

A

50 R F-C/CIR

6/15/13

reception

DISCURSO

LEÍDO EN LA

Real Academia de Medicina y Cirugía
de Barcelona

POR EL

DR. D. LUIS CIRERA SALSE

en el acto de su recepción, el día 2 de marzo de 1913.



Discurso de contestación

DEL

DR. D. VALENTÍN CARULLA MARGENAT

ACADÉMICO NUMERARIO



BARCELONA

IMPRESA DE JOAQUÍN HORTA, AUSIAS MARCH, 28 Y 30

1913

62-80-2

615.84

BIBLIOTECA DE LA UNIVERSITAT DE BARCELONA



0701056897

X

DISCURSO

LEÍDO EN LA

Real Academia de Medicina y Cirugía
de Barcelona

POR EL

DR. D. LUIS CIRERA SALSE

en el acto de su recepción, el día 2 de marzo de 1913.



Discurso de contestación

DEL

DR. D. VALENTÍN CARULLA MARGENAT

ACADÉMICO NUMERARIO



BARCELONA

IMPRESA DE JOAQUÍN HORTA, AUSIAS MARCH, 28 Y 30

1913



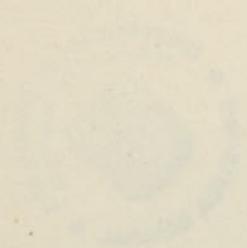
DISCURSO

del Académico de Honor y Extranjero
de Barcelona

DE LA CIENCIA Y LAS ARTES

DE LA CIENCIA Y LAS ARTES

DE LA CIENCIA Y LAS ARTES



DE LA CIENCIA Y LAS ARTES

DE LA CIENCIA Y LAS ARTES

DE LA CIENCIA Y LAS ARTES

DISCURSO
DEL
DR. D. LUIS CIRERA SALSE

iones y electrolisis medicamentosa

ILMO. SEÑOR:

SEÑORES ACADÉMICOS:

SEÑORES:

Bien quisiera corresponder al insigne honor que me habéis otorgado; pero mis vuelos son bajos y cortos, y no podré remontarme a las elevadas regiones do se ciernen vuestras poderosas inteligencias; aceptad mi buena voluntad ya que no os puedo ofrecer cosa mejor, y disimulad, os ruego, mi falta de dotes, ya que para vosotros el sacrificio (siquiera sea grande) no lo habéis de sentir, puesto que la benevolencia es propia de corazones generosos bien en armonía con las superiores cualidades anímicas de que estáis dotados.

Me ha cabido la honra de ocupar el sillón de un ilustre académico, de un alma grande, de un patricio excelente, del muy notable publicista doctor Durán y Trinxería. Que las superiores cualidades que atesoraba le eran bien reconocidas en esta Academia, lo prueba bien, a parte de la consideración con que todos le tratabais, que le elevasteis a la Vicepresidencia de esta Corporación.

Su labor durante muchos años como Director de la Revista de Ciencias Médicas es muy notable. En la parte científica encontramos una serie de trabajos dignos del mayor interés y como escritor conquistó el doctor Durán y Trinxería verdadero renombre. Su orientación podrá ser apreciada de manera diversa, mas todos debemos reconocer en él una gran dosis de entusiasmo y buena fe unidos a un carácter constante, cualidades en nuestro tiempo nada comunes, que le daban un especial relieve reconocido por todos.

Consideraba la medicina como un sacerdocio que como católico basaba en las creencias cristianas, y de tal manera se interesaba para que su enseñanza fuera buena y completa, que dedicó serios

trabajos en defensa de la autonomía universitaria y en pro de la libertad de enseñanza, que a su modo de ver eran medios eficaces de adelantamiento científico.

Cuando todavía por sus bríos y su juventud podíamos esperar muchos frutos de su poderosa inteligencia, le perdimos... Murió como un verdadero creyente y como tal me honro en estos solemnes momentos dedicándole un piadoso recuerdo.

* * *

Quisiera haber elegido un tema digno de vuestra atención, ya que su desarrollo no estará a la altura de vuestros merecimientos. No os extrañará que dadas mis aficiones, le haya buscado en el campo de la electroterapia, y esto no lo lamento, ya que es campo fértil en donde se cosechan frutos abundantes y variados que enriquecen más y más el campo de la terapéutica; y por otra parte es de tal importancia la electricidad, como agente físico y biológico, que las disquisiciones que sobre ella se pueden hacer, son dignas del mayor interés científico, más ¡ay! repito que el acierto en su desarrollo es empresa grande para mis pobres fuerzas.

* * *

Trataremos pues de «*Iones y electrolisis medicamentosa*», y no digo de la *ionoterapia*, como algunos le llaman a este capítulo de la electroterapia, por ser el vocablo del todo inadecuado: si en el anodo; por ejemplo, introducimos un número determinado de *iones*, corresponde exactamente al número de *iones* que salen por el catodo, por consiguiente, esta medicación no aumenta el número de iones en el organismo. Por otra parte, la ionización medicamentosa no es un fenómeno eléctrico, es un hecho de solubilidad de las sales; y siempre que un médico prescribe una poción con alguna sal disuelta, propina una gran cantidad de *iones* y a esto no se le llama *ionoterapia*.

De modo que la significación actual de este impropio vocablo usado por algunos, no es otra que la introducción electrolítica de los iones medicamentosos a través de la piel y de las mucosas, y aun su impulsión a través de los tejidos mediante la energía eléctrica.

Mas antes de entrar en el campo de la terapéutica electrolítica, no serán de más algunas disquisiciones sobre lo que son los *iones*, y el papel que en ellos juega la electricidad.

Desde 1834 es conocida la palabra *iones*: de cuando Faraday formuló las leyes que llevan su nombre, llamando *anión* al elemento electro-negativo y que se dirige al polo positivo y *catión* al electro-positivo que se dirige al polo negativo. Mas la ciencia eléctrica, que en pocos años ha visto dilatarse grandemente el campo de sus conocimientos, exige un significado más lato de esta palabra, y es bastante general llamar *iones electrolíticos* a los que pone en acción la electrolisis, *iones químicos* a los constitutivos de las moléculas químicas que darán lugar a los electrolitos, quedándose con el nombre de *iones físicos* o simplemente *iones* a los vehículos que se encargan de transportar la electricidad a través de los gases.

Si bien al objeto particular del desarrollo de este tema son los *iones* electrolíticos, los que nos interesan de particular manera, nos ocuparemos brevemente de los *iones químicos* y de los *iones físicos* por la íntima relación que en su constitución guardan y su alcance en la interpretación de los fenómenos eléctricos.

* * *

La hipótesis de los *iones* se apoya principalmente en la analogía indicada por Van't Hoff entre los gases y las soluciones. Un gas puede considerarse disuelto en el *éter*, y así una solución cualquiera no se diferencia más que en el medio en que se disuelve, de modo que hay que sumar el *éter* a los disolventes líquidos. Tan libres quedan en la disolución las moléculas disueltas, como las gaseosas en el *éter*.

La presión ósmica de las soluciones es análoga a la presión que los gases producen en los recipientes que los contienen; siendo esto tan exacto, que los trabajos de Pfeffer, de Van't Hoff y de Raoult han demostrado la identidad de la presión desarrollada por los gases y la presión ósmica, al punto que *las moléculas de un cuerpo disuelto en un líquido desarrolla la misma presión en atmósferas que desarrollaría si se gasificase en el mismo espacio.*

Ahora bien, una *molécula-gramo* de azúcar producirá la misma presión ósmica que la que se obtendría transformándola en vapor a la misma temperatura y volumen, así como 2 gramos de hidrógeno, 32 de oxígeno, 28 de nitrógeno, 76 de gas cloro, o en general una

molécula-gramo de un gas cualquiera ocupando el volumen de 1 litro a 0° desarrolla una presión de 22'35 atmósferas, de la misma manera que una *molécula-gramo* de un cuerpo soluble cualquiera; por ejemplo 342 gramos de azúcar ejercen en un litro de solución la presión ósmica de 22'35 atmósferas. Añadamos a esto las notabilísimas relaciones que la presión ósmica guarda con el grado de ebullición de las soluciones y con su grado de congelación, o sea que tanto la elevación de temperatura en la ebullición, como el descenso en la congelación, son directamente proporcionales a la presión ósmica, y por consiguiente al número de moléculas que contiene; de tal manera que las soluciones que contengan el mismo número de moléculas presentarán las mismas elevaciones y descensos de temperatura en sus puntos de ebullición y congelación.

Las sorprendentes relaciones descubiertas entre los gases y las soluciones hicieron que el genio de Van't Hoff formulara las leyes de los gases de Mariotte, de Gay Lussac y d'Avogadro substituyendo la *presión de los gases* por la *presión ósmica*.

O sea: *Ley de Mariotte*.—Para una misma masa de moléculas disueltas, la presión ósmica es proporcional a la concentración e inversamente proporcional al volumen.

Ley de Gay Lussac.—Por una misma masa de moléculas disueltas la presión ósmica crece proporcionalmente a la temperatura absoluta.

Ley de Avogadro.—Un mismo volumen de una disolución cualquiera a la misma presión ósmica, contiene el mismo número de moléculas.

A las que añadiremos la

Ley de Van't Hoff.—La presión ósmica es independiente de la naturaleza del disolvente y del cuerpo disuelto.

Y lo mismo que los gases cuando se acercan a su punto de liquefacción, las soluciones concentradas tampoco siguen exactamente estas leyes.

Mas el fenómeno de capital importancia observado en los gases y soluciones es la disociación: cuando algunos cuerpos se reducen al estado de vapor, o de gas, se descomponen en parte, o en totalidad, es decir, se disocian y entonces el gas contiene un número mayor de elementos que el indicado por sus moléculas, resultando una presión mayor que la señalada por las leyes de los gases.

Otro tanto ocurre en gran número de soluciones: en las acuosas de ácidos, de bases y de sales, las presiones ósmicas son superiores a las que correspondiere por el número de moléculas disueltas; su punto de ebullición es también superior, y la crioscopia indica también mayor número de moléculas por su grado más bajo de congelación.

Esto indujo al genial Arrhenius a pensar que los elementos existían en el número que indicaban la presión ósmica, el punto de ebullición y de congelación; y por consiguiente que estos ácidos, sales y bases estaban, al menos en parte, *disociados*; notando la particularidad de que estas anomalías se presentan sólo en las soluciones conductoras de la electricidad, y bien sabido es que todas las disoluciones conductoras son susceptibles de descomponerse por este agente, por lo que se les da el nombre de electrolíticas.

Koutomsow de St. Petersbourg dice que «hoy se tiende a substituir la teoría de Arrhenius por la de los *iones en movimiento* de Reychler. Según los experimentos de M. Jean Perrin, las moléculas del disolvente y las moléculas del cuerpo disuelto (ley de Van't Hoff) están en agitación constante, su energía cinética está en proporción de su temperatura absoluta. El mecanismo de la disolución consiste en que la fuerza atractiva de las moléculas de un cuerpo sólido sea inferior a las fuerzas atractivas de estas moléculas y las del agua. Cuando una molécula de un cuerpo disuelto está completamente rodeada de moléculas de agua, las fuerzas atractivas contrarias se contrarrestan y la molécula del cuerpo disuelto se presenta en estado gaseiforme dotada de gran energía cinética, que según la ley de Van't Hoff iguala a la energía de gas perfecto, comprimido en el volumen dado del líquido y a su temperatura.»

«Y si nos pasa inadvertida esta presión colosal, es porque es contrarrestada por el choque de las moléculas del cuerpo disuelto con las del agua; pero estos choques serían la causa de la disociación en *iones* de Arrhenius los cuales no serían tan estables como supone su hipótesis; sino que en sus continuos choques se combinarían y recombinarían continuamente.» Mas nosotros seguiremos la teoría de Arrhenius por resultar más sencilla y muy clara a nuestro objeto.

Y estas soluciones precisamente son en las que las leyes de Van't Hoff indican mayor número de elementos, es decir disociación, que será mayor o menor según el grado de discordancia, o sea de alejamiento de la presión ósmica al punto que le correspondiera por el número de moléculas; disociación que también es proporcional a su conductibilidad eléctrica.

Los electrolitos están constituídos exclusivamente por soluciones de ácidos, sales y bases minerales u orgánicas, y las particularidades antes apuntadas indujeron a Arrhenius a formular su hipótesis bien conocida y universalmente aceptada.

Los electrolitos están descompuestos antes del paso de la corriente eléctrica en elementos distintos o *iones*, descomposición que comprenderá mayor número de moléculas en cuanto la disolución sea mayor. Así es que cuando se aplica una corriente a un electrolito la encuentra ya descompuesta, parte de sus moléculas están ya

separadas en *iones*, los cuales tienen su carga eléctrica positiva o negativa; llamándose en el primer caso *cationes*, porque se dirigen al polo negativo y *aniones* en el segundo porque se dirigen al polo positivo, cuando se aplican al electrolito los electrodos de un generador de corriente galvánica, ya que establecerá un campo eléctrico que orientará los *iones* que antes permanecían juntos neutralizándose sus cargas.

Ocioso sería detallar aquí la hipótesis de Arrhenius; mas su excepcional importancia al objeto de nuestra disertación nos ha obligado a detenernos en sus fundamentos, que como se ha visto son verdaderamente notables.

Estos fundamentos demuestran que en ciertas disoluciones hay un crecimiento molecular que no puede proceder más que de la disociación de sus moléculas, y como sólo estas disoluciones son las conductoras de la electricidad, esta disociación debe ser en forma de *iones*.

Ahora podemos formarnos cabal idea de lo que son los *iones electrolíticos*, es decir, átomos, o grupos atómicos con su carga eléctrica correspondiente dentro de las disoluciones, dispuestos a orientarse y marchar en dirección a las cargas eléctricas de signo contrario que se les presenten; y aunque se haga difícil comprender que puedan estar separados en el agua el Cl y Na. componentes de una molécula de cloruro de sodio, podemos concebir en cierta manera que sus respectivas cargas eléctricas compensan su afinidad, que recobrarán por entero desde el momento que aplicada una corriente eléctrica alcancen su polo correspondiente y puedan soltar su carga.

De modo que el *ion* no es el vehículo de la carga eléctrica como dicen algunos, sino que la unión del vehículo y la carga constituyen el *ion*.

Los *iones químicos* son los constitutivos de las moléculas químicas que darán lugar a los electrolitos, cuando se disuelvan en un líquido.

Tanta es la importancia que en química ha adquirido la teoría iónica, que Euler ha llegado a sostener «que no hay reacción sino entre *iones* y que toda substancia, aun orgánica, en disolución, está más o menos disociada; así, la aceleración en la velocidad de la reacción reconocería por causa el aumento de iones, conviniendo con Euler otros químicos como Enríquez, Goldschmidt, Zengelis y Lapwort; disintiendo de este modo de ver Wegscheuder, Luis Kahlenberg, Walker y otros. El sabio químico P. Vitoria cree que peca de notoria exageración la teoría de Euler (1).

(1) Véase sobre este particular la magistral obra «

Química», por el

Los *iones físicos*, o simplemente *iones*, son los vehículos que se encargan de transportar la electricidad en los gases; por lo cual un gas desprovisto de *iones* no conduciría la electricidad, y en estado ordinario es tan insignificante su conductibilidad que sólo se demuestra mediante aparatos muy delicados. Mas supongamos que *ionizamos* este gas. ¡Oh! entonces tendremos una conductibilidad muy grande, los *iones* con sus cargas respectivas irán a neutralizar las cargas eléctricas contrarias que se presenten dentro de su campo de acción.

Pongamos un ejemplo para hacer más clara ésta idea. Supongamos dos discos metálicos perfectamente aislados, paralelos y a corta distancia; si comunicamos un polo de una pila con uno de los discos y el otro polo con el suelo, y si además comunicamos el otro disco (previa comunicación con el suelo por unos momentos) con un electrómetro, observaremos que no hay carga eléctrica en este disco, es decir, que el aire intercalado entre los dos discos ha servido de aislante o poco menos. Mas proyectemos a través del aire intercalado entre los dos discos un haz de rayos Röntgen y al punto nos indicará el electrómetro que el aire ha adquirido la propiedad de conducir la electricidad: se cargará el disco a expensas del otro y pronto se equilibrarán sus potenciales. ¿Qué ha pasado? Que los rayos Röntgen han *ionizado* el aire interpuesto entre los discos, y los iones positivos con sus cargas correspondientes, influidos por el campo eléctrico desarrollado por el disco cargado negativamente, han tomado su camino para neutralizar allí su carga, y los *iones* negativos repelidos han tomado la marcha contraria y al chocar con el disco sin carga, han depositado la suya. De modo que los *iones* en los gases respecto a su conductibilidad hacen el mismo oficio que los *iones electrolíticos* en los líquidos, es decir, transportan sus respectivas cargas a los polos de nombre contrario para despojarse allí de su carga eléctrica.

*
* *

Mas ¿de qué se desprende el *ion* al soltar esta carga? Suelta el átomo eléctrico o *electrón (ion eléctrico)* como le llamó Stoney, es decir, la menor cantidad de electricidad que podemos obtener actualmente y que es la que lleva un *ion electrolítico* monovalente, o un *ion gaseoso*; y como esta cantidad no la podemos dividir y sólo podemos obtener sus múltiplos, se vislumbra la idea de la constitución atómica de la electricidad. Ya en 1881 despertó una idea semejante en la mente de Hemboltz el estudio atento de las leyes de Faraday sobre la electrolisis y la perfecta proporcionalidad entre la cantidad

de electricidad que pasa por un electrolito y la masa descompuesta; la proporcionalidad que guardan los cocientes de los pesos atómicos (o moleculares) por sus dinamicidades respectivas, descompuestos por una misma corriente que atraviesa varios electrolitos de composición diversa, de tal manera que los átomos monovalentes necesitarán igual cantidad de electricidad para desprenderse, los bivalentes doble y triple los trivalentes...

El hecho de que a una cantidad igual de masa de un mismo cuerpo va ligada la misma cantidad de electricidad, llevando los *iones* del mismo cuerpo la misma cantidad de electricidad, o sea un *electrón* si el cuerpo es monovalente, dos si es bivalente, o tres si es trivalente, dan mucho valor a esta idea.

En suma, el electrón es el límite mínimo de cantidad eléctrica que podemos obtener con los medios actuales, así como el átomo es la más pequeña cantidad de materia que se puede alcanzar con la divisibilidad química.

Grandes han sido los esfuerzos de los más eminentes ingenios del campo físico-químico para separar el electrón del átomo; mas hasta aquí sólo han tenido éxito respecto al *electrón negativo* que se ha demostrado su existencia con masa inferior al átomo químico y con masa siempre constante, en forma de *corpúsculos*, sea el que fuere el procedimiento empleado para su producción. No se ha podido conseguir otro tanto con el *electrón positivo*, que jamás se ha podido separar de la substancia química, ya que su masa se ha encontrado siempre del *orden atómico*. No obstante J. Becquerel en junio de 1908 hizo una comunicación a la Academia de Ciencias de París sobre ciertas experiencias cuya explicación requería la existencia de electrones positivos libres, si bien el mismo Becquerel declara que no pretendió «demostrar de modo absoluto y definitivo» la producción de tales *electrones*, sino más bien dar una explicación *hipotética*.

Esta hipótesis atómica de la electricidad no implica que la electricidad se componga de corpúsculos materiales, o que los *electrones* sean verdaderos corpúsculos materiales, sino que pueden ser estados especiales localizados del éter universal, y tampoco debe caerse en el extremo opuesto a que se tiende hoy mucho, o sea, a considerar estas localizaciones del éter universal como la verdadera constitución de la materia.

Inútil es afirmar que la teoría electrónica de la materia es la que priva hoy en el campo de la ciencia. Como hemos dicho, el *electrón* es el *corpúsculo o átomo eléctrico* que aunque en su desplazamiento por los gases rarefactos se le puede estudiar comprobando su inercia como si se tratara de verdaderos corpúsculos materiales, habiéndosele calculado una masa mil veces menor que la del átomo de H; no obs-

tante la carga eléctrica que produce un campo electrostático que le va siguiendo, produciría los mismos efectos de la inercia; así es que hoy por hoy queda este misterio por explicar.

Mas si nos dejamos llevar un poco por estas hipótesis, nos encontramos que los electrones no sólo son la causa de la electricidad con sus traslaciones, del calor y de la luz con sus vibraciones que provocan el movimiento ondulatorio del éter, sino que son el todo en la constitución de la materia. Cada átomo estaría constituido por un núcleo electrónico positivo y a su alrededor girarían con vertiginosa rapidez los electrones negativos compensándose sus cargas, resultando para el exterior neutro cada átomo y formando un sistema como el solar a cuyo torno giran los planetas.

Si ahondamos un poquito más para desentrañar la constitución de los electrones, nos encontraremos que no son otra cosa que remolinos, es decir, ciclones de éter que giran con vertiginosa rapidez formando una especie de anillo de condensación con su agujero central. Si los electrones constituyen el átomo y éstos resultan tanto más pesados cuanto mayor número de electrones los forman, tendremos en último término que no tenemos más materia que la del éter que no pocos físicos le tienen por inmaterial (1).

Y de esto a la negación de la materia va sólo un paso, ya que no podemos inventar un segundo éter menos material todavía para ocupar los espacios interatómicos del primero!... Por esta razón creo que los físicos no se preocupan de la constitución del éter y prefieren dejarlo, así como una lejana nebulosidad que no hay instrumento que la disocie y que el observador le deja, para preocuparse de otros problemas más sencillos.

De manera que cuando nos parece que ahondamos para llegar al conocimiento íntimo de la materia, nos encontramos tan lejos como antes, y cuando creemos que tocamos con la mano la causa de la energía eléctrica, vemos que nada hemos adelantado respecto a este punto, y que si le atribuimos una estructura atómica, o electrónica, estos electrones se obstinan en ser para nosotros un misterio como afirma Righi y como prueba el P. Rodés en su notable trabajo «De los cuerpos reales al éter hipotético».

Ya que si el éter formando el electrón es el único componente de la materia y si a éste los físicos no le reconocen más cualidad que la de la inercia... preguntaremos: ¿quién la vence? La ciencia no contesta esta pregunta.

(1) Los notables trabajos de los señores Langevin y P. Weiss, bien recientes por cierto, comunicados a la «Société Française de Physique» en 1912, vienen a complicar más todavía la explicación de asunto tan oscuro con el descubrimiento del *magnetón*, nuevo constituyente de la materia universal.

* * *

Ya hemos visto que las únicas soluciones conductoras de la electricidad son las llamadas *electrolíticas*; por consiguiente, en estado de solución acuosa deberán estar aquellos medicamentos que nos propongamos introducir electrolíticamente en el cuerpo.

Como es sabido, todas las sales orgánicas e inorgánicas, las bases y los ácidos disueltos en el agua forman electrolitos, si bien las sales sean las que se suelen emplear. No podrán formar electrolitos las soluciones de azúcar, urea, ni las soluciones coloidales: de albúmina, almidón, glicógeno, etc., porque no disociándose en iones en sus soluciones, son impropias para el paso de la corriente. El agua pura, rigurosamente exenta de substancias en disolución, no conduce la corriente eléctrica casi en absoluto; no obstante, alguna ligerísima disociación en *iones* H y HO debe existir, ya que conduce la corriente eléctrica, si bien le opone una resistencia de 200 a 300 mil millones de ohms según expone Hollard (1). Esta disociación parece debe ser bastante mayor en ciertos electrolitos llamados irregulares, ya que en éstos juega papel importante la descomposición del agua, como lo ha demostrado Doumer.

Una misma cantidad de sal y por consiguiente de sal medicamentosa disuelta en el agua, dará mayor número de *iones* cuanto mayor sea su disolución. Esto no quiere decir que para hacer penetrar en el organismo los medicamentos debamos usar soluciones muy diluídas, ya que no podemos poner grandes cantidades de líquido en contacto de la piel como electrodos, aparte de que la corriente encontrará *iones* suficientes en soluciones menos diluídas y así no hay cuidado de que por demasiada concentración la corriente empobrezca de *iones*, ya que a medida que penetren en el organismo se disociarán nuevas moléculas para substituir a los *iones* que hayan salido de la solución.

Si para nuestro objeto tomamos soluciones del 1 al 10 % de sales medicamentosas, tendremos la disociación suficiente para conseguir número superior de *iones* al que pudiéramos pretender introducir por electrolisis. La disociación podrá variar entre el 60 % y el 80 % de las moléculas contenidas. Y no se olvide que los *iones* que introduciremos no serán proporcionales al número que contenga la solución; sino a la intensidad de la corriente, y al tiempo.

(1) Según los cálculos de Ostwald existe en el agua una ligerísima disociación en *iones* H y OH. Según Ners y Glaser existe también en el agua una disociación en *iones* H⁺ y O todavía en menor cantidad.

Y aquí entra otra cuestión importante. ¿Qué tensión necesitaremos para orientar estos *iones* para conseguir su polarización?

Para que tenga lugar la electrolisis, es preciso que la tensión eléctrica aplicada, sea suficiente para poner en libertad a la vez un *anión* y un *catión* presentes en la solución. Esta tensión varía según la naturaleza de la sal, su temperatura y la concentración.

Los cálculos hechos por Nerst (1) nos indican que estas tensiones podrán variar entre algunas centésimas de volt y dos volts. Por consiguiente, este punto no debe preocupar al médico electricista, ya que sus aparatos galvánicos tienen siempre un potencial mucho mayor, en razón a tenérselas que haber casi siempre con la piel, que representa una resistencia considerable.

*
* * *

Expuestas estas breves nociones físicas sobre la electrolisis, queda bien demostrado que este fenómeno sólo puede darse en los *electrolitos*; por consiguiente, precisa que nuestro cuerpo sea un electrolito, como en efecto lo es, para la introducción de los *iones*.

Podemos considerar el cuerpo humano como una solución salina a una concentración del 5 ‰. Están por consiguiente las sales disueltas en disociación, es decir, en estado de *iones*, casi en su totalidad. Limita por fuera esta solución la piel, que es hasta cierto punto una capa aislante, ya que su epidermis casi no presenta *iones*; no obstante, abundantísima la piel en aberturas glandulares, es por el punto que un electrolito medicamentoso se puede poner más fácilmente en contacto con el electrolito orgánico que acabamos de mentar.

De modo que cuando queramos introducir una sal medicamentosa por electrolisis, la disolveremos, y con esta solución formaremos un electrodo; pudiendo formar el otro con una disolución electrolítica cualquiera, siendo lo más corriente usar una disolución de cloruro de sodio, o agua común que contiene número suficiente de *iones* para formar electrolito.

Nos encontraremos entonces con una cadena formada por tres electrolitos: el de la solución medicamentosa, el cuerpo humano y el del electrodo indiferente. Si por esta cadena hacemos pasar una corriente galvánica, tendremos una migración de *iones* electropositivos orientados hacia el electrodo negativo y otra corriente de

(1) Nerst. Beol, Ber XXX (1897), citado por Hollard, loc. cit.

iones electronegativos orientados hacia el electrodo positivo en los tres electrolitos.

Por consiguiente, si suponemos que el electrolito medicamentoso es una solución de salicilato de sosa, por ejemplo, y que este electrolito forma el polo negativo, tendremos que los *iones* electronegativos (*ion salicílico*) se orientarán hacia el electrodo positivo y por consiguiente penetrarán en el organismo a través de la piel; los iones electronegativos del segundo electrolito (el organismo) Cl principalmente, se orientarán en la misma dirección, y los próximos a la piel saldrán para buscar el electrodo positivo, entrando en el tercer electrolito (electrodo indiferente) y los *iones* electropositivos de éste irán a buscar la placa metálica en donde dejarán su carga eléctrica para dejar de ser *iones* en aquel mismo momento. Forzosamente se formará una cadena de *iones* inversa a la descrita anteriormente, tomándola en el electrodo indiferente los *iones* electropositivos Na próximos a la piel penetrarán en el organismo los electropositivos del segundo electrolito, Na principalmente, saldrán a través de la piel en busca del electrodo negativo y el ion Na también del tercer electrolito al llegar a la placa, polo negativo, perderá su carga para dejar de ser *ion*. En el primer y tercer electrolito ocurren estos fenómenos con la simplicidad indicada; pero en el segundo, o sea en el organismo, se presentan los fenómenos más complejos como luego indicaremos.

Después de lo dicho, parece ocioso que nos ocupemos de la posibilidad de penetración de los medicamentos mediante la electrolisis, ya que acabamos de sentar el hecho sobre principios físicos bien demostrados, siquiera su interpretación sea más o menos hipotética; mas rindiendo tributo a la verdad histórica, siquiera someramente indicaremos las vicisitudes por que ha pasado este asunto hasta quedar bien resuelto y sin género de duda alguna.

Las primeras tentativas para la introducción de las sustancias medicamentosas por medio de la electricidad, datan de mediados del siglo XVIII debidos a Pivati de Venecia y a Bianchi de Turin, y que el abate Nollet no pudo confirmar. Por supuesto que la electricidad empleada era la estática.

Las investigaciones entraron por buen camino a raíz de los notables trabajos del químico inglés Davy sobre la descomposición electrolítica de las disoluciones salinas y la aparición de los elementos separados en los electrodos. El imperfecto conocimiento de la electrolisis y los mismos trabajos de Davy dieron lugar a una serie de estudios contradictorios, empleando las distintas formas de la energía eléctrica: franklinización, faradización y galvanización,

concluyendo muchos autores, entre ellos Semmola, en afirmar que la electricidad favorecía la absorción medicamentosa. No pocas veces estos experimentos fueron dirigidos sin orientación alguna, ya que las pomadas son con alguna frecuencia la forma medicamentosa empleada. Citaremos de paso, que hicieron notables trabajos sobre este asunto, a los doctores Bourget, Sobiernoski, Mesnil, Huguet, Adamkiewiz, Nous Bruns, Richarson, Personali y Lewandowski. Este último, tratando tumores glandulares con una solución de yoduro potásico, reconoció el yodo en la saliva.

Erb demostró la introducción de varios medicamentos por el análisis químico y por sus efectos fisiotóxicos. Usaba la corriente galvánica invirtiendo varias veces la polaridad, lo mismo que Boccaleri y Manzieri.

Edison afirmaba en la *Revue Scientifique* (1890) que se puede introducir el litio por la galvanización, y Briggs, Danión, Aubert, Gaetner, Imbert de la Touche, Morton y Lauret no pueden poner el asunto en claro, afirmando Hayem en sus lecciones terapéuticas de 1894 que la aplicación de la cataforesis a la terapéutica no había alcanzado claridad suficiente para que su valor pudiera juzgarse definitivamente.

Mas en esta época, extendidos entre los médicos los conocimientos sobre la electrolisis y la teoría de Arrhenius, éramos ya muchos los que aplicábamos de una manera racional la terapéutica electrolítica, usando principalmente el cloruro de litio y los yoduros alcalinos para la introducción del yodo y de la litina, principalmente en el tratamiento de los tumores glandulares y reumatismo; pero eran muchos más los que, mal basados en las leyes de la electrolisis y desconociendo por completo los trabajos de Labatut publicados en el *Dauphine Médical* en 1893, negaban la introducción de los medicamentos en el organismo o empleaban las distintas formas de energía eléctrica de una manera completamente empírica.

Labatut fué, pues, en esta época, el que, basado en los conocimientos de la electrolisis, fundado en la teoría, casi como antes la tenemos expuesta, sometió a la experimentación el asunto y demostró la introducción de los *iones* en el organismo. Apoyado en los trabajos de Bouty, Hitforf, Kohlrausch y Arrhenius, arrinconó la palabra cataforesis, hasta entonces en boga, y probó que el hecho del paso de los medicamentos era puramente electrolítico, siendo nula la *cataforesis*. Sus experimentos versaron sobre la cataforesis del arseniato de sosa, demostrando que era nula.

Labatut dió ya reglas precisas para la introducción de los *iones*. Demostró que la teoría respondía a la práctica al obtener los efectos fisiológicos de ciertos medicamentos introducidos, los efectos tóxicos de otros, como el arsénico y la estricnina; comprobando los

análisis químicos su presencia en la orina, y obteniendo además notable efectos terapéuticos.

Y terminaremos ya aquí este ligero bosquejo histórico, ya que desde entonces las dudas sobre el particular han podido ser sustentadas sólo por los que desconociesen las leyes de la electrolisis y los notabilísimos trabajos experimentales de Labatut a que acabamos de hacer referencia y los de muchos otros autores que los han confirmado.

Mas volvamos al estado actual de la cuestión y recordemos que dados los hechos bien positivos de los *electrolitos*, no sólo las soluciones medicamentosas electrolíticas han de penetrar en el organismo, sino que no es posible penetre en nuestro organismo la corriente galvánica, sin que ésta sea transportada por los *iones* de la solución, es decir, los electrolitos sólo por convección conducen la electricidad. Aparte de esto, los hechos experimentales están de completo acuerdo.

Ya en 1850 Hittorf probó el transporte de los *iones* Cl y Na a través de un pedazo de arcilla y Ensch demostró que el *ion* yodo podía desplazarse a través de una mecha de algodón, si bien son más demostrativas las experiencias siguientes del mismo autor.

Con una solución de yoduro de potasio se llena un hueco labrado en una patata y a los dos extremos de la cual se clavan los electrodos agujas de platino; se hace pasar una corriente galvánica durante algún tiempo y aparecerá la coloración característica del yoduro de almidón alrededor de la aguja positiva, prueba de la migración del *ion* yodo hacia el polo positivo; en el negativo no aparecerá coloración, ya que el *ion* K, que será el que ha emigrado en este sentido, no la produce. No siendo menos evidente que el *ion* yodo y el *ion* K han pasado a través de los tejidos del tubérculo sin dejar señales de su paso, hasta que llegando a sus respectivos polos han dejado sus cargas y entonces han reaccionado según sus afinidades, perdiendo el carácter de *iones*.

Bordier comprobó la introducción del lithium mediante el análisis espectral de las orinas, como lo había hecho Labatut.

A los repetidos experimentos de intoxicación mediante la introducción electrolítica de los *iones* venenosos les dió Leduc una forma elegante que ha quedado clásica, o sea, poner dos conejillos en serie, unidos entre sí por dos electrodos empapados en una disolución de cloruro de sodio recibiendo los extremos polares de la corriente galvánica, formados por electrodos empapados de una solución de sulfato de estricnina: es evidente que al pasar la corriente, el *ion* estricínico del polo positivo será el que penetrando a través de la piel lleva las cargas eléctricas en dirección al polo negativo, lo cual



resultará fatal para su vida, mientras que en el polo negativo irá a parar a la placa metálica el *ion* estricónico que forma el electrodo, y por consiguiente ningún efecto tóxico experimentará el conejillo conectado a este polo.

Los resultados terapéuticos abonan también este procedimiento. Sería largo y fuera de lugar consignar aquí con algún detalle el gran número de trabajos probantes de los buenos resultados terapéuticos; hemos preferido dar al final una bibliografía (que si bien extensa no pretendemos sea completa), que por sí sola demostrará la atracción que este sugestivo punto terapéutico ha ejercido en el mundo médico cuando tantos y tan buenos trabajos se le han dedicado.

Sólo como brevísimo resumen diremos que el reumatismo, la gota y sus consecuencias han sido tratados con buenos resultados mediante la electrolisis de los salicatos y yoduros por Ensich, Labatut, Imbert de la Touche, Inzemberger, Joquenbarche, Bordet, Argenson Vollyannos, Fabre y otros según se desprende de sus publicaciones, así como los esguinces y fracturas por Gilles.

Schasky ha tratado la tuberculosis pulmonar mediante una inyección mercurial seguida de la electrolisis intensa, con resultados dignos de nota.

Las neuralgias han sido tratadas mediante los salicatos y quinina por Leduc, Desplats, Cirera Salse, Movin y otros muchos con buenos resultados, si bien no constantes principalmente en los casos inveterados. En un caso de cefalea específica, Peyru obtuvo buenos resultados. La anestesia dentaria la han obtenido Wiedemann, Leduc y otros. En ginecología se han obtenido muchos triunfos: Fargas, nuestro ilustre presidente; Laquerriere, Schmitt, Arthur, Sloan, Cirera y otros mediante los electrodos metálicos solubles de plata, cobre y cinc, así como en las blenorragias, Vernay.

Las adenitis y tumores glandulares han sido tratados desde los primeros tiempos de la medicina electrolítica por Erb, Labatut, Blonde et Lablé y Drey, obteniendo no pocas veces resultados satisfactorios.

En las enfermedades de la piel es en las que mejor triunfa esta medicación: fistulas, verrugas, angiomas, pelada, acné, forúnculos, ántrax y lupus se combaten bien. Leduc, Brillonet, Marqués, Cirera Salse, Labordiere, etc. El cáncer ha sido objeto de felices tentativas de parte Massey de Filadelfia y Grange valiéndose del *ion cinc mercurial* y de grandes intensidades galvánicas.

El ocena, afección tenaz tan difícil de curar, obedece no pocas veces a la electrolisis del *ion* cobre o cinc como lo atestiguan conmigo

los trabajos de Schaal, Dagail, Massip, Arthur, Yonge. Generalmente a los pocos días del tratamiento desaparece el hedor.

Los epitelomas de la piel suelen ceder a la electrolisis del *ion* cinc (Leduc, L. Jones, Cirera, Arthur, David).

En la electrolisis tenemos un medio de valor inapreciable de pequeña cirugía con el que se puede obrar a profundidades varias, sin aumentar la superficie atacada y aunque en la electrolisis el efecto siempre es el resultado de una acción *iónica*, solamente me refiero aquí a cuando se usan metales atacables y la acción sea el resultado de los *iones* del metal que actúa de electrodo, como cuando con electrodos de cobre, plata o cinc introducidos en la matriz, combatimos ciertas metritis y cuando usamos las agujas de cinc y electrodos de formas varias para los epitelomas de la piel, angiomas y diversas excrescencias de la piel y de las mucosas.

Los resultados de la ionización medicamentosa en los órganos profundos son siempre problemáticos, y cuando se obtengan deben atribuirse más bien al intercambio *iónico* de los elementos celulares que los constituyen; sin embargo debemos consignar los obtenidos mediante la ionización del rádiom (Haret) y del actínium por Bertolotti.

En las enfermedades de los ojos, Zahan ha obtenido buenos resultados usando soluciones de sulfato de cinc en los procesos infecciosos, y Hageman en muy diversas afecciones oculares, así como nuestro Barraquer en las afecciones superficiales.

Bien probada la introducción electrolítica medicamentosa, por las leyes físicas, por las investigaciones biológicas y por los resultados terapéuticos, aquilatemos hasta donde nos sea posible el alcance de este procedimiento electroterápico.

Procediendo con orden, veamos a qué profundidad podemos introducir los *iones* electrolíticamente.

Aunque hayamos comprobado los efectos tóxicos de los venenos introducidos, nada prueban respecto a este particular, puesto que apenas estos *iones* habrán pasado la epidermis se encontrarán con una red vascular en la que penetrarán siguiendo el curso de la corriente sanguínea con completa independencia de la corriente eléctrica, y extendiéndose por el torrente circulatorio llegarán a los centros de acción en donde producirán sus efectos letales.

Los experimentos de Labatut comprobando el paso de los *iones* a través de un bloque de carne de caballo metido en una cubeta, los de Ensich pasando el *ion* yodo por la masa del tejido de una patata, así como cuando hace servir de conductor una rana viva entre dos cubetas (una de las cuales contiene una disolución de IK, elec-

trodo negativo, y otra agua común y un pedazo de patata cocida, electrodo positivo) y mediante la corriente obtiene la reacción característica del yodo en el electrodo positivo, tampoco tienen valor alguno, a este objeto: ya que en los primeros casos se trata de tejidos sin circulación y en el último después de su penetración en el organismo, ésta es la que difunde los *iones* a todas las regiones del cuerpo del animal, pudiendo salir por consiguiente con sus respectivas cargas eléctricas aquellos que se ponen en contacto con la piel en la región sumergida en la cubeta que contiene el polo positivo.

Tampoco podemos dar un valor absoluto al experimento de Chasky aceptado generalmente por los autores, que pretende probar que no hay posibilidad de que los *iones* penetren a través de la red vascular que encuentran en cuanto saludan los umbrales del organismo. Recordemos este experimento: dos patatas, una con un pequeño hueco lleno de una solución de yoduro potásico, están unidas por un tubo de vidrio lleno de agua cruzado por otro en cuya parte superior tiene un embudo y en la inferior una espita con una llave. Forma el electrodo negativo la que contiene la solución de yoduro y el positivo la otra. Si en estas condiciones hacemos pasar la corriente, se presentará la reacción del yodo en el polo positivo, los *iones* habrán pasado sin dificultad por el agua del tubo que une los dos polos; mas si se abre la espita, entonces los *iones* de yodo que salgan del tubérculo, al pasar por el agua del tubo serán arrastrados por la corriente y saldrán al exterior; y por consiguiente no aparecerá en el polo positivo la reacción característica del yodo.

Estas condiciones físicas distan de las en que se encuentran los *iones* al penetrar en el organismo, ya que la red vascular, lo mismo que las células de los tejidos, son elementos que componen el complejo electrolítico de nuestro organismo; y si bien algunos *iones* medicamentosos forzosamente penetrarán en el torrente circulatorio y se difundirán por todo el organismo, otros se salvarán a través de las células componentes de los tejidos y de las paredes mismas de los vasos sanguíneos y linfáticos.

Tendría más valor el experimento de Chasky si el tubo de comunicación estuviese formado por una doble membrana porosa conteniendo en su interior una solución electrolítica.

La experimentación en un hombre vivo o en un animal de condiciones orgánicas parecidas, es la sola que puede resolver esta cuestión, y esta experimentación está hoy día muy deficiente; no obstante, las meras condiciones físico-fisiológicas del electrolito orgánico y las condiciones antes expuestas, hacen prever que será bien difícil conseguir que los *iones* medicamentosos penetren a grandes profundidades en nuestro organismo.

Sin embargo son muy dignos de tener en cuenta los importantes

trabajos de Haret, Dame, Jaboin, que realizaron la introducción de las substancias radioactivas por electrolisis, si bien en este concepto, como lo reconoció Bécclère, les precedió Bertolotti que se sirvió de los barros radioactivos como electrodos.

Mas vamos al caso: los autores anteriormente citados ligaron la pata de un conejo impidiendo la circulación. Aplicáronle el electrodo positivo formado por una gasa que contenía 22 cm³ de solución conteniendo 22 micro-gr. de bromuro de rádium y el electrodo negativo se aplicó a la región lumbar. Se hicieron pasar 30 m. A., se sacrificó el animal, y dividida la parte de la pata tratada en tres capas longitudinales se encuentran en la 1.^a 0'15 micro-gr., en la 2.^a 0'11 microgr., en la 3.^a 0'04 y en el hueso 0'059. Una segunda experiencia en otro conejo, sin ligadura de la pata, se repite comprendiendo en ésta las dos patas y debiendo hacer notar que la izquierda ha bía sido tratada 7 días antes por este procedimiento; resultando:

	Pata derecha 1. ^a aplicación	Pata izquierda 2. ^a aplicación
Piel	0'058	0'11
Aponeurosis	0'017	0'04
Tejido muscular	0'026	0'07
Tejidos rodeando al hueso	0'02	0'04
Hueso	0'03	0'05

Para contraprueba se aplicó durante 40 minutos una compresa empapada en la misma solución de rádium a la pata de otro conejo, y después de sacrificado; solamente la piel contenía 0'023 micro-gr., mientras que ni vestigios había en los demás tejidos.

Pero de más importancia aun son los experimentos verificados en una ternera por los mismos autores.

Con la técnica adecuada, se ha colocado en la cara externa del miembro anterior del animal el electrodo positivo conteniendo 20 micro-gr. de bromuro de rádium en solución; el electrodo negativo se colocó en cara interna enfrente del positivo. Se aplicaron 20 m. A. durante 30 minutos, se lavó la parte y a las 24 horas se sacrificó el animal, y dosando el rádium resultó lo siguiente por capas:

1. ^a Piel (compresa positiva)	0'061
2. ^a Aponeurosis	0'019
3. ^a Tejido muscular	0'025
4. ^a Tejido muscular	0'017
5. ^a Hueso	0'023
6. ^a Tejido muscular	0'017
7. ^a Piel (compresa negativa)	0'012

Estas experiencias prueban que al menos el *ion* rádiu puede alcanzar grandes profundidades independiente de la circulación, que no consigue arrastrarlo sino en parte, como es probable ocurra con los demás *iones*, si bien es indudable que no proporciona datos suficientes para poder sacar conclusiones generales.

Ya hemos indicado que los *iones* penetran por las aberturas glandulares de la piel, ya que las capas epidérmicas por su gran resistencia a penas les dejan paso.

Esta penetración es lenta, no pasa de algunas centésimas de milímetro por volt-segundo; por lo cual se requieren sesiones de gran intensidad y de larga duración.

Si por la circunstancia anteriormente expuesta vemos la dificultad que el *ion* medicamentoso penetre profundamente, la lentitud de su penetración nos obliga a sesiones lo más largas e intensas posible.

Una vez penetrados los *iones* en nuestro organismo, su acción debe por regla general equipararse a la del medicamento empleado, si bien con la singularidad de obtener un efecto terapéutico local, sin poner en conflicto a los demás órganos y aparatos con la impregnación medicamentosa y sus efectos consiguientes cuando menos innecesarios. Es decir, se persigue con esta medicación el fin enaltecido por el profesor Bouchard en el Congreso internacional de medicina del Cairo, *o sea de substituir, siempre y cuando sea posible, los tratamientos generales por los locales.*

Conocidos son los efectos de los yoduros, salicilatos, quinina, arsénico, adrenalina, etc., todos usados generalmente en medicina, y de ellos podemos esperar una mayor acción local cuando consigamos su introducción electrolítica en el mismo protoplasma celular; pero debemos tener en cuenta que nuestro organismo no es un electrolito simple como antes hemos supuesto para mayor facilidad en la exposición; sino que es un electrolito tabicado de membranas permeables, encontrándose mezcladas con los *iones* sustancias coloidales albuminosas, también con sus cargas eléctricas; con la ósmosis de estos mismos *iones* a través de las cubiertas celulares, con los fenómenos de absorción, de elección y de hábito de las sustancias coloidales y reacciones nerviosas, es decir, se han de ver modificados los fenómenos todos de nutrición y reproducción celular, o mejor dicho, estos *iones* que en definitiva marcharán según su campo eléctrico de acción, producirán las modificaciones nutritivas y generativas en el sentido de excitar y levantar la vitalidad celular, como lo afirmó ya el abate Nollet y lo comprobó a la luz de la experimentación moderna el gran químico Bertolet, como acción propia de la energía eléctrica que también podremos considerar en todos los casos como una acción *iónica*.

Mas aquí debemos notar que en las aplicaciones de introducción iónica medicamentosa podremos dudar no pocas veces si el *ion medicamentoso* alcanzó o no el sitio de la lesión; pero no podremos dudar jamás de si lo alcanzó o no la acción *iónica* necesaria en el electrolito cuando el sitio de la lesión lo hemos interpuesto entre los electrodos.

De modo que jamás faltará un intercambio *iónico* entre el plasma que baña las células y el plasma de éstas, así como no podrían faltar las acciones que los choques y cargas eléctricas produzcan sobre los coloides. Así es que no pocas veces esta acción segura será superior a la acción especial medicamentosa.

A parte de la acción propia del *ion* medicamentoso, bien probado sobre todo en lesiones superficiales, la necesidad, que exige la técnica, de usar intensidades elevadas y de larga duración, han llamado la atención sobre estas acciones interpolares a que antes me refería y ha rehabilitado completamente la *corriente galvánica*, es decir, la acción propia de esta corriente que bien claro está que es *iónica* también, ya que como hemos visto anteriormente esta corriente va formada sólo por una cadena de *iones* que circula en sentido inverso una de otra. Y debemos consignar también la acción favorable que puede resultar de esta circulación de *iones*, ya que podrán eliminar substancias tóxicas como lo ha demostrado Bordier y Pesset con el ácido úrico.

Encuentro un tanto abusivo el lenguaje de algunos autores, cuando a propósito de enaltecer la importancia de la acción *iónica medicamentosa* truenan contra los que hablan de la acción propia de la corriente galvánica como si fuera de hoy el conocimiento de lo que es esta corriente en los electrolitos. ¿Será necesario decirles... que sí, que en todo el electrolito orgánico son *iones* los que van y *iones* los que vienen; pero en la inmensa mayoría de los casos, los *iones* medicamentosos introducidos se quedan reducidos a una pequeña porción de esta cadena y los efectos terapéuticos alcanzados los atribuiremos en gran parte y por veces completamente, a la acción propia de la corriente y todos sabemos bien a qué atenernos al usar este vocablo, ya que no habría corriente sin acción *iónica*?

Los fisiólogos se van dando cuenta de la importancia de las cargas eléctricas en fisiología celular. A este propósito dicen los doctores Pi y Suñer y Rodrigo Lavín en su magistral obra de «Fisiología general»:

«En estos últimos tiempos empieza a darse importancia como factor físico que influye acaso poderosamente en la penetración y salida a través del ectoplasma, de las substancias disueltas, al estado de electrización en que debe estar constantemente el ecto-

plasma y a sus variaciones. Hemos visto que éste permite el paso de unos *iones* y no de otros. Cuando una membrana en estas condiciones está mojada por una solución electrolítica como el líquido ambiente celular, aparece en ella una diferencia de potencial entre las dos caras por la acumulación sobre ambas de iones de cargas contrarias. Las influencias entre los gránulos coloides del ectoplasma y los *iones* coloides del líquido ambiente, podrán tener trascendencia para el paso de otras sustancias disueltas.»

Y añaden, tomado de Botezzi (Química física):

«Las cargas eléctricas de signo contrario de los coloides del ectoplasma y de los iones y coloides del líquido ambiente podrán originar precipitaciones de éstos sobre aquéllos, cuyas consecuencias podrán ser: a) disminuir la permeabilidad del ectoplasma para ciertas sustancias; b) impedir el paso del precipitante, o de la mayor parte del mismo, que se acumulará sobre los gránulos coloidales membranógenos, con cuyas cargas eléctricas se neutralizaría total o parcialmente la propia; c) la excitación del ectoplasma.

«Si las cargas de los gránulos coloidales membranógenos y de los iones y coloides del líquido son del mismo signo, los iones podrán atravesar la membrana por el cual no serán atraídos ni fijados, sino repelidos al interior. Si, como parece por los datos experimentales obtenidos, las membranas protoplasmáticas son generalmente permeables a los *aniones* y a los coloides, ello podrá ser debido a poseer éstos igual carga eléctrica que los granos coloidales membranógenos. En comprobación de esto, podrá citarse el hecho de que los glóbulos rojos en campo eléctrico emigran hacia el ánodo. Las partículas no alectrizables (moléculas de azúcar, urea, etc.), tendrían el paso abierto a través de la membrana por influencia de ciertos *iones* capaces de alterar la semi-impermeabilidad de la membrana: estos iones serían los cationes que no atraviesan y se acumularían en su proximidad. Siendo esto así, tales cationes, aunque no puedan penetrar en la célula, tendrían grande influencia para el paso de los cristaloides no electrolitos.»

Por consiguiente, no se extrañará que todas las funciones de asimilación y desasimilación que tienen lugar en nuestros tejidos, vayan forzosamente ligadas a los fenómenos eléctricos, capítulo de la biología apenas bosquejado y que promete, según creo, un porvenir fecundo en interesantes resultados. Así Loeb ha demostrado que ciertos animales marinos mueren en el agua que no contiene más que *iones* monovalentes, pero que se desarrollan bien si contiene *iones* bivalentes en pequeña cantidad, o simplemente indicios de *iones* trivalentes.

Bien sabido es que cambios al parecer insignificantes en las células o en los líquidos que las bañan pueden ser decisivos para que

penetren, o no, ciertas substancias en el protoplasma; y por lo tanto, atendiendo a las breves consideraciones de fisiología que acabamos de exponer, se comprenderá fácilmente la grandísima importancia que debe tener el intercambio *iónico* que provocará una corriente galvánica entre las células de un órgano enfermo, ya que su acción promoviendo los cambios iónicos es, según antes hemos indicado, en el sentido de levantar la vitalidad celular. Y a parte de todo esto conocida es la acción vascular, que resulta netamente antiflogística.

Por el solo hecho de haber llamado la atención de los médicos sobre la corriente galvánica, afirmando más su gran importancia terapéutica ya que con ella podemos modificar el intercambio celular, sea a la profundidad que fuere en todos los órganos, debiéramos felicitarnos del entusiasmo a veces poco meditado que la electrolisis medicamentosa ha provocado, aparte de sus reales triunfos que quedan bien demostrados en los trabajos antes citados.

Debemos hacer observar que lo antedicho se refiere principalmente a cuando nos proponemos un fin principalmente médico. En cuanto a la electrolisis destructiva medicamentosa, su acción es siempre cáustica y depende de la densidad de la corriente empleada y de la característica del *ion* puesto en acción que producirá efectos coagulantes o histolíticos. Cuando sólo se usaba la electrolisis llamada simple, o sea que usando electrodos de platino éstos no se alteraban, sólo se distinguía la acción ácida en el polo positivo y básica en el negativo. Hoy se distingue bien la acción coagulante de los *iones* cinc, plata y cobre, que formando el electrodo positivo producirán de primera intención un oxiclورو del metal, que en estado *iónico* por disolución, el *ion* metálico se irá alejando del electrodo y producirá una acción antiséptica, excitante, caterética o cáustica según la densidad de la corriente.

El cinc produce especialmente efectos singulares e interesantes. A su alrededor va dejando una zona blanca que no pocas veces es de contornos muy irregulares, ya que se extiende más en un sentido que en otro; aquellos tejidos más jóvenes, más acuosos, facilitan más la corriente y por lo tanto por allí se extiende más su acción. Hemos visto no pocas veces como esto facilita la destrucción de los pequeños epitelomas de la piel.

Sería interminable este trabajo si nos ocupáramos de todas las acciones *iónicas*, ya que comprendería todo el campo de la corriente galvánica, comprendiendo así la electrolisis.

Nuestro objeto ha sido presentar a vuestra consideración como la galvanización se puede servir de ciertos medicamentos con un fin curativo y lo inseparable de esta acción, de las acciones de esta forma de energía eléctrica conocida ya de muy antiguo, desvaneciendo de paso el prejuicio de la novedad de este procedimiento elec-

tro-terápico; llamando muy singularmente la atención del médico práctico que no se puede hacer *ionoterapia* como tan impropiamente se llama por algunos, sin hacer verdaderamente *electroterapia* que exige un conocimiento teórico y práctico en todas sus formas de este maravilloso agente, que se apodera a pasos de gigante de toda clase de acciones químicas, físicas y biológicas, y como hemos visto en su exageración, no pocos sabios pretenden sea además la materia toda...

Y él sigue en el misterio, siquiera se nos dé a conocer por sus manifestaciones admirables, espléndentes, maravillosas.

HE DICHO.