y conocer su naturaleza intrínseca, porque todos los medios que el hombre puede emplear para estudiar estas partículas las destruyen. Por ejemplo, un método fotoeléctrico, un proceso fotográfico absorben fotones y por lo tanto destruyen el objetivo mismo que se quiere estudiar.

Basándose sobre las analogías mencionadas y sobre un descubrimiento que explicaremos más adelante, Schrödinger tuvo la idea de aplicar a las partículas del microcosmo las mismas leyes de la óptica y obtuvo una célebre ecuación llamada en su honor ecuación de Schrödinger, que en la mecánica ondulatoria juega el mismo papel de las leyes de Newton de la mecánica clásica.

Aplicando esta ecuación se obtuvieron resultados inesperados y se hicieron descubrimientos de mucha importancia científica y de alcance técnico.

En primer lugar, deseamos hacer resaltar que resolviendo esta ecuación se deduce espontáneamente la “cuantificación” energética, es decir, que la energía de las partículas constituyentes de la materia varía en forma discontinua.

Además, todos los fenómenos mencionados, como el efecto Zeeman anómalo a los espectros moleculares, la estructura fina del hidrógeno que eran inexplicables con la teoría cuántica clásica, se pueden explicar perfectamente con la mecánica ondulatoria.

Aludimos anteriormente a un descubrimiento experimental que influyó de un modo determinante en el desarrollo de la teoría cuántica ondulatoria de Schrödinger.

Este descubrimiento, que vamos ahora a explicar, demostró que los electrones, además de tener una masa, una carga eléctrica y un campo magnético, poseen una onda, es decir, se vio experimentalmente que estas partículas se comportan en ciertos fenómenos como si fueran ondas. El descubrimiento fue hecho en 1927 por los físicos Davisson y Germer, mediante una experiencia que vamos ahora a explicar con la Fig. 5.

1er. 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*.

2do. 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 antipiréticos poseen en su molécula núcleos bencénicos. Las agrupaciones tipo benceno son llamadas grupos *Antitermóforos*.

3er. 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 oxidrilo:* Los alcoholes presentan actividad narcófora, más acentuada en los terciarios, menor en los secundarios y menor aun en los primarios. El oxidrilo introducido en el núcleo bencénico (fenóleo) 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 de esta función debemos decir que la repetición de ella en la misma molécula disminuye o anula completamente la acción narcófora: así el glicol, la glicerina, hidratos de carbono, no tienen acción alguna. Pero si dos oxidridos se hallan en el mismo átomo de carbono (función hidrato de aldehído) 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 narcófica 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 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; hidrocelulosas, alcalicelulosas, diversos ésteres, 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 $>C=C<$ $>C=O$ $>C=S$
 $-CH=N-N=N-$

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 auxócromos 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 auxócromos.

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.

