

SESIÓN DEL DÍA 24 DE MAYO DE 1933

---

LA QUÍMICA MATEMÁTICA  
ENSAYO SOBRE SU EVOLUCIÓN Y ESTADO ACTUAL

DISCURSO POR  
JOSÉ MARÍA IÑIGUEZ Y ALMECH

---

Señores Académicos:

Al presentarme ante vosotros, quiero que sean mis primeras palabras un saludo cariñoso, y la expresión más sincera de mi profundo agradecimiento por el inmerecido honor que me habéis concedido al admitirme en vuestra compañía. Sería mi mayor satisfacción poder corresponder a vuestras atenciones, trabajando cuanto me sea posible por el progreso de esta ilustre Academia; pero esta labor ha de ser bien escasa, por falta de orientación en el inmenso mundo de la Ciencia, ya que hasta el presente me ha absorbido todo el tiempo el problema, para mí difícilísimo, de situarme en la organización y contenido de las enseñanzas que tengo encomendadas, y cuya naturaleza, precisamente, ha fijado la elección de tema, para el trabajo que vais a tener la paciencia de escuchar.

Los modernos descubrimientos sobre constitución de la Materia, que han producido una verdadera revolución en las Ciencias Físicas, señalan, tanto en la Física como en la Química, nuevos senderos y las introducen completamente en el campo de las Ciencias Exactas. Por otra parte, aun en la Química, aplicada a la industria, va siendo cada vez

mayor la importancia de la Química Física en sus múltiples aspectos, de tal modo, que hoy puede decirse que la Química está tan íntimamente ligada con las Matemáticas, que no es posible hacer ningún estudio químico, sin que aparezca en él, como elemento esencial, el aspecto matemático. Por este motivo, se ve una orientación cada vez más definida en los tratados de Matemáticas destinados a la formación de los que a la Química se han de dedicar, y su número va creciendo en todo el mundo ante las exigencias de la Ciencia.

En el trabajo que voy a honrarme en presentaros, me propongo examinar ligeramente la evolución de la Química matemática y las tendencias que en ella se observan en la actualidad. Desde luego, prescindiré en mi estudio de las ideas sobre constitución de la materia, considerada desde el punto de vista físico, pues ya en otras ocasiones personas más capacitadas las han expuesto en este mismo lugar de un modo magistral; por ello, me limitaré a referirme a estas teorías cuando sea preciso, y únicamente detallaré más sus ideas en lo que se relacione con el fenómeno químico.

De tres maneras distintas actúan las Matemáticas dentro del campo de la Química: Como instrumento de cálculo, como auxiliares de las investigaciones experimentales y, finalmente, como materia básica del sistema científico de la Química teórica.

Poco he de decir de las Matemáticas como instrumento de cálculo en las operaciones químicas; su carácter no se diferencia en nada del que en el mismo caso puedan tener en las otras ciencias experimentales, y por ello, nada especial hay que destacar en el aspecto concreto de este trabajo.

En las investigaciones de Química experimental, surge el problema matemático cuando el investigador se encuentra perplejo ante una tabla de valores, resultado de sus trabajos, o bien ante la curva que los representa en cualquiera de los sistemas de coordenadas que emplea la Geometría analítica. Esta tabla de valores, esta curva, nada dicen todavía sobre la naturaleza del problema estudiado, y, sin embargo, en ellas debe estar el misterio que se trata de desentrañar, y las Matemáticas son las encargadas de revelarlo, pero no de



un modo fácil y que exija pocos conocimientos. La determinación de la fórmula matemática que exprese la ley de un determinado fenómeno, del que sólo se conocen datos numéricos experimentales, exige en quien la busca un conocimiento casi intuitivo de las particularidades que presentan las funciones matemáticas que más frecuentemente aparecen en la Química teórica, así como un dominio completo de los métodos gráficos de derivación e integración, y no hay que decir que, en muchas ocasiones, son auxiliares eficacísimos las coordenadas logarítmicas, que destacan, por la forma rectilínea que en ellas toma su representación, las funciones exponenciales, logarítmicas y parabólicas, y las coordenadas tangenciales en sus distintas formas, que substituyen por puntos las líneas rectas de las coordenadas cartesianas, y permiten la determinación rapidísima y segura de la existencia de funciones lineales y de los valores de sus coeficientes.

Una vez obtenida la fórmula matemática, ha de buscarse la explicación de la naturaleza del fenómeno que a ella corresponde; este problema entra ya de lleno en el campo de la Química teórica, y su resolución permite unas veces llegar al conocimiento del proceso químico que ha producido el fenómeno estudiado, relacionándolo con otros ya conocidos, y otras puede conducir al establecimiento de nuevas teorías o a la comprobación de las ya existentes.

Esta marcha, que es común a todas las investigaciones experimentales, constituye como un croquis en miniatura de la evolución de la ciencia y, en particular, de la Química. Al principio del desarrollo de toda ciencia, sólo se conocen hechos aislados; más adelante la comparación de los resultados permite deducir leyes generales, que conducen al establecimiento de fórmulas empíricas, y luego se van formulando hipótesis para la explicación de estas fórmulas, que a su vez hacen predecir nuevos hechos, cuya realización confirma las hipótesis u obliga a rechazarlas, y así se llega a establecer todo el edificio científico sobre bases cada vez más sólidas.

Con esto, entramos ya en el tercer aspecto de la Química, el teórico, que es el más importante en el sentido en que la venimos considerando, porque en él las Matemáticas no se

limitan a ser sólo un auxiliar más o menos importante y eficaz; el ideal es que sean el fundamento del sistema científico de una verdadera Química matemática, y a lograr esto tienden con una aproximación cada vez mayor los especialistas en estos estudios.

Dos son las orientaciones que, en este sentido, se han señalado desde un principio en la Química teórica; la una tiene por base la Termodinámica o Energética, la otra se funda en la Teoría cinético-molecular.

La Termodinámica, que con más propiedad es llamada por algunos Energética, estudia las leyes de la energía, entendiéndose por tal todo aquello de que se puede obtener trabajo mecánico o que puede ser producido por éste sin atender a la naturaleza de esta energía; parte la Termodinámica para su estudio de los tres principios clásicos: el de conservación de la energía, o de la imposibilidad de un movimiento continuo de primera especie; el de la imposibilidad de un movimiento continuo de segunda especie, es decir, del que realizaría una máquina que trabajase en forma periódica, sin producir otro efecto que el de tomar calor de un depósito a cierta temperatura y transformarlo en trabajo, sin modificación alguna del medio externo; y, finalmente, el principio de Nerst, referente a la imposibilidad de alcanzar la temperatura del cero absoluto. Sobre estos principios se basan una serie de razonamientos rigurosos, que llegan fácilmente a cada uno de los fenómenos físicos o químicos.

No obstante la variedad de los resultados obtenidos, y su conformidad con los hechos experimentales, hay algo en la Termodinámica, que constituye un obstáculo de importancia, para que pueda llegar a ser la base de una Química verdaderamente teórica. El elemento esencial, la energía, es algo vago e impreciso, a cuya naturaleza nunca se atiende, y cuyas variadísimas formas, calor, luz, electricidad, radiación, etcétera, son confundidas en un mismo concepto. Esto obliga a despreciar la naturaleza íntima de los fenómenos, limitándose a estudiar los efectos, sin atender a las causas que los producen. Las constantes de las fórmulas que se obtienen, son siempre experimentales. Podría decirse con verdad, que



esta forma de la Química constituye un estado intermedio entre la ciencia experimental y la puramente teórica, y por ello participa del modo de ser de ambas.

La teoría cinética, por el contrario, utiliza como base la hipótesis atómico-molecular, y como elemento fundamental la molécula; corpúsculo sometido a leyes mecánicas claras y definidas. Al principio ocupaba la Teoría cinética un lugar secundario en la Química teórica; pero hoy, al demostrarse de un modo incuestionable la existencia de átomos y moléculas, pasa la hipótesis atómico-molecular a la categoría de hecho demostrado, y la Teoría cinética pasa a ocupar, poco a poco, el primer lugar, como base teórica en Física y Química.

La Teoría cinética, o su forma sistematizada que se conoce con el nombre de Mecánica estadística, estudia los movimientos de las moléculas, o, aún mejor, del conjunto molecular, aplicando a ellas los principios de la Mecánica y suponiéndolas libres de moverse en el espacio sometidas a sus fuerzas de atracción mutuas y a los efectos de los choques que entre ellas puedan producirse. En su desarrollo, llega esta Teoría a demostrar los postulados fundamentales de la Termodinámica, y con ello se halla en condiciones de *alcanzar* todos los resultados conseguidos por ésta; pero con varias ventajas que le dan preferencia sobre ella. En primer lugar, la vaguedad de los conceptos ha desaparecido, los razonamientos son más concretos, las formas de la energía se precisan y separan unas de otras; además, como consecuencia de esto, la naturaleza y modo de realizarse de los fenómenos se hace más patente, las constantes de las fórmulas que se obtienen adquieren interpretación concreta y pueden muchas veces ser deducidas por medio de un cálculo basado en fundamentos completamente teóricos. Se ve, pues, que, al comparar uno con otro los dos métodos, presenta la Teoría Cinética ventajas indiscutibles, siendo, por ello, la que mejores resultados ofrece para las investigaciones futuras. Por esta razón, atenderé con preferencia en esta parte de mi discurso a analizar la evolución de los conceptos dentro de dicha Teoría, y señalar ligeramente los nuevos horizontes que se

vislumbran en la actualidad, si bien me he de limitar en mi estudio sólo a algunos de los muchos problemas que abarca la Química Física.

Si estudiamos la Teoría Cinética desde sus principios, vemos primero las moléculas consideradas como corpúsculos de forma esférica, perfectamente lisos y elásticos; sus movimientos se realizan en el vacío, ya que al ser ellos la materia que percibimos, es evidente que se han de mover en un campo libre de materia distinta de esas mismas moléculas. Esto hace que se prescindan siempre de los problemas de resistencia del medio y del rozamiento. En los gases ideales, es decir, en los que pueden ser considerados como límite de los gases sumamente diluídos, se suponen las moléculas exentas de volumen y desprovistas de fuerzas de acción mutua; de este modo, sus movimientos se verifican con velocidades distribuídas según la clásica ley de Maxwell y del estudio del caos molecular así considerado; mediante la aplicación de la Mecánica clásica, se llega fácilmente a las leyes ya deducidas antes experimentalmente para los gases ideales o perfectos; las constantes que en estas leyes empíricas aparecían quedan interpretadas y explicadas las relaciones que las ligan. La energía calorífica, de naturaleza desconocida hasta el establecimiento de esta teoría, queda identificada de un modo indiscutible con la energía cinética de las moléculas o corpúsculos materiales.

Pero es evidente, que esta idea tan simple no puede ser admitida más que como realizada en condiciones ideales o límites. En los gases reales se impone, en primer lugar, la necesidad de tener presente el tamaño de las moléculas y su fuerza de atracción mutua. Estas modificaciones en los fundamentos conducen, como primera aproximación, a la conocida ecuación de estado de van der Waals, que, aunque no se verifica con toda precisión, da una interpretación muy aproximada de los hechos que proporciona la experiencia, y liga los estados gaseoso y líquido de los cuerpos sin solución de continuidad, permitiendo explicar de un modo claro y preciso los fenómenos del punto crítico, en los que la experien-



cia había ya señalado la imposibilidad de marcar el límite que separaba los estados gaseoso y líquido.

Queda aún sin resolver con precisión el problema de la naturaleza del estado sólido, que presenta una contradicción aparente con los resultados obtenidos en el estudio de los otros estados, por el hecho de que, si se suman los volúmenes de las moléculas, deducidos de las medidas efectuadas en los gases, esta suma resulta siempre mayor que el volumen que realmente ocupa la sustancia en estado sólido. Si se considera a las moléculas como incompresibles, es evidente que no se puede razonar esta contracción de su volumen. Esta paradoja ha sido explicada de modo incuestionable cuando los rayos X han permitido analizar la estructura de los cuerpos en estado sólido, demostrando que no son ya una agrupación de moléculas, sino que éstas, al disgregarse, pierden su existencia individual, y sus componentes, núcleos atómicos y electrones, se distribuyen formando figuras reticuladas, cuyas condiciones matemáticas de equilibrio y estabilidad han sido estudiadas con todo detalle, y su estudio ha permitido establecer una teoría completa del estado sólido y de sus propiedades (1).

Y dejando aparte los trabajos realizados sobre los estados físicos de la materia y sus propiedades, que pertenecen más al campo de la Física que al de la Química y obligarían, caso de ser citados, a dar una extensión muy grande a este ensayo, pasaré a analizar la evolución del concepto del fenómeno químico por excelencia, es decir: de la reacción química.

Si empezamos por el estudio de las reacciones entre sustancias gasiformes, es decir, entre gases, o entre disoluciones de sustancias no disociadas, lo primero que encontramos en la aplicación de la Teoría Cinética es la demostración, mediante razonamientos basados en la probabilidad del choque de las moléculas, de la ley de acción de masa; según la cual, la velocidad de la reacción es proporcional a las concentra-

(1) M. Born y O. F. Bullnow.—Handbuch der Physik, publicado por H. Geiger, Berlín, 1927.—XXIV. 370-465.



ciones de las sustancias que reaccionan. Más tarde, el estudio de la probabilidad de choques con determinada energía, superior al valor necesario para la ruptura de las moléculas que los sufren, explicó de un modo satisfactorio la ley, establecida experimentalmente por Arrhenius, que relaciona la velocidad de reacción con la temperatura. Desde luego, este concepto tan simple de las reacciones químicas, presenta ya algunas dificultades si, al estudiar la distribución de las moléculas y sus velocidades, se atiende a los efectos de las fuerzas intermoleculares y al tamaño de las moléculas (1).

La naturaleza de las disoluciones es análoga a la de los gases; puede suponerse en ellas el cuerpo disuelto como si fuera un gas que llenase el espacio ocupado por la disolución; las moléculas del cuerpo disuelto siguen en sus movimientos las mismas leyes que las de los gases, al concepto de presión en éstos, substituye en las disoluciones el de presión osmótica; a la tensión de vapor substituye la concentración de la disolución saturada, y así sucesivamente; cada fenómeno de los gases tiene su correspondiente en las disoluciones, regido por una ley análoga a la de aquéllos; de aquí que la teoría de las reacciones entre disoluciones se asemeje totalmente a la de reacciones entre gases. Por esto se incluyen las disoluciones entre los llamados sistemas gasiformes.

En los gases aparece ya un fenómeno, que en las sustancias disueltas adquiere mayores proporciones y que consiste en la disociación iónica de las moléculas; un cierto número de éstas, que guarda una proporción fija con el número total de las existentes en el gas o en la sustancia disuelta, se disocian, dando lugar cada una a dos partículas o iones, la una cargada positivamente, y la otra con carga negativa. Estas partículas continúan moviéndose como las moléculas, pero en ellas aparecen atracciones y repulsiones eléctricas que modifican su distribución y alteran sus trayectorias. En el caos molecular de esta clase de sustancias, se forman verdaderas nubes y su estructura se hace más

(1) C. N. Hinzelwood.—Reaktionskinetik gasförmiger Systeme. Leipzig, 1928.  
R. C. Tolman.—Statistical Mechanics. New York, 1927.



complicada al mismo tiempo que da a conocer el origen de hechos, cuya explicación no había sido posible hallar. El estudio de los fenómenos que se presentan en esta clase de disoluciones ha sido desarrollado por Debye y Hückel, y su teoría, iniciada en 1923, ha llegado rápidamente a conquistar un puesto preferente en los tratados de Química Teórica y ha servido para explicar y calcular muchas anomalías observadas en los gases y disoluciones, que anteriormente sólo había sido posible determinar de un modo experimental.

En todo lo que precede han sido consideradas las moléculas como esferas elásticas, incompresibles, y de superficie perfectamente lisa y sin rozamiento y no se ha atendido para nada al problema de su constitución interna. Los modernos descubrimientos sobre constitución de la materia hacen ver claramente que debe desecharse la idea, demasiado sencilla, de la forma esférica de las moléculas, cuya constitución complejísima, resultado de la asociación de núcleos atómicos y electrones, en constante movimiento unos alrededor de otros, todavía no ha sido posible estudiar de un modo preciso y satisfactorio, y únicamente en algunos casos particulares y de carácter muy sencillo ha podido ser indicada alguna solución. Es evidente que esta modificación de la idea básica impone otra total de la Teoría cinética, de la que uno de los fundamentos es precisamente la forma esférica de las moléculas y su absoluta elasticidad, unida a la ausencia de rozamiento en los choques. La dificultad creada por la necesidad de desechar esta idea podría parecer insuperable; pero el estudio del movimiento de un corpúsculo atraído por otro con una fuerza que crece al disminuir la distancia, si se prescinde de las posiciones demasiado próximas de ambos, demuestra que el efecto es el de un choque entre dos esferas perfectamente lisas y elásticas, sin más variación que un aumento de los volúmenes aparentes de los corpúsculos, tanto mayor cuanto menor es su velocidad relativa. Esto, además de salvar la dificultad indicada antes, explica el fenómeno, hasta aquí inexplicable, de la disminución del volumen aparente de las moléculas al crecer la temperatura de la masa gaseosa.



Eliminada de este modo la dificultad originada por la forma de las moléculas, quedan todavía otras cuestiones pendientes de resolución, si bien puede observarse cómo se va llegando, poco a poco y mediante aproximaciones sucesivas, a la explicación del fenómeno químico en todos sus detalles. Este era el estado del problema el año 1928, y en él quedaba pendiente una pregunta, cuya contestación había sido intentada repetidas veces sin resultado satisfactorio; me refiero a la naturaleza de las reacciones monomoleculares. Es evidente, que, si ha de considerarse la reacción como resultado del choque de dos moléculas, debe desecharse la idea de la descomposición espontánea de una molécula, sin intervención de otra que la disloque por el choque; sin embargo, la experiencia demuestra que es incuestionable la existencia de reacciones en las que claramente se produce la transformación molecular en forma tal, que debe considerarse como descomposición espontánea de una molécula, por una causa distinta del choque, al menos en la forma en que hasta aquí se ha considerado.

Hinselwood había hecho ya ver la posibilidad de explicar las reacciones monomoleculares por una acción de choque; pero es evidente que nada definitivo puede ser establecido en esta clase de reacciones si no se tiene presente la estructura del edificio molecular, cuya dislocación da lugar al fenómeno químico. Los resultados del análisis espectral demuestran de un modo indiscutible la existencia de movimientos en las partículas que constituyen las moléculas; estas partículas tienen, por consiguiente, una energía cinética que hasta aquí no se había tomado en consideración; al mismo tiempo, entre estas partículas, existen también fuerzas eléctricas, cuya acción habrá de ser tenida en cuenta. Como veis, el problema, muy simple en un principio, va adquiriendo gradualmente más complicación, al mismo tiempo que su belleza se va haciendo también mayor al darnos a conocer las maravillas que encierra el mundo de lo invisible.

El conjunto de la energía cinética de las partículas que constituyen la molécula y de la energía eléctrica de los campos por ellas producidos, es lo que debe entenderse por ener-



gía interna de la molécula, que, desde luego, podrá ser modificada por los choques intermoleculares, que a veces pueden producir la inmediata ruptura de las moléculas que los sufren, y en otras ocasiones, podrían quizá dar lugar en ellas a determinados estados de falso equilibrio que posteriormente condujeran, ya a la dislocación de la molécula, ya a la transformación interna de la misma en otra, correspondiente a otra configuración estable de las partículas que la integran. Cabe también suponer la existencia de otras causas que produzcan resultados análogos a los indicados. Estos conceptos son los que han dado base para la iniciación de una serie de investigaciones e hipótesis que al presente se van señalando; pero antes de hacer mención de ellas, he de indicar un problema mecánico que en todas ellas aparece como fundamental.

La Mecánica racional, aplicada hasta aquí con arreglo a sus principios clásicos, ha de ser modificada cuando del estudio de partículas tan pequeñas como las que nos ocupan se trata. La Teoría de los Quanta hace ver que la energía de un movimiento periódico, no varía de un modo continuo, sino que sólo puede tomar valores múltiples de un determinado Quantum, verdadero átomo de energía. Cuando se estudia el movimiento de cuerpos cuya energía cinética es sumamente grande en relación con este quantum elemental, es evidente que no hay inconveniente en considerar la energía como continua, pero al estudiar los fenómenos debidos al movimiento de partículas pequeñísimas, se han de tener en cuenta las modificaciones que en la teoría clásica imponen los resultados de la hipótesis citada. Para substituir a la Mecánica clásica estableció Shrödinger la Mecánica de ondas, que es la que ha de ser aplicada en la cuestión que nos ocupa.

El primer trabajo que, según mis noticias, ha señalado estas orientaciones, se debe a Polanyi y Wigner (1), y en él se limitan a indicar una idea sobre el mecanismo de las reacciones monomoleculares, ya sean producidas por disociación del cuerpo que reaccione, ya por transformación en otro de

---

(1) M. Polanyi y E. Wigner.— *Z. für physik. Chem. Haberband* 439 (1928).



igual composición, pero de propiedades distintas. La hipótesis que enuncian consiste en suponer la molécula constituida por un grupo de átomos, mantenidos en equilibrio por fuerzas casi-elásticas. Los movimientos posibles de este sistema así formado, serán vibraciones que mediante estas fuerzas habrán de ser transmitidas de unos átomos a otros; las interferencias de estas vibraciones producirán, a veces, aumentos considerables en la amplitud de las oscilaciones, de tal modo, que podría darse el caso de que la amplitud fuera tal, que la molécula alcanzase un estado en el cual fueran igualmente probables la vuelta a la configuración primitiva o el paso a una nueva configuración en distinta posición de equilibrio, produciéndose la transformación del cuerpo. También podría ocurrir, que la amplitud fuera suficientemente grande para traspasar el radio de acción de las fuerzas moleculares, dando lugar a la ruptura de la molécula y a la correspondiente reacción de disociación. Los autores de este trabajo hacen ver que, dada la magnitud de la energía que se ha de atribuir a las moléculas, es posible todavía la aplicación de la Mecánica clásica, pero con algunas limitaciones en ciertos casos.

Frenkel (1), siguiendo la teoría de Polanyi, compara la reacción monomolecular al fenómeno de la evaporación y lo considera como una verdadera evaporación de la molécula.

Una modificación notable, y que elimina los últimos restos de la Teoría cinética clásica, es la introducida por Roginsky y Rosenkewitsch (2). Hasta aquí se ha venido hablando todavía de los choques intermoleculares como causa de activación o de descomposición, y no obstante hemos visto ya la necesidad de rechazar esta idea al estudiar los estados físicos de la materia. Hay aquí una manifiesta contradicción entre una y otra hipótesis; para salvarla, los autores antes citados substituyen la idea de choque por la de acción energética de los campos de fuerza moleculares sobre cada una de las moléculas, y apoyándose sobre esta hipótesis constru-

(1) O. K. Rice.—*Phis. Rev.* XXXIV. 1451 (Dbre. 1929).

(2) Roginsky y Rosenkewitsch.—*Z. für phys. Chem.* B 10 (1) 47 (1930).



yen de un modo más sólido la teoría matemática del fenómeno químico.

Finalmente, he de señalar un triunfo de suma importancia en el trabajo de Syrkin (1), que demuestra que la teoría que acabáis de oír permite hallar el valor del coeficiente de la función exponencial que expresa la variación de la constante de reacción con la temperatura, dejando así aclarada una nebulosidad que aún subsistía en esta fórmula y abriendo camino a una serie inagotable de fecundas investigaciones.

Las mismas ideas han sido aplicadas, aunque sin seguir una marcha metódica, a los fenómenos de reacciones entre gases y sólidos y al conjunto variadísimo de los que se conocen con el nombre genérico de catalíticos, cuyo origen se debe a causas muy distintas, según la naturaleza de la reacción en que se verifican.

Queda aún pendiente un problema fundamentalísimo, cuya resolución dará unidad completa al sistema científico de la Química matemática; me refiero al que deja entrever la clasificación periódica; y todavía confirman con mayor certeza los resultados de las investigaciones de Aston sobre la naturaleza del núcleo de los átomos de los cuerpos simples. La clasificación periódica demuestra la existencia de una cierta relación entre las propiedades de los distintos cuerpos simples; las investigaciones de Aston prueban que estos cuerpos simples no son sustancias distintas, sino diversas asociaciones de dos corpúsculos elementales, el protón y el electrón. Este descubrimiento, que ha permitido establecer tan brillantemente la teoría de los espectros luminosos, es de esperar que hará posible, con el tiempo, la explicación clara y sistemática de los fenómenos químicos por las propiedades de las asociaciones de estos dos elementos primitivos de la materia. Esta idea, que sólo puede ser considerada al presente como una aspiración, se encuentra actualmente en el período experimental, y sólo en algunos casos aislados y en corto número se ha llegado a fórmulas que presentan todavía un carácter empírico.

---

(1) J. K. Syrkin.—Z. für anorg. und allg. Chem. 199 1/2 28 (1931).

Con esto, doy por terminado mi trabajo, en el que he pretendido bosquejar la evolución de los conceptos de la Química matemática y su aspecto en la hora presente. Como veis, el campo de trabajo es extensísimo y fecundo; su belleza invita a recoger los copiosos frutos que en él se perciben. ¡Lástima grande que el número de los investigadores que lo exploran haya de ser pequeño, ya que es rara la unión en una misma persona de los conocimientos de Matemáticas, Física y Química en el grado que esta investigación requiere! No obstante, la rapidez con que los descubrimientos se suceden, hace pensar que en plazo breve podrá pasar la Química matemática a constituir una de las más hermosas aplicaciones de la Mecánica racional.