

LA LLAMADA TEORIA BIOLOGICA DEL MOVIMIENTO BROWNIANO

Por el Doctor FERNANDO OCARANZA

IMPULSADO por el interés que tengo de conocer cuantos estudios biológicos pueda, y por el muy especial que me causan los trabajos nacionales, solicité del señor Secretario perpétuo de nuestra meritísima Sociedad que pusiera en mis manos la nota que presentó recientemente el señor profesor Alfonso L. Herrera sobre los microbios que viven en el papel y su resistencia al calor y al tiempo; escrita por el Dr. Galippe y llevada a la Academia de Ciencias de París el 3 de noviembre del año próximo posado por el señor Ives Delage; nota rápidamente comentada por el señor Herrera, o más bien, aprovechada para agregar un nuevo medio defensivo a lo que llama la "teoría biológica" del movimiento browniano

Después de haberme enterado cuidadosamente de una y otra cosa y en vista de que no estoy de acuerdo muy principalmente con los comentarios del señor Herrera, creo que no cumpliría fielmente con mis deberes de socio de la "Antonio Alzate" y de profesor de biología de la Facultad de Medicina si no publicara las observaciones que han debido sugerirme. Lamento agregar esta ocasión más, a la crítica que con otros motivos he debido hacer a los estudios del biólogo mexicano; más como hacia el terreno que cultiva, van mis preferencias, en él he podido encontrar tales o cuales ideas con las que no estoy de acuerdo y por eso es que he debido discutir las. Causame sin embargo algún malestar que un simple diletante por los estudios biológicos se vea obligado a criticar a quien lleva reputación de sabio; pero como escribe para el público y este tiene derecho a discutir sus ideas y no acatarlas como dogmas, me acojo a ese mismo derecho y de ahí mi atrevimiento. El mismo derecho, ya me obligó en otra ocasión a discutir una obra que tenía por principal argumento para que se la considerase como un estudio definitivo, haber sido coronada por una institución americana respetable y muy prestigiada.

El Señor Galippe dice y con justicia que la presencia de microbios en el papel no debe admirarnos. Claro que no, ya que toda clase de papeles está constantemente expuesta a todo género de contaminaciones y mientras más burda sea su fabricación y más anfractuosa su estructura, más motivos tendremos para comprender como puede abrigar indefinidamente tales o cuales gérmenes. Que desde el momento de su fabricación pueda conservarlos, tampoco debe sorprendernos puesto que la materia prima no es ni con mucho estéril y el agua y los líquidos empleados para las diversas manipulaciones, así

como los utensilios o máquinas de los talleres o fábricas tampoco lo están.

La resistencia a la temperatura y a los agentes químicos en el momento de la fabricación no es una novedad, porque de muchos años atrás ya sabemos que el límite térmico de la vida, hasta hoy conocido, es de 200°; superior al de las manipulaciones para la fabricación del papel; que hay organismos unicelulares que resisten el alcohol, el éter, la bencina, el cloroformo, los ácidos diluidos y los alcalis, y que precisamente las formas esporuladas, llamadas también de resistencia, están muy particularmente adaptadas para esas condiciones extremas de la vida. Más nada nos autoriza para creer como indiscutible que haya organismos que soporten la temperatura del arco eléctrico o la acción desorganizante del ácido sulfúrico químicamente puro o por lo menos, concentrado.

La resistencia de las bacterias al tiempo, es cosa de antaño sabida; ya desde 1894 eran bien conocidos los magníficos estudios de Giard sobre la vida latente y en particular por la que depende de la privación de agua, que el mismo biólogo distinguió con el nombre de anhidrobiosis; es cosa bien sabida que en lo más profundo de los herméticos sepulcros romanos se han encontrado bacterias que llevadas a un medio propicio han podido desarrollar y multiplicarse. Este mismo conocimiento fué aprovechado por Arrhenius para contestar algunas de las objeciones que se hicieron a su teoría sobre el origen de la vida. Lo único que niegan los egiptólogos serios y entre ellos Mariette, es que las semillas que han permanecido durante siglos en las tumbas faraónicas, sean susceptibles de germinar.

Hasta aquí me he colocado en el supuesto de que las bacterias hayan sido extracelulares, más en caso de que fueran intracelulares, como en el papiro por ejemplo, no habría motivo para suponer que por semejante condición no pudieran resistir el factor tiempo.

El señor Galippe indica, el proceder que puso en juego para sorprender y cultivar a los microbios del papel y manifestar cierta admiración de que tan luego como se encontraran libres pudieran moverse, después de tanto tiempo de inmovilidad; pero el mismo señor hace notar que los bacilos que colonizaban las fibras permanecían inmóviles. Sería difícil la explicación biológica de esos dos hechos, más el conocimiento de las fuerzas interatómicas, nos explica fácilmente lo uno y lo otro, como después tendré buen cuidado de exponer.

Sobre lo que el señor Galippe llama formas mitocondriales, me privo de decir una palabra; la denominación es vaga, pues si es muy cierto que emplea también el vocablo mitocondria, me parece que los términos no están usados con toda firmeza y lo dicho por el biólogo francés tiene más bien el aspecto de una interpretación, que el de un relato sobre un hecho o hechos bien observados. De todos modos, la nota del señor Galippe es muy interesante y no por otra cosa, sino por que agrega un documento más para la historia de la vida latente

o de la indiferencia química de los seres vivientes como diría Le Dantec.

Pasemos ahora a los comentarios del señor Herrera, quien los encabeza con la afirmación muy prematura de que el señor Galippe ha encontrado los micrococos que el mismo señor Herrera ha observado y cuya resistencia, "a pesar de las críticas, queda así demostrada". En verdad, que no tan solo el señor Herrera, sino muchos investigadores más, han observado en la materia viviente y en su medio externo cuerpecillos del tamaño y forma de un micrococo, animados de movimiento browniano; más no todos han hecho de su observación una interpretación semejante a la del mismo señor Herrera, ni le han llamado como él, "micrococcus brownianus"; ni piensan que su papel biológico sea el que les atribuye y que procuraré extraer de sus escritos y de los de las personas que lo han hecho seguramente por su inspiración; así como de conferencias, declaraciones y conversaciones no reservadas, sino de carácter público que he tenido la oportunidad de oír en la importante institución que dirige el señor Profesor. La tarea es quizá un tanto difícil, porque la importante obra del señor Herrera es fragmentaria, no se encuentran en ella, tesis amplias, detalladas y precisas; sino rápidos relatos de experiencias; afirmaciones o interpretaciones un tanto vagas que si tienen la ventaja de una fácil defensa en uno u otros sentidos, llegado el caso, llevan el inconveniente de no permitir una comprensión clara y precisa del asunto que se expone o se discute.

En cuanto a que el señor Galippe haya demostrado la resistencia de los microbios hasta el grado que la supone el señor Herrera, no me parece que sea enteramente exacto. El señor Galipe, tan sólo agrega un documento sobre la resistencia de las bacterias; pero siempre dentro de los límites ya aceptados: en el tiempo, veinte siglos; agentes químicos determinados y temperaturas inferiores a 200; mas no demuestra la resistencia al arco eléctrico y al ácido sulfúrico químicamente puro, o por lo menos, concentrado, como se ha dado en afirmar.

Concretaré el asunto al microbio universal que el señor Herrera dice haber estudiado y al que según cuentan sus discípulos llamó desde el año de 1912 *micrococcus brownianus*. ¿Qué es el micrococo browniano?

Si se arroja tal cantidad de creolina en agua contenida en una copa o vaso de laboratorio y después se agitan los dos líquidos hasta que se mezclan íntimamente o el segundo se disuelve en el primero, se obtiene un líquido blanco que no vacilaríamos al llamar emulsión coloidal: fenómeno de Tyndall, no sube el punto de ebullición y de evaporación ni baja el de congelación del nuevo líquido, depositada una gota sobre un porta-objetos y vista al microscopio se descubren numerosas granulaciones que se agitan constantemente. Estas granulaciones son micrococos brownianos, según el profesor Herrera.

Se prepara tintura de brea, disolviendo un gramo de brea en 10

cents. cúbs. de alcohol. Lista la tintura se vierte gota a gota en determinada cantidad de agua contenida en una copa o vaso de laboratorio; agitándola constantemente se forma un líquido opalino primero, blanco lechoso después, según vaya en aumento la cantidad de tintura vertida. El líquido toma el aspecto de una pseudo-solución coloidal; estabilidad, fenómeno de Tyndall, no suben el punto de ebullición y de evaporación ni baja el de congelación en el nuevo líquido; depositada una gota sobre un porta-objeto y llevada a la platina del microscopio, se observan pequeñísimas granulaciones suspendidas en el agua y constantemente agitadas. Tales granulaciones son micrococos brownianos según el señor Herrera.

En el caldo estéril para cultivos, hecho según la técnica microbiológica nos es dable observar cuerpecillos redondos de 1 a 3 micras de diámetro, animados de movimiento browniano. Son micrococos, según el señor Herrera.

Tomemos varios efímeros, y con todo cuidado, lentamente hagamos presión sobre sus débiles cuerpos entre el pulgar y el índice de nuestras manos llevadas dentro de un pequeño vaso que contenga líquido de Ringer. Filtremos y observemos el microscopio; relativamente abundantes, descubriremos cuerpecillos esféricos, agitados por un movimiento continuo de vaivén irregular. Son micrococos brownianos, según el señor profesor Herrera.

En el protoplasma de los leucocitos de la serie granulosa, existen cuerpecillos redondos de tamaño variable dentro de su pequeñez y de afinidades diversas por los colorantes según la especie a que pertenezcan. Entre los elementos figurados de la sangre hay una cuarta categoría que los autores modernos se han complacido en llamar hemoconias, unos ennegrecen con el ácido ósmico y otros no; estos en cambio, tiñense con los reactivos pancrómicos, unos en azul, en rosa los demás. Granulaciones leucocitarias y hemoconias son probablemente micrococos brownianos, siguiendo el criterio generalizador del señor Herrera.

Las células nerviosas contienen granitos que abundan más o menos según la edad del animal y según la hora. Los histólogos les llaman granitos de Niesl; el señor Herrera cree posible que sean micrococos brownianos.

En las células secretantes, en los elementos germinativos, en las células precursoras de la fibra muscular estriada, descúbranse cuerpecitos de tamaño y forma variables: redondos, ovoides, elípticos, cilíndricos, embrionoides, de formas que recuerdan la del espermatozoide, en cadenas a manera de los estreptococos, etc. A todos esos diversos organitos celulares se les llama mitocondrias con las variedades de condriomitos, condriocóntos, etc. Portier les llama simbiotias y los clasifica entre los microbios; el señor Herrera los comprende en su ya inmenso grupo del *micrococcus brownianus*.

Las maceraciones de paja son medios de primer orden para estudios biológicos, en ellas podemos seguir paso a paso las diversas

manifestaciones de la vida en los organismos unicelulares, desde las bacterias, las monas y las espirilas, hasta las vorticelas, los dileptus y anfileptus, pasando por las astasias, las násulas, los paramecianos, las amibas, etc., etc.

En el protoplasma de gran número de ellos, descubriremos granitos redondos agitados por el movimiento browniano. En el medio externo mismo de todos los protozoarios que enumeré, descubriremos también, pasados muchos días de observación, a partir del momento en que hicimos la maceración; descubriremos repito, inmensa cantidad de granulaciones redondas agitadas más intensamente por el mismo movimiento browniano. Son microcos brownianos, nos dice el señor Herrera, tanto los endocelulares como los que se agitan en el medio externo.

En el importantísimo libro de Perrín. "Los átomos", se cuenta que en algunas muestras de cuarzo, existen cavidades heméticamente cerradas que contienen por siglos, agua que examinada al microscopio aparece como el medio en donde muévense constantemente cuerpecitos redondos. "Son micrococcus brownianus" apostilla el señor Herrera.

En muy posible que pudiera seguir mi enumeración; pero no he querido mencionar sino lo que puedo entresacar de escritos, conferencias y declaraciones. Es decir de lo que se ha publicado, pertenece al público y sin cometer indiscreción, puede analizarse y tiénese derecho para criticar. Veamos, ahora a qué pueden reducirse de un modo incontestable algunos micrococcus brownianos y qué interpretación puede darse de los demás.

La creolina y el agua enteramente puras vistas al microscopio no tienen corpúsculos con movimiento browniano. Si se mezclan y se agitan, se forma una emulsión estable, o si se quiere una seudosolución por la gran fragmentación y estabilidad de la creolina dentro del agua. Vista una gota al microscopio se observan cuerpecillos dotados de movimiento browniano. Agréguese a la gota un disolvente de la creolina y desaparecen las granulaciones. Agréguese algún reactivo de la creolina y cada granulación dará una reacción microquímica de la creolina. Las granulaciones son de creolina y no hay en tal caso micrococcus.

A una gota de emulsión o una pseudo-solución de brea preparada como ya indiqué, mientras se la observa al microscopio, agréguese una gota dos, o las que sean necesarias, de alcohol absoluto; desaparecen las granulaciones; mézclase nuevamente con agua y reaparecen las granulaciones. Son pues fragmentillos de resina que precipitan o se disuelven, alternativamente según se agregue alcohol o agua a la primera gota.

Dejemos secar la gota y observemos: hay granulaciones inmóviles; depositemos una gota de agua sobre el mismo sitio: las granulaciones siguen inmóviles ¿por qué? Son gotitas microscópicas de brea que se adhieren al porta objetos y pierden definitivamente su

movilidad a menos que, dejemos secar de nuevo, agreguemos una gota de alcohol para disolverlas y mezclemos nuevamente con agua para emulsionar: reaparecen las granulaciones y vuelven a agitarse con movimiento browniano. En el caso de la emulsión de brea como en los casos de emulsiones de goma guta, almáciga, resina de palo amarillo etc., los cuerpecillos en movimiento son gotas de resina coloides o pseudo-coloides de resinas; pero nunca micrococos.

Podría decirse, forzando la llamada teoría biológica del movimiento browniano, que efectivamente, en tales líquidos hay sustancias en estado coloidal; más aparte de ellas micrococcus que las "llevan a cuestras" y las mueven; pero al agregar alcohol todo desaparece, no queda algún cuerpecillo, ni siquiera observando con el alumbrado de ultra-microscopio; al emulsionar nuevamente, aparecen una vez más las granulaciones redondas con incesante y muy interesante baile. Juiciosamente, nadie podría pensar que los micrococos son destruidos y creados alternativamente; que mueren y renacen; que desaparecen y vuelven ante nosotros por súbita generación espontánea.

En el caldo estéril, si acaso se ve una que otra granulación que si fueran seres vivientes, dadas la resistencia y abundancia natural de los micrococos brownianos, aumentarían día a día, ya que el medio es uno de los más propicios para cultivo; pero nada sucede, pasan los días, pasan las semanas, pasan los meses y el caldo estéril encerrado en apolletas presenta siempre el mismo aspecto: una que otra granulación. Deben ser, ya sea materias extractivas, ya albuminoides de la carne, en estado coloidal naturalmente unos y otros, y por necesidad los segundos.

Las hemoconias se conocen desde Juan Müller, quien las llamó granulaciones elementales; este nombre fué aceptado por Hayem. En las últimos años, las reacciones microquímicas nos han dado mayores seguridades sobre su naturaleza. Dije en otro lugar que unas se ennegrecen con el ácido ósmico y otras no; las últimas, toman ya sea los colores nucleares o bien los protoplásmicos, por lo cual con grandes motivos se les ha tomado por fragmentos de núcleo o fragmentos de hematías. Las hemoconias grasientas abundan particularmente después de las comidas, cuando está en regla la función del hígado y por tal razón se utiliza su investigación para juzgar sobre la suficiencia o insuficiencia de la glándula hepática. Por las razones anteriores considero peligroso tomar por micrococos brownianos a las hemoconias.

En la gran clase de las mitocondrias colocaré las granulaciones protoplásmicas de los protozoarios y los cuerpecillos multiformes que se encuentran en las células glandulares y en las germinativas, principalmente; por más que según Portier existen en todas las células, sin excepción. En 1858, Trecul observó en gran número de células vegetales elementos muy pequeños a los cuales llamó vesículas; pero no tuvo ni la menor idea de la función que pudieran desempeñar. En 1888, W. Schimper renueva investigaciones en el propio sentido y

comprende que los bioplastos o leucitos desempeñan un papel interesante en los fenómenos del metabolismo celular. Mas tarde Altmann, que encuentra los mismos cuerpecillos en el protoplasma animal, les da el nombre de bioplastos y los considera como microorganismos. La crítica francesa ya dijo a este propósito, que Altmann cometió dos errores: el primero, haber tomado por microbios a las mitocondrias y el segundo, haberse vuelto loco.

El señor Rafael Dubois, llamó más tarde vacuolides a los bioplastos de Altmann, pero el nombre de mitocondrias que por fin hizo fortuna no lo encontramos hasta Benda, en 1890, quien con una técnica precisa pudo ponerlas en completa evidencia. Después de tal fecha vienen numerosos trabajos de perfeccionamiento, detalle e interpretación, debidos muy especialmente a Regaud, Guilliermond, Laguesse, Meves, Hennequy, Fauré-Fremiet, Lewis, Mayer, Shaeffer, Ochoterena, etc., etc.

Ante todo debo asegurar que las mitocondrias no son productos artificiales nacidos por la acción de los diversos reactivos histológicos, su existencia es real, ya que pueden observarse en el protoplasma vivo de los protozoarios. En el protoplasma muerto son muy difíciles de conservar y esto se logra tan sólo, empleando procedimientos especiales y muy complicados para la fijez y teñido.

Cuando se pretende observar las mitocondrias al ultra-microscopio no se destacan como puntos brillantes parecidos a las estrellas que titilan en una noche otoñal, tal como sucede con los granitos coloides, sean metales, resinas o albuminas o con las hemoconias mismas; sino según Fauré-Fremiet, su luminosidad, se destaca apenas como manchas nebulosas sobre el fondo sombrío del protoplasma.

Las mitocondrias son cuerpecillos líquidos o por lo menos de muy blanda consistencia, limitados por el protoplasma ambiente; según los observadores, su constitución es un fondo albuminoide unido, para unos, con un ácido graso y para otros con un lipóide; se disuelven fácilmente en el alcohol, el éter, el xilol, la bencina, en general en todos los disolventes de las grasas. Se alternan fácilmente cuando se varía la concentración del medio, o cuando es ligeramente ácido o perceptiblemente alcalino; se destruyen por la compresión o la asfixia. En una palabra, tienen una delicadeza tan extraordinaria que tan sólo con medios especiales y complicados es posible conservarlas. Las mitocondrias tienen pues, el carácter de organitos celulares y no de microbios; del enigmático *micrococcus brownianus*, se alejarían extraordinariamente, ya que los caracteres atribuidos a este son, la forma, la resistencia y la propiedad de moverse incesantemente ya con ritmo trepidatorio o ya con ritmo de vaivén. Las mitocondrias, no tienen siempre la forma *micrococcus*, sino que son esencialmente polimórficas; las mitocondrias tienen una exigua resistencia y se cuenta que el *micrococcus browniano* es capaz de resistir, hasta la temperatura del arco eléctrico, el ácido ósmico y el ácido sunlfúrico; las mitocondrias presentan movimiento browniano tan sólo cuando tienen

dimensiones muy pequeñas, es decir las compatibles con la aparición del fenómeno; las demás son completamente inmóviles. Con respecto al papel biológico que se atribuye a las mitocondrias, diré "que para Benda desempeñarían un papel motor; para Meves serían el depósito de los caracteres hereditarios; Büntschli las considera como una cromatina citoplástica; ésta misma es la opinión de Prenant y de Champy; Dangeard establece una relación entre las mitocondrias y el sistema vacuolar de la célula; Fauré-Fremiet, Mayer y Schaefer piensan que en ellas tienen sitio las oxidaciones"; Ochoterena ha estudiado en muchos casos la relación que existe entre las mitocondrias y las secreciones y Portier las incluye dentro del gran grupo de los simbios o sean organismos de dimensiones bacterianas que viven dentro de la célula, subordinados a ella y utilizados para actos diversos de la vida: secreciones, fenómenos del metabolismo, de la reproducción, de la herencia y hasta en las mismas desviaciones patológicas.

*
* *

En ocasiones muy diversas se ha repetido, que desde el año de 1912 fueron descubiertas en México, granulaciones "de gran importancia biológica" a las que se ha llamado "micrococcus brownianus". Veamos si el descubrimiento es tal y si suponiéndolo cierto, tendría la gran importancia que se cuenta. El supuesto de que los granillos intracelulares sean microbios se encuentra en una obra de Altmann (1886) citada en todas las bibliografías que con el asunto tengan relación; si nos esforzamos un poco remontaremos la interpretación hasta Bechamp (*Les microzymas*—1883) y quizá a Spallanzani. El nombre *micrococcus* que indica una forma determinada, se aplica por el defensor de la teoría biológica del movimiento browniano a elementos biológicos o físicos, intra o extra celulares, que tienen las formas más disemejantes. Ya he demostrado que muchos de los llamados *micrococcus* no son microbios, sino simples granos coloides; que otros son fragmentos de núcleos, de estroma hemático, granulaciones, etc. y, por último, que es muy aventurado conceder el carácter de seres vivientes a las mitocondrias, que son en realidad importantísimos organitos celulares.

Suponiendo que por lo menos algunos de los llamados *micrococcus brownianos* lo sean en realidad ¿de qué manera se ha concretado su importancia biológica? Hasta hoy, que yo sepa, tan sólo concediéndoles el papel de autores del movimiento browniano, ya que nada trasciende en definitiva, efundir frases como estas: "su gran trascendencia, su importancia biológica" "el gran papel que deben desempeñar en los actos de la vida", etc. Otros si han concretado y expresado en términos precisos, tamaño importancia, cuando aseguran el papel que deben desempeñar las granulaciones intra-celulares en los fenómenos del metabolismo, en los actos de la reproducción y como depositarios de la herencia. Crear una palabra nueva que no

expresa mejor que las anteriores el papel que tales granulaciones desempeñan no tiene mayor resultado que complicar la nomenclatura biológica ya bastante complicada con los términos de bioplastos, bioblastos, vacuolides, centro-formias, esferoplastos, etc., etc. con los que, distintos autores llaman a la misma cosa. Diré, de paso que micelas y tagmas expresan algo diverso de las granulaciones a las cuales me vengo refiriendo.

Quedaría por lo tanto reducido el *micrococcus brownianus* como novedad, a la de supuesto agente del movimiento browniano.

La llamada teoría biológica del movimiento browniano como interpretación universal, requiere la innegable existencia del *micrococcus brownianus*; ya demostramos que en unos casos no existe y en otros es una simple interpretación muy discutible, pero siéndolo aún en ciertas ocasiones, la teoría como biológica perdería su importancia, puesto que dejaría de ser universal y en tal caso habría que buscar una explicación que comprendiera tanto a los cuerpecillos de materia bruta como a los micrococos verdaderos y tal explicación general no podría ser sino la teoría física de que hablaré adelante.

Podría eximirme, negada ya la existencia del *micrococcus brownianus*, de continuar discutiendo semejante teoría; pero existen algunos detalles que tienen interés para el biólogo, ya que muestran los peligros en que fácilmente puede caerse. Unos dependen del análisis prematuro que determinó en darwinianos y neo-darwinianos la convicción completa de la existencia de las partículas representativas o de los bióforos, cuando explicaban el misterio de la herencia. De seguro que más burdas son las equivocaciones que el señor Edmundo Perrier, menciona en su libro "La vie en acción": el descubrimiento de una nueva especie de parásitos intestinales en una joven que comía naranjas a diario. Los tales gusanos no eran en otra cosa que los pequeños sacos que contienen el jugo de la naranja y que la presumida enferma arrojaba intactos. Un médico militar tuvo durante algún tiempo algún renombre con el supuesto del descubrimiento de un parásito causal de la diarrea de Cochinchina, enfermedad de las más mortíferas. Hizo una descripción minuciosa de un gusano, que resultó deprovisto de órganos y protegido por una membrana gruesa y resistente como la de una fibra vegetal; en efecto, los tales gusanos resultaron a la postre, pelos de las raíces del arroz.

El peligro del análisis prematuro produce pues, caídas frecuentes hasta en los mismos experimentadores avezados. Yo mismo que hago en este momento un trabajo de crítica biológica, no me considero a cubierto. El entusiasmo desmedido es el mejor conductor hacia peligro semejante y no me considero con fuerzas para condenar el entusiasmo: tan sólo señalo sus peligros.

El señor Herrera no se encontró a cubierto de otro peligro, el antropomórfico y así es como ha podido considerar que lo acaecido en el hombre y los animales que tienen sistema nervioso, puede suceder igualmente en los protozoarios y en las bacterias; así es también

como desgraciadamente, ha comparado casos que no tienen nada de comparables: el micrococus en la malla de seda, el ratón en la trampa y el hombre detrás de las rejas de una prisión.

Dije ya, que según la teoría biológica del movimiento browniano, podrían pensarse dos cosas, o que las granulaciones movibles son microbios, o bien partículas de materia bruta en estado coloidal llevadas por microbios que se encargarían de moverlas, sin que sepa yo con que fin.

Era por tanto indispensable descubrirles un aparato de locomoción a semejanza del que poseen los protozoarios que de paso diré, nada tienen que ver con las bacterias. La aureola de refringencia (fenómeno físico vulgar) que pudo apreciarse alrededor de los llamados micrococus, fué interpretado como una corona de pestañas vibrátiles que producen una imagen continua por virtud de su movimiento incesante. Para identificar las pestañas recurrióse a diversos procedimientos de coloración sin éxito alguno, como era de esperarse y a la impresión de una serie de microfotografías, que fueran dando aumentos más y más grandes, sin poder identificar tampoco las pestañas por este medio. Las microfotografías han sido exhibidas en diversas conferencias para que el público pueda verlas, por esta razón las menciono.

Creo que los fracasos anteriores determinaron al señor Herrera a aplicar el "behavior" de los psicólogos americanos para explicar el movimiento.

Debo hacer algunas consideraciones sobre lo que es el "behavior". La palabra es nueva; pero el concepto no; la hipótesis de una conciencia elemental, de una inteligencia inferior que podría encontrarse hasta en la misma materia bruta, puede descubrirse en las escuelas filosóficas de Grecia Aristoteles ya dijo que la vida es el movimiento (*ὅ βίωσ ἐν κίνησει ἐστὶν*) y Leonardo da Vinci, que el movimiento es causa de toda manifestación vital (II moto e causa d'ogni vita) (1) pero quien desarrolló el concepto de la vida universal, fué de seguro Alfredo Fouillé, negando la existencia de los tres reinos naturales y no aceptando más que un sólo reino que comprendiera animales vegetales y minerales. Hay filósofos que no pueden concebir la complicada conciencia del hombre, si antes no existió en las moléculas y en los átomos, puesto que el todo, dicen, tiene o debe tener las propiedades de los partes. Fuera de que la conciencia es una estimación puramente subjetiva y que por lo mismo no podemos asegurar sino en nosotros mismos, no es exacto que el todo reproduzca las propiedades de la parte. En cada nueva combinación o complicación de la materia, aparecen nuevas propiedades que ni elementalmente tienen los precursores. Los átomos tienen propiedades diversas

(1). — Es perjudicial la influencia de las metáforas en la ciencia. Metafóricamente se puede decir que el movimiento es vida, pero en biología no.

Hablando de una locomotora metafóricamente se puede decir que estaría viva o muerta, a gusto del maquinista; pero uno es hablar como poeta y otro como hombre de ciencia.

de los electrones, las moléculas de los átomos y a partir de aquellas, nuevas y múltiples combinaciones y complicaciones han determinado la variedad de cuerpos, unos brutos y otros vivos, en donde no es posible descubrir las propiedades de los elementos; como en estos tampoco es posible sospechar las propiedades de los compuestos futuros. Un carácter nuevo imprimió a los seres vivos la aparición de un sistema nervioso, el nacimiento de la inteligencia, que por trabajoso camino llegó hasta la superior del hombre, único ser en quien podemos asegurar la conciencia, ya que no tenemos otro camino sino el subjetivo, ya que no es demostrable por los medios que ponen en acción las ciencias positivas. Así pues, hablar de conciencia en otros seres que no sean el hombre, es hacer ciencia de palabras y la expresión "behavior" que en realidad significa conducta o comportamiento, ha hecho fortuna por la sugestión que ejercitan algunas palabras mágicas sobre el espíritu humano.

A lo que parece, el señor Herrera considera en una prueba definitiva, su experiencia de la gota de emulsión de resina y el tejido de seda. Quizá por haber sido escrito de prisa el artículo del señor Herrera, al que me referí al principio, se dicen las siguientes palabras que es necesario rectificar: "se encierra una gotita de emulsión de resina disuelta en agua y precipitada por el alcohol". En realidad la emulsión de resina no se disuelve en el agua, cuando más se diluye y el alcohol no precipita las resinas, sino las disuelve. No etiendo pues ese detalle de técnica del señor Profesor. Dice en seguida: "de manera que el líquido moje también un fragmento de tela de seda muy fina, entre cuyas mallas se mueven las granulaciones. Algunas quedan encerradas en muy pequeños espacios circunscritos por los hilos de seda iguales a su diámetro y a pesar de que en estas condiciones deberán ser *menos amplios* sus movimientos, al disminuir la cantidad de agua y por lo mismo el número de choques moleculares debería disminuir igualmente el movimiento browniano": "Perrín, su acérrimo defensor comparar este movimiento al de un barco de vela que desde la playa a gran distancia parece poseer una actividad propia, pero, en realidad sus movimientos se deben al oleaje". Más adelante sigue diciendo el mismo señor Herrera: "Las granulaciones atentamente observadas con un aumento suficiente muestrán, con la mayor claridad una tendencia a escaparse de los hilos que las detienen, los siguen ya en un lado ya en otro exactamente como los infusorios aprisionados entre las fibras de algodón". "Si encuentran un poro, una grieta, se insinúan por ella siempre ensayando por el procedimiento que los autores americanos han estudiado y designan como un sistema de experiencias en las amibas y otros organismos y que es la base de la manera de conducirse o *behavior*, una especie de conciencia general o rudimental basada en los resultados de la experiencia".

No quiero detenerme sobre lo mucho discutible de las frases anteriores, que puede apreciar quien lea con atención todos los párrafos transcritos y coteje unos con los otros; tan sólo debo insistir

sobre el punto biológico general y esto, prescindiendo del micrococcus browniano pues nuevamente digo, que creo haber demostrado que muchos de sus ejemplares no son organismos vivos y otros es muy discutible que lo sean.

El concepto del behavior emana de los trabajos del señor Jacobo Loeb, aunque esto parezca extraordinario. Este eminente biólogo norte-americano, de quien el señor Jorge Bohm dice que desempeñará para la biología del porvenir el mismo papel que para la actual desempeña Juan Lamarck, llevó el análisis sobre los tropismos, y en general sobre los actos vitales de los protozoarios y de los metazoarios inferiores, hasta un grado tal, que puede asegurarse que a su obra han sido agregados este o aquel detalle tan solo. Tuvo continuadores, o más bien ardientes sostenedores de sus ideas y en nuestros tiempos creo que los más representativos son los señores Bouvier y Bohm. De la escuela de Loeb partieron dos corrientes: una de exageración y la otra de reacción; la primera muy particularmente desarrollada en Alemania, la de los psicólogos mecanistas y la segunda en Estados Unidos, la de los biólogos psicologantes. En el primer caso hubo de negarse la inteligencia hasta en los animales superiores más vecinos al hombre: quienes tan sólo estarían manejados por tropismos, y en el segundo hubo de concederse inteligencia y dotarse de conciencia hasta a las amibas y los protozoarios y como en ciertos casos deja entenderse, hasta a las bacterias mismas.

No me sería posible presentar los diversos pareceres, fundamentos, experiencias, e hipótesis de esas diversas escuelas, dados los límites estrechos de este trabajo; pero envío a mis oyentes o lectores a las obras de Loeb, Lubbock, Ueksüll, Nuel, Beer, Bethe, Ziegler, Yerkes, Jennings, Margarito Washburn, Ribot, Giard, Perrier, Bouvier, Bohm, Waxweiller, Ana Drzewina, etc., etc., en donde encontrarán uno u otro de los sentidos de la corriente biológica, en lo que respecta a los tropismos, la inteligencia y la conciencia.

No sé si con toda intención o sin ella; pero es el caso que el señor Herrera aplica la famosa ley de los ensayos y de los errores de Jennings. que estudiada muy particularmente en los monos, se aplicó más tarde a las mismas amibas y los protozoarios. Consiste en lo siguiente: en una pieza se ponen en serie, vasijas de distintas formas o de distintos colores, en el primer caso de corte circular, cuadrado, poliédrico o afectando aspectos geométricos generales diversos, en el segundo de color rojo, azul amarillo, negro, etc.; en una se coloca solamente el alimento y se dá entrada al animal, lo busca sucesivamente en todas hasta que lo encuentra; se repite la experiencia muchas veces anotando los ensayos y los errores y obsérvase que después de tal número de tanteos, el animal se dirige siempre, directamente, hacia la vasija que contiene el alimento. Se cambia más tarde al lugar de la comida y se procede por anotaciones como en el primer caso. Jennings pensó que la dirección de los protozoarios en las maceracio-

nes de paja está regida por una ley semejante a la de tanteos y errores, estudiada en los monos.

Todas estas falsas apreciaciones dependen del análisis prematuro y hacen caer a observadores entusiastas o indiscretos en cualquiera de los dos precipicios: el antropomórfico o sea el que conduce a pesar que lo sucedido en los animales inferiores es como en los superiores o el amibomórfico que los obliga a suponer que simples fenómenos trópicos de las amibas dirigen los actos más complicados de los organismos superiores; unos y otros, mecanistas y psicologantes se alejan del terreno estrictamente científico para caer en errores igualmente lamentables, que evitan de seguro los que han justipreciado las leyes de los tropismos, el significado de la sensibilidad diferencial y la importancia de la complejidad fenomenal.

Un excitante determina la marcha en línea recta de un protozoió en la misma dirección que aquel se encuentra, siguiendo una de sus líneas de radiación; esto es evidente en los cuerpos de simetría bilateral o de simetría radiada, es decir cuando el excitante cae por igual sobre una y otra de las mitades longitudinales del organismo; si esto no sucede y una es excitada más que otra, se produce el movimiento de vaivén, muy especial en los gusanos; o de rotación o sea de manija, en los protozoarios. Cuando el excitante cambia de intensidad ya sea por exceso o por defecto, aparecen los fenómenos de la sensibilidad diferencial; los principales son los siguientes: al aproximarse un protozoiario a la zona de variación, gira, formando un ángulo de 30, 60, 120, 180 grados y entoces retrocede hasta cierto límite para tomar en seguida la dirección del excitante; en ocasiones la vuelta es completa es decir, de 360° y aparece por tanto, el movimiento de manija; este lo tengo muy bien observado usando como excitantes ciertas substancias que sirven para el teñido, como la eosina y la hematoxilina, principalmente la primera. Basta depositar una pequeña gota de solución de eosina con sumo cuidado para que no se mezcle en una gran gota, de maceración de paja que contenga protozoarios, a manera de obtener una zona teñida y otra sin colorante, para observar el fenómeno por todas partes. Hay casos en que los protozoarios no pueden penetrar a la zona de variación y otros, en que habiendo penetrado, no pueden salir. En el medio externo, diversos excitantes obran continuamente: químicos, de acción positiva o negativa y de intensidad diversa, luminosos, térmicos, etc.; esto es lo que se ha llamado la complejidad fenomenal y que, como muy bien se comprende, debe producir en el movimiento de los protozoarios las más grandes variaciones, que sin embargo un análisis prolongado y juicioso debe reducir a los movimientos siguientes: avance en línea recta hacia el excitante, rotación según ángulos diversos, retroceso y movimiento de manija. Es inútil por tanto, la hipótesis de una conciencia elemental o general, que mucho tiene de metafísica. Un profundo análisis y la aplicación del método etológico preconizado por Giard, nos proporcionan explicaciones naturales muy más acep-

tables. Aún en ciertos metazoarios, los tropismos explican los actos más complicados. Entre muchos citaré, el siguiente: Un pólipo del género "cerianthum" presenta geotropismo positivo y si en un acuario se le coloca sobre un tejido de alambre al que se impriman diversas posiciones pasará muchas veces entre las mallas, siguiendo la dirección que le imprime el tropismo ya indicado. Loeb en tal caso, no pensó en una conciencia elemental; sino en un geotropismo positivo y esto, después de prolongadas observaciones y experiencias.

*
* *

Sí, como dijimos anteriormente, la teoría biológica del movimiento browniano no puede darnos una explicación general, debemos buscarla por otra parte y es necesario que comprenda tanto lo que se observa en la materia viva como en la materia bruta.

No me parece disculpable que un biólogo asegure no conocer a fondo la física y la química; aparte de que la biología como ciencia positiva debe colocarse entre las físicas y naturales y tiene por tanto grandes relaciones con todas ellas, se apoya muy especialmente en la física química, ya que toda explicación biológica natural es de semejante naturaleza.

No de ahora, sino desde principios del siglo pasado vamos conociendo poco a poco las leyes que rigen a las acciones moleculares y atómicas, tales como las de Dalton y Avogadro primero, los trabajos de Claussius y Carnot después y por último la ley Van'Hoff que aplicada desde luego a los gases se extendió después a las soluciones de substancias ionisables.

En 1828, el botánico inglés Roberto Brown, se dió cuenta de que ciertas partículas microscópicas estaban agitadas constantemente por un movimiento oscilatorio rápido. Desde ese día han venido publicándose varias explicaciones sobre el movimiento browniano, atribuido, ya sea a diferencias de temperatura o de tensión eléctrica, a choques moleculares del medio sobre las partículas, etc., etc.; pero ninguna fundada en investigaciones experimentales. Desde luego, la existencia de una causa exterior, está en contradicción con la independencia del movimiento de las partículas vecinas y la explicación eléctrica no está de acuerdo con la experiencia de Svedberg que consiste en lo siguiente: si se agrega poco a poco una solución de alguna sal de aluminio a una pseudo-solución coloidal de plata, se invierte el signo potencial eléctrico de las partículas y a pesar de ello, en ningún momento puede apreciarse cambio alguno, ni en la intensidad ni en la dirección general del movimiento.

En fecha reciente - 1908 - Perrín ha indicado que el movimiento browniano es idéntico *al de las moléculas de un líquido* y desde ese momento, no antes, quedó fundada la teoría cinética. Con el objeto de comprender los fundamentos de la teoría es indispensable decir algunas palabras sobre las bases en que se asienta. Recordemos

desde luego que las moléculas gaseosas tienden constantemente a separarse las unas de las otras, a difundirse, según el término consagrado; las moléculas líquidas si están libres, deslizan unas sobre otras hacia el nivel más bajo o hacia el sitio de menor presión; si están contenidas en un vaso, su movimiento es otro y de esto ya hablaremos adelante. Las moléculas de los cuerpos sólidos tienden a la fijeza y tan sólo tienen movimientos oscilatorios más o menos amplios, cuando el cuerpo no produce sensación de calor. Los granos coloidales se constituyen en un sistema de moléculas como las de un líquido, sistema muy restringido y en suspenso en un medio líquido también; pero de propiedades físicas y químicas distintas. Los granos coloidales por más que contengan aún muchas moléculas se acercan al tamaño molecular y la energía intermolecular se hace por estas y por las anteriores razones, perfectamente ostensible.

Además, de acuerdo con la teoría cinética de los gases, las moléculas respectivas, a pesar de su grandísima pequeñez, pueden tener tamaños variables y el espacio ocupado por ellas, o mejor, por su esfera de acción, es muy pequeño comparado con el espacio no ocupado. Las moléculas están en incansante movimiento a todas las temperaturas situadas arriba del cero absoluto y si alguna de ellas toma determinada dirección, de seguro que se encuentra con otra; después del choque hay un intercambio de energía y las moléculas tienden a recorrer un nuevo camino; pero como ocurren varios choques sucesivos cambian constantemente las direcciones y la magnitud de las velocidades. De lo anterior se desprende que la energía molecular, considerada individualmente debe variar a cada momento; pero siempre alrededor de un término medio. Frases semejantes pueden aplicarse a los líquidos en los que sin embargo hay que tener en cuenta la fuerza de cohesión, representada por a en la ecuación de Van der Waals y que se opone a la difusión, pero no al movimiento restringido.

Las moléculas de los sólidos no cambian constantemente de lugar como sucede en los gases y en los líquidos. Como dije antes, tan solo presentan un limitado movimiento de vaivén, cuando en ellos percibimos, la sensación de calor.

Como la ley de Avogadro tiene algunas aplicaciones al caso que voy tratando y le sirve de precedente desde el punto de vista de los hechos demostrativos, me veo en la necesidad de hacer algunas referencias. Ciertas dificultades que se encuentran con respecto a la teoría atómica de Dalton cuando se quería aplicar al volumen de los gases que toman parte de una reacción, fueron salvadas con la de Avogadro, que dice lo siguiente: volúmenes iguales de gases a la misma presión, contienen igual número de moléculas. Por tanto, un volumen determinado de un gas tendrá siempre un número determinado de moléculas. Esta cifra se llama "constante de Avogadro", varía naturalmente con la temperatura y la presión; pero se ha designado con la letra N la que corresponde a temperatura y presión que se toman como tipo y habiéndose tomado por procedimientos distintos, siem-

pre se ha obtenido el mismo resultado, lo que demuestra la verdad de la ley y de la constante de Avogadro.

Un camino semejante siguió Perrín para demostrar su tesis sobre el movimiento browniano, obteniendo siempre los mismos resultados. Tres métodos han sido aplicados. El primero consiste en lo siguiente: si el movimiento browniano es semejante al de las moléculas de los gases, su distribución vertical debe ser semejante a la que obedece la atmósfera solicitada por la gravedad. Efectivamente así es, nada más que para verificar la experiencia es necesario preparar suspensiones en las cuales, las partículas tengan un tamaño uniforme y suficiente para una observación microscópica con los aumentos y alumbrados comunes. Para esta demostración deben recomendarse la gutagamba y la almáciga, obteniéndose emulsiones de granos uniformes con centrifugaciones sucesivas.

El segundo procedimiento está fundado en la fórmula de Einstein y se refiere al desalojamiento de las partículas consideradas individualmente, dentro del tiempo determinado. Para esto, se usa la cámara clara y se trazan los caminos sobre papel cuadrulado. La observación de varios diagramas demuestra que las partículas siguen la constante de Avogadro y obedecen a las leyes de la cinética de los gases y de los líquidos.

El tercer medio sirve de contra-prueba y para realizarlo se emplean hidrosoles en donde las partículas tengan grandes dimensiones. En este caso, serán igualmente apreciables las perturbaciones causadas por los choques de las moléculas de agua que pasarán más o menos tangencialmente sobre las partículas coloides, determinando sobre ellas un movimiento de rotación que puede observarse perfectamente.

En los dos primeros casos, en los cuales no se ha provocado perturbación alguna, la constante N , tiene un mismo valor de 70.5×10^{22} ; en el tercero, que repito, sirvió de contraprueba, la constante es de 65×10^{22} .

Posteriores investigaciones de Millikan, empleando medios distintos, han demostrado igualmente que el movimiento browniano obedece a la cinética de los líquidos y de los gases.

México, 28 de febrero de 1920.

BIBLIOGRAFIA

Dr. Moisés Ramos.- Reseña sobre el estudio del movimiento browniano. - Boletín de la Dirección de Estudios Biológicos. - Tomo II - No. 1: - México - 1917.

Prof. Alfonso L. Herrera. . . Nuevos estudios acerca del movimiento browniano. - Memorias y Revistas de la Sociedad Científica "Antonio Alzate". - Tomo 34. - Numeros 1, 2 y 3. - Febrero de 1916. — México.

Luis G. Cabrera. - Frecuencia universal y constante de los bioplastos en todas las celdillas y estructuras de la naturaleza. - 1919. — México.

M. B. Galippe. - De los microbios que viven en el papel; su resistencia al calor y al tiempo. - Academia de Ciencias de París. - Nov. 3 de 1919. - C. R. No. 18 (Tomo 169. - No. 814).

Prof. Alfonso L. Herrera. - Comentarios a la nota anterior. — Sociedad Científica "Antonio Alzate". - México 1920.

Félix Le Dantec. - Elementos de Filosofía biológica. - Madrid. 1908.

Félix Le Dantec. - Teoría nueva de la vida. - Trad. de Domingo Vacá, Madrid 1911.

Luigi Luciani. - Tratado didáctico de Fisiología humana. — Trad. de Ferrer Piera. - Cap. Fisiología general. - Barcelona.

Jean Müller. - Manuel de Physiologie. - Trad. de A. J. B. Jourdan 2eme. edition. - París.

G. Hayem. - Du sang et de ses alterations anatomiques — París.

Fernando Ocaranza - Histología de la sangre en diversos lugares de la República Mexicana - Revista de Ciencias Médicas de la Escuela Médico Militar - 2a. Epoca. Tomo III. - No. 3 - sep. 1919. — México.

Ch. S. Minot. - Problemas modernos de biología. - Col. Estudio. - Barcelona. - 1914.

Trecul. - Des formations vésiculaires dans les cellules végétales Ann. Soc. Nat. - 4a. serie. - Botanique Tomo X.

W. Schimper. - Untersuchungen ueber das Wachstum der. — Starkekornen, Botanische Zeitung. - 1880.

R. Altmann. - Die Elementarorganismen. - Leipzig. - 1894.

Benda. - Weitere Mitteilungen über die Mitochondria. - Verhandl. d. pysiol. Gessell. - Berlín. - 1898. - 99.

Regaud. - C. R. Soc. Biol. 15 marzo 1919

A. Guillermond. - C. R. Soc. Biol. - 29 marzo 1919.

E. Laguesse. - C. R. Soc. Biol. - 5 abril 1919.

A Dubois. - Lecons de physiologie generale et comparée. - París. Masson etc Fil. - 1989.

I. Ochoterena. - El proceso íntimo de la secreción, en las células del maguey de pulque. - Soc. Científica "Antonio Alzate". - México. - 1919.

Paul Portier. - Les symbiotes. París. - 1918.

Auguste Lumière. - Le mythe des Symbiotes. - París. - 1919.

Perrín. - Les atómes. París.

Aristóteles. - Meteorología. - I.

Leonardo Da Vinci. - Frammenti litterari e filosofici trascelti dal Dr. E. Solmí. - 3 pág. 142.

Luis Bordeau. - El problema de la vida. - Trad. de Ricardo Rubio. - Madrid. - 1902.

- H. Pieron. - L'évolution du psychisme. - Revue des mois. — 1908.
- Balwin. - Le développement mental. - Trad. française.
- Loeb. - La Dynamique des phénomènes de la vie. - Trad. française. - 1908.
- Cf. Limis. W. Kline. - Methode in animal Psychology. - Amer. Jour of Psych. - Tomo X. No. 2. - 1899.
- Jennings. - Modifiability in Behavior. - Journal of exp. - Zoology 1905. - Tomo 2.
- Mrs. A. W. Yerkes - Modifiability of behavior in *Hydreides dianthus*, - Jour. of Neur. and Psychol. - 1906. - Tomo XVI.
- J. Delboeuf - Le dernier livre de G H. Lewes. - Revue Philosophique. - 1881. - Tomo XI.
- J. von Uexkull. - Der Shatten als Reiz für Biologie 1897. Tomo XXXVI.
- A. Ferel. - Konflikt zwinschen swei Raubameisenarten. - Biologisches Contralblatt. - 1908. - Tomo 28. - No. 13.
- Frandsen. - Studies on the reactions of *Limax maximus* to directive stimuli - Proceedings of American Academy of Arts and Sciences 1901. - Tomo 37.
- H. S. Jenning. - Studies on reactions to stimuli in unicelulares organism. - American Journal of Physiology. - Tomo X.
- G. Bohn. - Les essais et les erreurs chez les étoiles de mer et les ophiures. - Bull de l'Inst. gen. psycg. - 1908. No. 1.
- Anna Drzewina. - Les reactions adaptatives chez les crabes. Bull. de l'Ins. gen. Psychol. 1908. No. 3.
- R. M. Yerkes. - Habit formation in the green crab. Biological Bulletin. - 1902. Tomo III. - 1902.
- R. M. Yerkes. - The instincts habits and reactions of the Frog. —Harvard Psychological studies. - 1903. Tomo I.
- E. L. Thorndike. - The mental life of the Monkeys. - Psych. Rev. Mon. Supl. 1901. - No. 15.
- Sir John Lubbock. - On the Senses, Instincts and Intelligence of. Animals. - 1883.
- Georges Bohn. - La naissance de l'Intelligence. - Paris. 1910.
- Henry Pierson. - L'évolution de la Memoire. - Paris. - 1910.
- A. L. Bouvier. - La Vié psychique des Insects. Paris. 1919.
- Edmund Perrier. - La Vié en action - Paris. - 1918.
- W. M. Bayliss. - Principles of general Physiology. - London. 1918.
- Ch. Maurain. - Les états physiques de la matière. - Paris 1910.
- Jean Perrin. - La discontinuité de la matière. - Revue de Mois. —Mars. 1906.
- Zsigmondy. - Zur Ekemtniss der Kolloïde. - Yens 1906.
- Cotton et Mouton. - Les ultramicroscopes, les objets ultramicroscopiques.- Paris. 1906.
- Robert Brown. - The General Existence of active Molecules in

Organice and Inorganic Bodies. - Edimburgh. New. Philosf. Jour. 1828.

The Svedberg. - Studien zur Lehre von den Kolloid Lozungen. - Nova Acta Soc. Scien. Upsala. - No. 10 - 1907.

Jean Perrín. - L'agitation moleculaire et le Mouvement brownien. - C. R. 146. 1908.

Jean Perrín. - La loi de Stokes et le mouvement brownien. - C. R. 147. - 1908.

Jean Perrín. - Brownian Movement and Molecular Reality.— London 1910

Jean Perrín. Les grandeurs moleculaires. - C. R. 152. 1911.

R. Clausius. - Ueber die Elektrizitätsleitun in Elektrolyten Ann. Physik. - 1857.

J. J. Waterston. - On the Physics of Media that are Composed of Free and Perfectly Elastic Molecules in a State of Motion. Phil. transl. 1892.

Sir Willian Ramsay. - Elements and Electrons. - London.— 1912.

Tomás G. Perrín. - La obra de Paul Portier "Les Symbiotes" —Conferencia dada en la Dirección de Estudios Biológicos, el día 20 de octubre de 1919. Gaceta Médica de México. - Tomo I. - No. 4.— 4a. serie. - Enero 1920. - México.

Pronto cumplirá cien años de vida el prestigiado periódico médico inglés "The Lancet", y los ha cumplido ya el "Boston Medical and Surgical Journal", el cual resulta ser la revista más antigua de ciencias médicas, en el Continente Americano, que subsiste.

¿Han reflexionado los señores Académicos sobre las ventajas que traería para nuestra Corporación el nombramiento de un secretario perpetuo, lo cual tienen muchas y prestigiadas sociedades científicas?

Recomendamos a la consideración de quienes se preocupan por el adelanto de la Academia mediten en el nombramiento de tal funcionario, previas las modificaciones reglamentarias que son de rigor.

Puede ser excusable y sin mayores consecuencias el que un profano, hablando de un asunto científico use términos incorrectos; pero el que un profesional los use o llegue a emplear otros que sean equívocos, y más si lo hace refiriéndose a puntos de la especialidad que cultiva, debe causarnos asombro y es acontecimiento poco afortunado que merece censura.

C. E. KELLS.