

CATÁLISIS (1)

(CONFERENCIA DADA EN EL MUSEO DE LA PLATA
EL 26 DE OCTUBRE DE 1917)

La palabra «catálisis» fué inventada por
Berzelius, en una época en que los quími-
cos sabían griego . . .

J. Duclaux.

Si queremos estudiar en sus detalles y comprender en su principio un gran número de procedimientos que han revolucionado la moderna industria química, norte hoy de los esfuerzos de pueblos y gobiernos, ante los prodigios ignorados que la guerra mundial ha revelado, indispensable es que nos familiaricemos con los fenómenos catalíticos y las teorías que pretenden explicarlos.

Y aunque se considere paradójico, no abriremos las puertas de usina alguna, limitándonos al ambiente de un laboratorio de química general, donde se ignoren las palabras *utilidad, aplicación y provecho* y solo impere como lema el que borda el escudo universitario: *por la ciencia y por la patria*.

(1) Recomiendo al lector que quiera ahondar el tema la notable obra del P. Eduardo Vitoria, titulada *La catálisis química*, Barcelona, 1912. El libro del sabio jesuita es el trabajo más completo que en nuestro lenguaje se ha publicado, no solo por lo erudito sino también por la claridad en la exposición y la galanura del estilo.

Si se investigase el origen de las invenciones de carácter químico, es decir, íntimamente vinculadas con los cambios profundos de la materia, excepcional sería el caso en el cual el punto de partida, la idea matriz, no fuesen experiencias simples de laboratorio, observaciones elementales olvidadas durante largos años y fenómenos curiosos registrados por los cultivadores de la ciencia pura.

Se cumple en este terreno la regla que los mineros conocen y que enuncian, diciendo: los filones metalíferos se encuentran pero no se buscan. El investigador en el laboratorio puede tener como fin mediato el aprovechamiento y aplicación de sus investigaciones con propósito de lucro en algunos casos excepcionales y en los más con el noble deseo de mejorar la suerte de sus semejantes; pero su fin inmediato, la fuente de su energía, el móvil que lo empuja, es más general y más abstracto, más elevado y menos personal, si quiere triunfar y no caer en la obsesión que extraviaba y malograba a muchos hombres de estudio en la vieja Europa antes de 1914, transformándolos en "inventores", pescadores de luna, tejedores de telarañas, crisopoetas y devoradores de aire, carne de manicomio.

Propicia y dirige la ciencia pura a la aplicada, señálale nuevos rumbos y, proporcionándole los cimientos de sus monumentos, las raíces de sus árboles cargados de flores y de frutos, queda en la sombra olvidada o menospreciada porque no brilla y silenciosa engendra las semillas que en terreno propicio, desplegarán el tesoro que en su pequeñez dormita. Y nunca como ahora aparece más evidente esta superioridad de la ciencia desinteresada, con solo establecer el contraste, la desproporción, entre las innumerables aplicaciones de los procesos catalíticos y los primeros fenómenos de catálisis más antiguamente conocidos y estudiados.

Exótico resulta el título de esta disertación que he elegido con doble propósito, cuando se me ofrecían otros dentro de una aproximada sinonimia, como reacciones de contacto, fenómenos de presencia o fermentos inorgánicos; pero he preferido conservar la palabra catálisis con todo su

hermetismo, porque si por una parte me permite vulgarizar maravillosas consecuencias de causas nimias, sigue demostrando con su permanencia en nuestro léxico que la ciencia verdadera es modesta y sincera, no dudando en confesar su ignorancia ante el misterio de la energía animadora de la materia, alma universal del cuerpo infinito. En efecto, la catálisis es en las industrias químicas de la actualidad agente revolucionario de trascendental importancia, por ella están comprometidos fabulosos capitales, ejércitos de obreros la sirven y escuelas enteras a ella se dedican; y, sin embargo, desconocida es en su esencia como cuando Berzelius creó su nombre, reuniendo bajo un título un grupo de fenómenos que no podían explicarse.

Tomad un vaso de cristal, llenadlo con agua oxigenada, más o menos concentrada como ese líquido incoloro y límpido que tanto se ha vulgarizado; si agregamos un fragmento de bióxido de manganeso, llamado también jabón de vidrieros, el líquido burbujeará como si hirviese y terminado el desprendimiento gaseoso, oxígeno puesto en libertad, un análisis cuidadoso nos demostraría que el vaso solo contiene agua ordinaria y el bióxido de manganeso agregado, sin cambio alguno.



La descomposición del agua oxigenada en este caso es un fenómeno de catálisis y el peróxido de manganeso que lo ha provocado, sin sufrir por su parte transformación alguna, es un catalizador.

Estamos en el laboratorio, en el campo más elemental de la experimentación, en presencia del fenómeno más vulgar y mejor estudiado desde 1818 y ya queda con él planteado el problema, en él se encierra todo el enigma. Que un polvo oscuro, a la temperatura ordinaria, por su sola presencia, por simple contacto, destruya las moléculas poniendo en libertad sus elementos constitutivos, sin experimentar él mismo modificación ninguna, es motivo suficiente para despertar la curiosidad, no de un hombre de

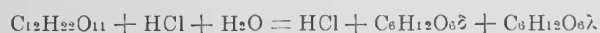
ciencia solamente, sino del observador más superficial, habituados como estamos a ver producirse los fenómenos químicos con cambios profundos en los cuerpos reaccionantes, con el concurso de las altas temperaturas, de las fuertes presiones o de la energía eléctrica, en aparatos complicados.

Y el fenómeno no apareció aislado ante Berzelius, pues que ya en su época investigadores diversos habían registrado reacciones del mismo carácter, llamando la atención de su peculiaridad. Conocida era la demostración de Clément y Désormes del rol desempeñado por los óxidos del nitrógeno en la preparación del ácido sulfúrico y los estudios de Mitscherlich sobre la producción del éter sulfúrico o éter ordinario, así como el descubrimiento de Kirchhof sobre el poder hidratante o sacarificante de los ácidos diluïdos sobre las féculas no podían ser ignorados por el sabio sueco, contribuyendo sin duda a hacer germinar en su espíritu la idea de una fuerza especial, de una propiedad oculta en determinados cuerpos, manifestándose en favorables circunstancias, llevándolo a señalar ciertas substancias como catalizadores, es decir, como agentes "capaces de despertar ciertas energías latentes a la temperatura de la reacción que provocan".

Y si de las experiencias clásicas que hemos citado pasamos a otras, vulgares en nuestra época en la vida diaria y observamos después las que en la industria se aplican en proporción creciente, casi nos veremos obligados a admitir con Ostwald que la catálisis se ramifica y abarca todas las reacciones y que todo cuerpo sólido, líquido o gaseoso puede actuar en un momento dado como catalizador. El chorro de gas que se inflama, en el aire, en contacto del platino muy dividido, la mezcla de hidrógeno y oxígeno que estalla con violencia bajo la chispa eléctrica en presencia de vestigios de vapor de agua, el

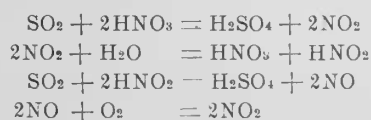
(1) Las reacciones principales del proceso de formación del ácido sulfúrico, por oxidación del anhídrido sulfuroso en presencia de ácido nítrico (método clásico de las cámaras de plomo) son especialmente instructivas, porque muestran un tipo de catalizador que se altera de un

azúcar de caña que se descompone hidratándose, bajo la influencia de ácidos en extremo diluidos, dando azúcares inferiores, nos presentan reacciones catalíticas cuyos

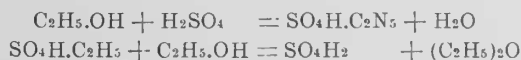


agentes sólido, gaseoso y líquido, han revelado una potencia oculta, insospechable, permitiéndonos además constituir ya un grupo dentro de los fenómenos de contacto, el de las catálisis homogéneas, realizables cuando los cuerpos reaccionantes se encuentran en idéntico estado físico, pudiendo el catalizador hallarse en estado diferente — por oposición a las catálisis heterogéneas, en las cuales los cuerpos que reaccionan se presentan en estado distinto. Al mismo tiempo se perfila una separación neta entre los fenómenos catalíticos puros, es decir, donde el catalizador no interviene en la reacción y las pseudo catálisis o acciones cíclicas, en las cuales el catalizador resulta inalterado al final, pero ha participado en forma efímera, pasajera, transitoria, como los óxidos nitrogenados de las cámaras de plomo o el ácido sulfúrico de la preparación del éter, sin que debamos atribuir exagerado valor a esta distinción, quizá destinada a desaparecer, cuando penetremos más íntimamente en el mecanismo obscuro de muchas transformaciones consideradas hasta ahora como catálisis puras (1).

modo transitorio, aunque finalmente aparece constante como el bióxido de manganeso de la experiencia:



Lo mismo podría decirse de la preparación del etano oxietano o éter



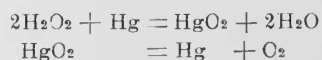
sulfúrico donde se ve al ácido sulfúrico como catalizador, entrando en combinación pasajera y regenerándose al final.

(1) Por ejemplo, si consideramos catálisis pura la descomposición de H_2O_2 por el Hg, estudiada por Bredig y Weinmayer, el conocimiento

En todos los fenómenos apuntados el papel de acelerador de reacción ha caracterizado a los agentes catalíticos y sería un error creer que tal es su conducta siempre. Llamamos catalizadores positivos, sin duda los más numerosos, a aquellos que presentan el carácter antecitado y lo es el peróxido de manganeso en la preparación del oxígeno por descomposición del clorato potásico como en el caso del agua oxigenada elegido como tipo, donde pueden substituirlo los metales nobles como el oro, la plata y el platino en extremo divididos o el modesto carbón de leña; son los metales reducidos provocando hidrogenaciones y condensaciones difíciles o imposibles sin su concurso; es también la sal de cobalto que favorece el desprendimiento de oxígeno cuando los hipocloritos se descomponen; y en fin, es el ácido hidrócloro platínico, cebando la reacción de ataque de los ácidos sobre los metales, entre los mil que podrían aquí recordarse. Y por oposición, se denominan catalizadores negativos los que aparecen retardando, deteniendo o dificultando una reacción: negativo es el ácido agregado a las soluciones de ácido cianhídrico o de peróxido de hidrógeno para estabilizarlas; el cianuro potásico actúa como tal, cuando en cantidades despreciables basta para impedir la oxidación de soluciones ácidas de ioduro potásico en presencia de sales ferrosas; negativo puede llegar a ser el óxido de carbono, en un proceso de autocatálisis (1), dificultando su propia combustión.

Y no sería necesario recurrir a estos catalizadores para encontrar efectos de distinto sentido, ni a los compuestos

de la existencia de un óxido HgO_2 que se forma al ponerse en contacto aquellos cuerpos, no solo modifica el concepto primitivo sino que explica el carácter periódico, intermitente del fenómeno, por un mecanismo que podría aproximadamente representarse así:



(1) El término autocatálisis ha sido destinado a distinguir fenómenos de contacto en los que uno o más cuerpos resultantes de la reacción inicial, actúan como catalizadores del proceso total, pudiendo señalarse autocatálisis con catalizador positivo y negativo.

salinos de hierro, calcio, potasio o cobre o al ácido bórico que se utilizan en operaciones industriales: el agua es suficiente para nuestro objeto, confirmando su nombre bien ganado de catalizador universal, positivo o negativo, según las circunstancias. Positivo, cuando vemos detenerse oxidaciones enérgicas y ataques de ácidos sobre metales y sobre bases en su ausencia, violentos en el instante mismo, en que interviene una partícula de humedad; negativo cuando en proporciones nimias (0.2 %) agregado al fulminato de mercurio reduce la velocidad de propagación en la onda explosiva; positivo al favorecer el ennegrecimiento del cloruro argéntico a la luz o la combinación del ácido clorhídrico con el nitrato de plata, mientras que faltando en absoluto, como en las experiencias de Hughes, ninguno de los dos fenómenos se realiza en el espacio de varias horas; negativo también al retardar bajo la forma de vapor el proceso fatal de oxidación del fósforo; y positivo evidentemente, cuando ceba la reacción de los gases amoníaco y ácido clorhídrico, imposible sin su auxilio, como lo comprobaron Ioung y Ramsay en curiosísimas experiencias.

El número de los agentes catalizadores conocidos hoy y su manera diferente de obrar, obligan a clasificarlos como tarea previa que facilitará el conocimiento de sus propiedades y de su parentesco con los fermentos organizados. Para el fin que aquí nos proponemos, la clasificación de W. Ostwald que tanto ha hecho en este terreno (1) llena perfectamente nuestras exigencias, sin que ésto signifique desconocer el mérito de los sistemas propuestos por Simon, Oscar Loew y Henri y Larguier de Bancels (2). El eminente profesor de Leipzig considera los grupos siguientes de fenómenos catalíticos:

a) Cristalizaciones de soluciones sobresaturadas [y floculaciones].

b) Catálisis en sistemas homogéneos.

(1) WILHELM OSTWALD, *Über Katalyse* en *Les prix Nobel en 1909*, 1-24. Estocolmo, 1910.

(2) EDUARDO VITORIA, *loc. citada*, 54-59.

c) Catálisis en sistemas heterogéneos.

d) Acciones de las enzimas o fermentos solubles orgánicos.

El primer grupo, el más discutible por el carácter físico del fenómeno que en él se considera, abarca hechos muy conocidos y todavía no bien estudiados que se prestan a experiencias de gran efecto sobre el gran público, por el contraste que resulta entre la pequeñez despreciable del germen cristalino y la masa de cristales que en el medio provoca, poseyendo ya aplicaciones en gran escala en cuanto a floculaciones se refiere, pues la precipitación de sustancias suspendidas, emulsionadas o en pseudosolución, constituye problemas tan distintos como la purificación del aire atmosférico en ciudades industriales como Londres, sumergida en sus nieblas espesas y multicolores, la clarificación de aguas de consumo en nuestra Capital Federal, la depuración de los extractos tanantes en las fábricas del Chaco y el fraccionamiento de diversos coloides (1).

El segundo y tercer grupo encierran fenómenos catalíticos propiamente dichos y los ejemplos utilizados al principio de esta exposición ilustran perfectamente la razón de estos agrupamientos.

El cuarto grupo no es tan perfecto, pero como ninguno posee un poder de sugestión que debemos analizar. Colocar a las enzimas al lado de los catalizadores minerales (o si se quiere no engendrados por organismos) es ya establecer un parentesco entre unos y otros, fecundo en consecuencias teóricas y prácticas como veremos muy pronto.

(1) La precipitación de los coloides obedece a leyes que pueden enunciarse así:

a) La precipitación de los coloides por los electrólitos depende del catión de éstos si aquellos son negativos y del anión si son positivos;

b) El poder precipitante de un electrólito depende del número de iones precipitantes libres;

c) El poder precipitante de un electrólito aumenta considerablemente con la valencia del ion precipitante.

Esta última ley es preciosa para la elección de un precipitante en cualquiera de los casos mencionados.

En efecto, hasta ahora, solo incidentalmente hemos nombrado a los metales coloidales (1) entre los catalizadores (en los fenómenos de floculación) y, sin embargo, estudiando algunas de sus propiedades obtendremos en seguida el lazo de unión que buscábamos para justificar ese cuarto grupo. El poder de acelerar una reacción, la facultad de excitar la energía química de un cuerpo, aparentando no participar de los fenómenos provocados, característicos de todo catalizador, son propiedades que los metales finamente divididos, presentan en extremo grado. Es verdad que no se habla de partículas obtenidas por pulverización en morteros de acero o de ágata: son fragmentos que escapan al microscopio y que solo alcanza el ultramicroscopio con los dispositivos de iluminación lateral ingeniosísima, revelando la existencia y los movimientos de corpúsculos que según Lobry de Bruyn medirían 0.000005—0.000010 mm. Para obtenerlos, las soluciones metálicas salinas son reducidas por un reactivo apropiado (2) o con el método de Bredig se hace estallar el arco voltaico entre polos formados por el metal que se busca, sumergidos en agua o en soluciones alcalinas, o sometiendo a la acción de rayos ultravioletas una lámina metálica sumergida en agua o en un disolvente, neutro como procede Svedberg (3).

Estas pseudosoluciones, cuyas coloraciones policromas son ya objeto de observaciones curiosísimas (4) y que en el campo del ultramicroscopio simulan el cielo estrellado,

(1) Consúltese para estudio de coloides la obra reciente de E. F. BURTON, *The physical properties of colloidal solution*, Londres, 1916.

(2) Los reductores más útiles, que desde el fósforo empleado por Faraday para el oro, se han estudiado, son el ácido hipofosforoso, el sulfato ferroso, la hidroxilamina, la hidracina, el formol y el ácido pirogálico.

(3) TH. SVEDBERG, *La production des solutions colloïdales à l'aide des rayons ultraviolets* en *Revue Generale des Sciences*, XXI, 367. París, 1910.

(4) La plata coloidal proporciona coloraciones que varían, según su estado, del rojo sombra al violáceo, al violeta gris, al gris verdoso y al gris. El oro en el mismo caso va del rojo al azul pasando por el violeta; además estas soluciones son pleocrómicas generalmente.

pues sobre fondo negro se destacan corpúsculos brillantes en agitación continua (movimiento browniano), poseen como catalizadores valor inapreciable; pero nada digamos al respecto hasta que tengamos algunos datos de las enzimas cuyas acciones forman el cuarto grupo discutido y entonces paralelamente consideraremos unos y otros.

Existen en los organismos, participando activamente de la vida celular, un gran número de sustancias de naturaleza especial y de constitución mal definida que se englobaban bajo la designación genérica de “diastasas” o fermentos solubles, para distinguirlas de los fermentos figurados u organizados (levaduras, mohos, etc.). Estos cuerpos repartidos en vegetales (1) y animales, provocan reacciones diversas, actuando casi siempre como verdaderos catalizadores y poseen propiedades curiosísimas que inducen a considerarlos como sustancias intermediarias, como términos de transición entre la materia bruta y la materia viva, pues mientras sus caracteres físicos y su composición elemental, los aproximan a aquélla, su *labilidad*, su fragilidad los inclina hacia la segunda, como Bertrand pretende.

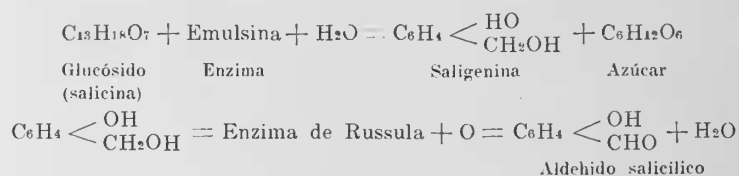
Enumerarlas hace algunos años era difícil y hoy es tarea imposible, tan grande es su número y tan variados sus efectos (2); pero limitándonos a las que más se han vulgarizado, citaríamos la “sucrasa” que convierte en azúcar al almidón, la “amilasa” que transforma a éste en dextrina, la “pepsina” que solubiliza las albúminas en el proceso de la digestión estomacal, la ureasa que hace de la úrea carbonato de amonio, construyendo un puente entre la materia orgánica y la mineral, la “caseasa” que coagula la leche, la “catalasa” que rompe la molécula de los éteres grasos libertando la glicerina y los ácidos y la “lacasa” exótica, que el Japón reveló con

(1) R. W. THATCHER y G. P. KOCH, *Extraction quantitative des diastases des tissus végétaux* en *Bull. Soc. Chimique*, XV, 796-797 (*Am. chemical Society*, XXXVI, 759-770), París, 1914.

(2) J. RODRIGUEZ CARRACIDO, *Química Biológica* (2ª edición). Madrid, 1918.

El poder de las enzimas llega a lo increíble, exactamente como para los catalizadores inorgánicos: una parte de sucrasa transforman 2000 partes de almidón, una de invertasa basta para desdoblar 200.000 de sacarosa, una de caseasa coagula 400.000 de leche y un gramo de pepsina solubiliza tal vez 2000.000 de gramos de fibrina; del mismo modo que 0.0004 de platino coloidal provocan la combinación de 10 litros de la mezcla tonante ($H^2 + O$), 0^o000.001 de permanganato potásico ceban la reducción del cloruro mercúrico por el ácido oxálico o en cantidades ya infinitesimales 0^o000.000.000.91 de osmio inician la descomposición del agua oxigenada en las brillantes experiencias de Paal y Amberger.

Muchas analogías y diferencias poseen en cuanto a su sensibilidad se refiere: el calor más allá de determinada temperatura y reactivos especiales paralizan y destruyen las enzimas como el azufre, el bromo o el yodo en vestigios amortiguan y hasta anulan el poder catalizante del níquel en los procesos que dieron tanta notoriedad a Sabatier (1). Y en este terreno nada más curioso que la acción paralizante y aún tóxica que sobre el negro (2) o el musgo de pla-



el agente orgánico tal vez debe su energía al elemento mineral que sus cenizas revelarían.

(1) PAUL SABATIER, *La méthode d'hydrogénation directe par catalyse* en *Les prix Nobel en 1912*. Estocolmo, 1913.

(2) Considero útil indicar el método más conveniente para preparar negro de platino, catalizador tan enérgico como fácil de manejar en experiencias elementales de laboratorio. El método de Loew se practica así: a una disolución de cloruro platínico, formada por 10 gramos de este cuerpo y 15 de agua, se agrega 15 cm³ de formol en solución a 40 %; en esta mezcla se vierte lentamente 10 cm³ de una solución concentrada de hidrato sódico (1 : 1), obteniéndose la precipitación de casi todo el metal que se deposita por reposo de 12 horas; se filtra con ayuda de la trompa, y se lava con agua destilada hasta que el líquido no dé

tino ejercen los compuestos sulfurados (H^2S , CS^2 , $(\text{NH}_4)^2\text{S}$), el fósforo y el mercurio en proporciones despreciables, llegando para el arsénico a una sensibilidad tan exagerada que solo los métodos analíticos actuales son capaces de revelar la presencia de este elemento en casos, donde el catalizador acusa su existencia por las anormalidades de su funcionamiento como tal.

La similitud de catalizadores y fermentos que van't Hoff sostiene como verdad indudable, se impone más y más cuando se indaga el mecanismo de los fenómenos que unos y otros provocan y se ensaya de explicar los primeros por fluctuaciones de temperatura en los sistemas, por la acción de superficie en cuerpos de división extrema, por la naturaleza de los vasos donde la reacción se produce, favorable a la absorción de gases por ejemplo, por la luz y por todos los agentes reconocidos como modificadores de la afinidad; y debemos esperar que el conocimiento más íntimo de los compuestos efímeros, intermedios de las reacciones catalíticas, no hagan sino afirmar más y más, completar esa similitud.

Las experiencias de laboratorio convertidas en patentes de invención se cuentan por centenares y, desde que en la fabricación del ácido sulfúrico por el viejo método de las cámaras de plomo se descubrió que los óxidos de nitrógeno desempeñaban el papel de catalizadores, hasta la fecha, una revolución profunda, incontrarrestable se ha cumplido por los esfuerzos de Phillips, de Wöhler y Mahla, de Maessel y Winkler y de tantos otros que fabrican ese mismo ácido sulfúrico, nervio de la industria universal, oxidando gas sulfuroso por el poder catalizante de los óxidos de hierro, a muy bajo precio o combinan como Wilke (1)

reacción de cloruros secando el negro sobre papel de filtro o bizcocho de porcelana y luego en secador de ácido sulfúrico. Si se quisiese aprovechar la totalidad del platino del líquido primitivo se somete a temperatura de ebullición las primeras porciones de líquido amarillo que filtra y se procede con el precipitado que resulte como queda indicado.

(1) WILLIAM WILKE, *Combination of the contact process with the ordinary lead chamber or tower systems* en *Communications of Eight International Congress of Applied Chemistry*. Washington, 1913.

el método antiguo y el de contacto con resultados brillantes; por los estudios de Deacon que permiten obtener cloro utilizando sales de cobre como catalizador; por los métodos de Patoky para preparar ácido clorhídrico en grandes cantidades usando carbón vegetal con el mismo carácter; por los procedimientos de Imhoff que modifica radicalmente los que proporcionaban el clorato potásico, electrolizando cloruro en presencia de cromato potásico, agente catalizador; y del mismo género son las reacciones que a Paul Sabatier y sus colaboradores de la escuela de Toulouse, Senderens, Mailhe (1) y Murat, utilizando metales reducidos (Ni, Co, Cu) u óxido de titano, tungsteno y torio, conducen a síntesis químicas importantes, petróleos comparables a los naturales o sustancias esenciales y productos preciosos como el caucho; los procesos complejos que se cumplen en el horno de Clauss para producir azufre partiendo de ácido sulfhídrico; los aparatos de Trillat para fabricar formol oxidando alcohol; los dispositivos de Squibb para transformar ácido piroleñoso bruto en acetona; los sistemas de Lever y Scott para llegar al tetracloruro de carbono tan útil como inofensivo, con el sulfuro de carbono inflamable y explosivo, siendo respectivamente el ladrillo desmenuzado, el platino dividido, la piedra pómez y el yodo en pequeñas proporciones, los agentes que hacen factibles esas catálisis. El mercurio es también el catalizador en un método sintético para producir índigo, realizando el más importante de los cambios que aquél exige, con consecuencias de tal transcendencia que sin exagerar puede decirse que el descubrimiento de Baeyer, perfeccionado tras largos estudios, va a modificar las condiciones económicas de varios países, como amenaza hacerlo la industria del caucho antes de muchos años con regiones hoy prósperas y quizá lo precipite con Chile como fuente de salitre, la industria creciente y próspera del ácido nítrico a base de ázoe atmosféri-

(1) A. MAILHE. *La technique de la catalyse par les métaux réduits et les oxydes métalliques* en *Revue Generale des Sciences*, XXIV, 650-657. París, 1913.

co con métodos que en otra ocasión he expuesto (1) y entre los cuales la catálisis no dejaba de proporcionar base a algunos de los más valiosos. No se trata de ensayos más o menos felices: las gigantescas fábricas alemanas dedican millones y millones de marcos a explotar procedimientos catalíticos diversos; una sola empresa transforma más de 120.000 toneladas de piritas de hierro, por año, en ácido sulfúrico por métodos de contacto y no es otra la base de la fabricación de glucosa y de alcohol en usinas formidables, mereciendo citarse entre las empresas francesas, la de Poulenc Frères que ha invadido los mercados con productos orgánicos de bajo precio que no reconocen otro origen.

Las sustancias más heterogéneas sirven en la gran industria para realizar reacciones catalíticas, que en un principio parecían privilegio de los metales nobles y muy especialmente del platino y que ahora con el conocimiento más profundo de los metales coloidales han sido ventajosamente substituídos, dando la razón al hombre de laboratorio que afirmaba ser propiedad de todos los cuerpos, en condiciones dadas, el actuar como agentes catalizadores.

Para el pensador que se levanta por sobre los intereses de un individuo, de una firma social o de una nación y solo considera la humanidad en su perpetua marcha, evidente era antes del 1° de Agosto de 1914 que el espíritu científico parecía evolucionar hacia el utilitarismo exagerado, volviendo la espalda a la ciencia pura, a la especulación desinteresada, al esfuerzo que ennoblece y eleva, aunque no conduce al privilegio o patente de invención que ha de negociarse por acciones.

En todas las manifestaciones de la actividad humana parecía infiltrarse el interés, la idea de lucro. Aún en las esferas del pensamiento, en el seno de las academias científicas, en esos núcleos de hombres esclarecidos que viven

(1) E. HERRERO DUCLoux, *El ázoe en la naturaleza y en la industria*, Buenos Aires, 1914.

una vida intensa del espíritu, se notaba día por día una preferente atención hacia los temas de carácter práctico, utilitario. El concepto de hombre de ciencia se iba adulterando en el pensar de las multitudes; culpa es de las publicaciones periódicas que en su monstruosa actividad, en su potencia creadora, elevan monumentos innumerables de igual nivel para el vulgo que no se detiene a examinar los cimientos. Recuerdo que conversando, antes de la época citada, con un abogado de innegable ilustración y que es además educacionista activo, respecto del hombre de ciencia que personificaba la física moderna, Edison obtuvo su preferencia y no dejó de causarle sorpresa que yo impugnase su elección, ¿Había ignorancia de su parte? No, como no la hay en los que proclamaban entonces sabio ilustre a Marconi, Zeppelin, Leduc, Santos Dumont y tantos otros inventores geniales, investigadores felices o caracteres audaces, con cuyos nombres los habían familiarizado los diarios y revistas de ambos continentes.

Solo por una circunstancia casual alcanza a interesar al gran público la obra de Lord Kelvin o de J. J. Thomson, de Ramsay o de Le Dantec, de Ramón y Cajal o de Ameghino, de Delage o de Young, entre mil que acuden a la mente, y si Metchnikoff es tan conocido, más que a su obra real y honda, lo debe al vislumbre de esperanza que logró despertar en sus contemporáneos, de una larga vida, sin decrepitud precoz, sin el terror del fin inevitable. No buscan la patente de invención estos espíritus selectos, ni siquiera el aplauso del público, creyendo tal vez como Renán que la ciencia pura es para los elegidos, que la verdad es altiva como la belleza y solo ha de rendirse a la aristocracia del espíritu.

Y aunque jamás pudiese transformarse en dinero el esfuerzo de estos verdaderos sabios, aunque el silencio y el olvido cubriesen sus nombres, el espíritu científico que ha triunfado de las razas y de los siglos, con sus oscilaciones y sus cataclismos, recogería sus leyes y sus teorías, sus hipótesis y sus ensueños y se habría levantado de una línea esa torre sin límites, cuyos cimientos se pier-

den en la maraña de las selvas de la India y se habría sumado una hilada más a la muralla que inspiró a Hugo la "Leyenda de los Siglos".

Nada importan esas glorificaciones efímeras, esos encumbramientos de un día. Como los niños abandonan sus juguetes mecánicos apenas han perdido su novedad con su secreto, así también el público arrincona y relega al olvido los inventos y descubrimientos de la época, cuando no han realizado plenamente sus exigencias o no han llegado hasta donde la fantasía — aliada y enemiga de la ciencia — les señalara como meta. Esos momentos de brillo, esas ráfagas de favor popular, van seguidos del más injusto menosprecio y desvío, y es entonces cuando las teorías vuelven, para renacer en los laboratorios, como mecanismos inútiles, como lámparas apagadas, como instrumentos mudos.

Ignoramos en absoluto los rumbos que la humanidad ha de elegir cuando termine el diluvio de hierro y fuego que se abate sobre el planeta, pero sin ser profeta me atrevería a asegurar que en el mundo científico la ciencia pura volverá a reverdecer sobre el utilitarismo desacreditado como ideal de la humanidad. En su valiosa obra de profundo análisis del espíritu científico europeo, durante el siglo XIX, Merz (1) señala ya tendencias nacientes hacia la Belleza y hacia el Bien que pueden llegar a imponerse; y el poeta filósofo de la India que Europa ha coronado con la más alta recompensa, parece responder a esos anhelos en el lejano oriente con su hermoso evangelio Sádhaná (2), en cuyas páginas halla el hombre caminos muy distintos hacia la felicidad, su fin supremo, realizando su vida en acción pero también en amor, porque

"From love the world is born, by love it is sustained, toward love it moved, an into love it enters".

(1) JOHN THEODORE MERZ, *A history of european thought in the nineteenth century*, IV. Londres, 1914.

(2) RABINDRANATH TAGORE, *Sádhaná (The realisation of life)*. Londres, 1914.

E. HERRERO DUCLOUX.