81-8-A=N.7

N. 440

Facultad de Medicina.

Ca 2554.

1880

Memoria para el Doctorado.

UNIVERSIDAD CENTRAL
BIBLIOTECA
DE LA FAC. DE MEDICINA.

S. A.

Sin año

E. A y G.

Formacion del azucar en la economia.

UNIVERSIDAD CENTRAL
BIBLIOTECA
DE LA FAC. DE MEDICINA.

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE
5315397157
b18591929
i25691132

Ylmo Señor.

UNIVERSIDAD CENTRAL
BIBLIOTECA
DE LA FAC. DE MEDICINA.

Solamente la imprescindible necesidad en que se halla el que aspira á elevarse á la categoria superior en la carrera de las Ciencias Médicas, es la que me obliga á ocupar este sitio honroso, imponiendome á la vez el grave compromiso, tan superior á mis fuerzas y merecimientos, de levantar mi humilde voz entre vosotros y donde ha resonado la de tanto varon esclarecido. Intimamente convencido de la escasez de mis conocimientos, seria osado que lo pretendiese si desde luego no confiara en vuestra reconocida benevolencia, inseparable del verdadero saber y en la indulgencia

que observais siempre con el que como yo, os la pide en momentos tan árduos y tan críticos como son estos en que me encuentro y de los cuales depende el logro de mis caras aspiraciones.

Confiado en que os dignareis concedermela me atrevo á presentaros este ligero é incompleto trabajo, despojado además de las galas de un florido y elegante estilo con que pudiera agradaros y cuya inmensa importancia le hacia digno de ser tratado por pluma mejor cortada que la mia. Dice asi:

Formacion del azucar en la economia.

He aquí el tema que me propongo desarrollar y cuyo interés es grande bien le consideremos con relacion á la fisiologia, bien con relacion á la patologia ó bien á la terapéutica.

No necesitaré esforzarme mucho para demostrar la inmensa importancia fisiológica que el asunto encierra, hoy que la fisiologia es considerada y con razon como la base mas sólida, mas firme y mas fundamental de la Medicina, y los problemas que á ella se refieren los que con mas detenido y particular interés ocupan la atencion de todos los hombres de la ciencia. La cuestion de que se trata, la cuestion de la glucogenia, ha sido tambien una de las mas debatidas é importantes y las varias teorias por las cuales se ha tratado de esplicar tan interesante funcion orgánica, han sido objeto por parte de sus respectivos sostenedores de animada discusion y controversia, fuente principal de donde brota la luz del saber y origen de la perfeccion de los conocimientos humanos y merced á las cuales hemos podido llegar al conocimiento de muchos actos misteriosos de la nutricion. Pero en el terreno de la patologia es donde mas palpablemente

se revela la importancia científica de tan intrincada cuestión y cuyo descubrimiento ha iluminado algun tanto el campo antes completamente oscuro de la Patología, en lo que se refiere á ciertas enfermedades; de las cuales se dán hoy los prácticos una explicacion más satisfactoria merced al conocimiento de tan ostensible hecho fisiológico. La terapeútica de tales estados morbosos tiene que ser hoy necesariamente algo más acertada, por más que deje mucho que desear y en relacion con la causa patogenica probable de aquellos.

Un hecho innegable y que hoy no necesita pruebas, es la existencia de la glucosa en la economia animal; existe en el hombre y en los demás animales; en estado de salud y en algunos estados patologicos esceptuando aquellos que alteran profundamente los actos nutritivos.

Las sustancias azucaradas que se conocen son de varias clases, tienen

propiedades químicas diferentes y proceden de orígenes varios. Muchas son las divisiones que de dichas sustancias se han hecho pero me limitaré á consignar aquella que creo mas necesaria y en relacion con el espíritu de la cuestion planteada. Tal es la que los divide en azucares de la primera y de la segunda especie.

Son los primeros aquellos que resisten á la influencia de los álcalis y ceden facilmente á la accion de los ácidos que los transforman en azucares de la segunda especie; pertenecen á esta clase todos los azucares de los frutos no ácidos, el de la batata, sandia, el azucar de caña, el de la remolacha, etc.

Los de la segunda especie son aquellos que se oponen tenazmente á la influencia de los ácidos, cediendo sin dificultad cuando se encuentran en presencia de los álcalis caústicos, como la potasa, sosa, cal, etc. los que obrando

energicamente sobre ellos, los transforman con tanta mas rapidez, cuanta mayor sea la concentracion que estos tengan y mas elevada sea tambien la temperatura á que se encuentre sometida la preparacion. Son sus variedades los azucares de los frutos ácidos, el de la fecula, el de la miel, el de la orina de los diabeticos, etc.

Veamos ahora con el objeto de establecer en definitiva los caracteres diferenciales de los azucares de la primera y segunda especie, los fenomenos que se observan segun se los ponga en contacto de los álcalis ó de los ácidos.

Si en un tubo de ensayo colocamos cierta cantidad de una disolucion de azucar de caña y añadimos otra bastante concentrada de potasa ó sosa caustica y calentamos la mezcla hasta la ebullicion no se observa modificacion alguna importante quedando el liquido contenido en el tubo completamente incoloro y trasparente; pero si colocamos en otro tubo una disolucion de azucar de fécula y la tratamos por la misma disolucion de potasa caustica, haciendola hervir como en el caso anterior, la mezcla toma un color amarillento que luego cambia en moreno mas ó menos oscuro segun las cantidades.

Ahora bien, la accion que los ácidos ejercen sobre los azucares es tambien diferente segun sean estos de la primera ó de la segunda especie.

Si colocamos en un tubo de ensayo una disolucion de azucar de la primera clase, el de remolacha por ejemplo, y antes de hacer hervir la mezcla, echamos en el tubo algunas gotas de un ácido energico, como el sulfurico, ningun fenomeno fisico ni quimico observaremos, conservando la mezcla su limpieza y trasparencia. Pero alguna

modificacion importante ha debido tener lugar en la preparacion porque si añadimos despues á la mezcla una disolucion de potasa caustica y se la hierve de nuevo, toma entonces el liquido un color amarillo que despues pasa á moreno, es decir, que acontece lo propio que con los azucares de la segunda especie.

Estos son los fenomenos que deseaba indicar y que demuestran claramente los caracteres quimicos diferenciales de las diversas sustancias azucaradas.

Natural es que esponga en este lugar, aunque sea brevemente los caracteres esenciales tanto fisicos como quimicos de la glucosa por el papel tan importante que juega en el organismo y por ser asunto pertinente á la cuestion que nos ocupa.

Presentase generalmente esta sustancia bajo la forma de pequeños cristales mamelonados blancos, opacos y aglomerados en coliflor; son inalterables al aire, se reblandecen á 60.° y pierden su agua de cristalizacion á 100.° Cuando cristaliza en alcohol absoluto hirviendo, se deposita en agujas anhidras que no funden sino á los 196.° Es tres veces menos soluble en el agua que el azucar de caña, de cuya sustancia fué reconocida como diferente por Lowitz en 1792; Proust y Chevreul la dieron á conocer como identica al azucar de uva, y ha sido considerada como principio inmediato por Mialhe, Cl. Bernard, Schiff, Kayer y otros fisiologos. Se puede formar artificialmente la glucosa haciendo actuar el acido sulfurico diluido sobre el almidon; la celulosa sufre tambien una transformacion analoga por los mismos medios. Es muy fermentescible convirtiendose en alcohol y ácido carbonico

$$\underset{\text{(glucosa)}}{C^{12}H^{12}O^{12}} = 2\underset{\text{(alcohol)}}{(C^4H^6O^2)} + \underset{\text{(ácido carbónico)}}{4CO^2}$$

Diversas son las preparaciones químicas que se han ideado por medio de las cuales podemos averiguar evidentemente la presencia del azucar ó glucosa en cualquier líquido orgánico, sin que nos quede ninguna duda acerca de la existencia de la sustancia que nos ocupa.

El análisis de los líquidos que contienen azucar, que generalmente suelen ser las orinas, puede ser cualitativa ó cuantitativa.

Para verificar la primera podemos optar por cualquiera de los procedimientos siguientes; el de Mialhe, que es uno de los mas sencillos y consiste en poner cierta cantidad del líquido que se quiere examinar en un tubo de ensayo y añadir unas cuantas gotas de disolucion de potasa ó sosa causticas; se hace hervir el líquido y si contiene azucar se observa que toma una coloracion amarillenta que va cambiando en morena y hasta negra cuando es considerable la cantidad de glucosa. El procedimiento de Trommer tambien puede usarse y consiste en diluir en agua unas cuantas gotas del líquido sometido á la prueba, se añade una corta cantidad de la disolucion de potasa cáustica y despues gota á gota una disolucion ténue de sulfato cúprico; se hace hervir el líquido y si contiene azucar se deposita inmediatamente el óxido rojo de cobre. Si no se calienta tambien se deposita pero despues de un reposo prolongado.

Al usar este procedimiento deben tenerse presentes dos circunstancias. Calentar ligeramente el líquido sometido al ensayo con la disolucion alcalina, porque puede no reducirse el óxido de cobre á pesar de existir azucar; y que la ebullicion no sea prolongada despues de añadir la disolucion cuprica, porque en el caso contrario puede suceder que reduzca

la sal de cobre aunque la orina no contenga azucar.

Un medio de reconocer pequeñísimas cantidades de azucar es el siguiente: se prepara de antemano una disolucion alcalina de bismuto, mezclando partes iguales de subnitrato bismutico, acido tartarico con agua y una disolucion de potasa caustica. Se calienta la mezcla hasta que resulte un liquido claro. Se toma un tubo de ensayo, se pone en él una corta cantidad del liquido que queremos ensayar, se añaden unas gotas de la disolucion alcalina de bismuto y se hierve por bastante tiempo. Si la preparacion contiene azucar toma el liquido un color pardo ó pardo negruzco y por reposo se deposita el bismuto reducido bajo la forma de un polvo negro.

Pueden usarse tambien para analizar cualitativamente las orinas los mismos procedimientos usados para el análisis cuantitativa y de los cuales ahora nos ocuparemos

Cuando se ha comprobado la existencia del azucar por los procedimientos antes citados, podemos intentar la determinacion de la cantidad de dicha sustancia que el liquido pueda contener.

La operacion que practicamos con el objeto de conocer cuantitativamente el azucar que existe en un liquido, lleva el nombre de Sacarimetria. Varios son los procedimientos que se pueden seguir con este objeto, siendo los mas principales los siguientes.

El procedimiento volumetrico de Fehling que está fundado en la reduccion del bioxido de cobre en protoxido. Para hacer un ensayo por este método hay que preparar primeramente el liquido reactivo disolviendo 34 gr. 639 de sulfato cúprico cristalizado en 200 cc de agua destilada. Por

otra parte, se hace otra disolucion de 173gr. de tartrato sódico potásico cristalizado en 480cc de legia de sosa pura; se mezclan poco á poco ambas disoluciones y se añade agua destilada hasta completar 1000.cc El liquido queda claro y de un color azul intenso, habiendo necesidad de conservarle en frascos llenos perfectamente tapados y privados de la luz. Este reactivo se le conoce con el nombre de licor titulado de Fehling.

Antes de exponer el procedimiento que debe seguirse para emplear el licor de Fehling diremos que 10cc de este liquido son reducidos por 5 centigramos de glucosa manifestandose la reduccion porque el liquido pierde su color azul. Por lo demás se opera de este modo: suponiendo que sea la orina el liquido que ha de someterse al ensayo se la decolora por medio de algunas gotas de subacetato de plomo, se filtra y se la coloca en una bureta dividida en décimas de centimetro cúbico. Se miden 10cc del licor de Fehling y se ponen en un matraz adicionando 40cc de agua destilada y sometiendo todo el liquido á la ebullicion; entonces se vá dejando caer lentamente la orina previamente decolorada sobre el liquido que está hirviendo, cuidando de agitar este último. Al caer las primeras gotas, se nota un color pardo verdoso debido á la mezcla de óxido cuprico hidratado y de óxido anhidro que se hallan suspendidos en el liquido azul, pero á medida que aumenta la cantidad de azucar, el liquido vá perdiendo su coloracion azulada y adquiriendo otra amarilla rojiza; cuando ya no tenga el liquido ningun viso azulado, se apaga la lámpara y queda completamente decolorado al poco tiempo. Pues bien, recordando que 5 centigramos de azucar ó glucosa decoloran 10cc del liquido titulado y suponien-

do que se han necesitado 20 cc de orina para reducir 10 cc del licor tendremos que en los 20 cc de orina existen 5 centigramos de glucosa y por medio de una sencilla proporcion deducimos que un litro de la orina ensayada contiene 50 centigramos de glucosa.

Otro de los procedimientos está fundado en la propiedad fermentescible del azucar. Para practicar una experiencia por este método se dispone un aparato del modo siguiente: se coloca un matraz de 300 cc de capacidad sobre una lámpara de alcohol y tapado con un tapon perforado por dos agujeros por uno de los cuales se introduce un tubo de seguridad terminado en un embudo y por el otro un tubo doblado en ángulo recto que comunica con una serie de cuatro tubos en U. El primero de dichos tubos se le llena una de sus ramas de cloruro cálcico fundido y la otra rama de fragmentos de piedra pomez impregnada de una disolucion de sulfato cúprico. Este tubo tiene por objeto absorver el agua que se desprende del matraz. El segundo tubo contendrá pequeños trozos de vidrio con unas gotas de ácido sulfurico poniendo en la parte superior de sus dos ramas un poco de amianto. Sirve este tubo para observar la marcha de la operacion ó sea el desprendimiento del gas. Al tercer tubo en U se le llena de fragmentos de cal sodada con el objeto de absorver el acido carbonico. Y por último, el cuarto tubo se llena de cal sodada una de sus ramas y la otra de cloruro cálcico para absorver el agua y el ácido carbónico atmosferico que pudieran penetrar en el aparato. Este tubo termina por un pequeño tubo recto.

Así dispuesto el aparato se pesa el liquido que tratamos de reconocer se mezcla con levadura de cerveza y un poco de agua y se introduce en el matraz, que se

calienta á 100.° para que la fermentacion termine completamente y el acido carbonico contenido en el matraz y en los dos primeros tubos sea expulsado y absorvido por la cal sodada que existe en uno de los tubos. Cuando haya terminado la fermentacion se quita el embudo del tubo de seguridad del matraz y en su lugar se coloca otro tubo que contenga fragmentos de cal sodada. Se aspira por el tubo recto en que termina el último de los tubos en U con el objeto de que todo el ácido carbonico sea absorvido por la cal sodada. Enfriado el aparato, que se habrá pesado de antemano, se pesa de nuevo y por la cantidad de ácido carbonico obtenido, es decir, por el aumento de peso del aparato de absorcion, deducimos la cantidad de azucar contenido en el liquido. Se sabe por los trabajos de Pasteur que 47 partes de ácido carbónico corresponden á 100 de glucosa anhidra; de modo que por una simple proporcion conoceriamos la cantidad de glucosa que habia en el liquido ensayado. Este método de dificil ejecucion no siempre dá resultados satisfactorios.

Puede hacerse tambien el ensayo de liquidos azucarados por medio del aparato llamado Sacarimetro-polarimetro de Soleil. Está fundado este método en los fenómenos de polarizacion circular que se observan en las sustancias azucaradas; apreciandose por el movimiento de los dos prismas de Nicol del aparato de Soleil la influencia que ejercen dichas sustancias sobre un rayo de luz polarizada.

Me abstengo de describir dicho instrumento por ser muy complicado, suponerle de todos conocido y además porque siendo su adquisicion muy dispendiosa y habiendo otros medios mas expeditos y económicos de que disponer, su uso está poco generalizado.

Hace poco tiempo el eminente fisiólogo inglés Pavy ha presentado á la Real Sociedad de Inglaterra un nuevo procedi-

miento para la determinacion cuantitativa de glucosa que la sangre contiene

Dicho procedimiento consiste en lo siguiente: se mezcla un volumen dado de sangre, 20.cc por ejemplo, con 40 gramos de sulfato sódico. La mezcla se vierte en un matraz de 200.cc de capacidad y se añaden 30cc de una solucion caliente de sulfato sódico. Se pone el matraz al calor de una lámpara de alcohol hasta que se forme un coágulo, que se filtra por una tela muy fina; el coágulo se lava despues con la disolucion de sulfato sódico con objeto de no perder nada del azucar contenido en la sangre, se calienta nuevamente el licor para clarificarlo y se filtra por papel Berzelius. Al líquido resultante de la filtracion se le añade un exceso del licor cupro potasico (10cc) y se le pone al calor para que se precipite todo el suboxido que pudiera formarse; se filtra y se lava con esmero el óxido rojo obteniendo una solucion cuprica por la

adicion de acido nitrico y agua oxigenada.

El metal que pueda contener el licor se precipita por medio de una pila de Fuller cuyos dos electrodos lo componen un hilo y cilindro de platino sobre el cual se deposita todo el cobre. El cilindro tiene que permanecer introducido en el licor cerca de veinte y cuatro horas pasadas las cuales se extrae y se le lava primero con agua destilada y despues con alcohol, se le seca perfectamente y se pesa. La diferencia de pesos del cilindro antes y despues de la operacion, nos indicará la cantidad de azucar contenido en la sangre.

Ya que he indicado los principales procedimientos de que puede disponer el médico en los casos frecuentes en que es consultado para decidir si existe ó nó azucar en la orina de un enfermo, ó bien para establecer un diagnóstico, pasaré ahora á enumerar las principales

teorias por las cuales se ha tratado de explicar el origen del azucar que en el organismo existe y su presencia en los liquidos orgánicos.

Willis fué el primero que indicó la presencia del azucar en la orina, al saborear la de los diabeticos, notando que tenian un sabor dulce; pero este hecho no pasó de aquí, no dándose importancia ni interpretacion alguna á dicho fenómeno. Cowley á fines del siglo pasado obtuvo la glucosa de la orina de los diabeticos, y su presencia se creia dependiente de la accion de un jugo gastrico anormal sobre las sustancias vegetales ingeridas en el estomago, las cuales quedaban convertidas en azucar bajo la influencia de aquel; de manera que la diabetes la consideraban como efecto de una mala digestion cuya causa residia en el estómago.

Otros fisiologos y entre ellos

Quenderville la consideraban como dependiente de una afeccion intestinal en la que los jugos intestinales estaban alterados, los cuales trasformaban las sustancias alimenticias en un quilo mal elaborado que era el que constituia la materia azucarada impropia para la nutricion. Tiedma y Gmelin observaron tambien que durante la digestion de los feculentos habia azucar en los intestinos. De modo que por estas teorias se abandonó la idea por la cual se creia el azucar como producto del jugo gástrico alterado sobre las sustancias alimenticias.

El profesor Bouchardat siguiendo la teoria de Rollo que creia á la diabetes como dependiente de un quilo mal elaborado que se convertia en azucar al pasar por los riñones, ha creido que la formacion del azucar podria depender acaso de una modificacion patologica del acto digestivo en el que las feculas se

convertian en glucosa siendo absorvido este principio.

Magendie y otros muchos fisiologos trataron de establecer definitivamente que el azucar se formaba á expensas de los alimentos feculentos trasformados en glucosa en el acto de la digestion, pasando á la sangre durante la absorcion de aquellos. Por esta teoria se echaba por tierra la creencia de que la diabetes era producida por efecto de una digestion anormal.

Mialhe contradice todas estas teorias y cree que el origen de la diabetes consiste en una falta de alcalinidad de la sangre, fundado en que los álcalis destruyen el azucar; y considera que la trasformacion de las sustancias feculentas en glucosa se efectua de la misma manera en el hombre sano que en el diabetico, solo que en aquel es descompuesta esta sustancia por los álcalis

que contienen los liquidos organicos, mientras que en este hay falta de alcalinidad en dichos liquidos y no habiendo por lo tanto descomposicion de este principio se acumulará incesantemente en la sangre y será eliminado por los riñones.

De aquí nació la idea y en esto se funda la indicacion de administrar los alcalinos á los diabeticos.

La observacion de Poggiale de que la glucosa necesita una temperatura de 35° para ser descompuesta por los álcalis contradice la teoria de Mialhe, puesto que siendo la temperatura del hombre 37° no puede tener lugar dicha descomposicion y al mismo tiempo los experimentos de aquel fisiologo prueban no ser cierto lo que asegura Mialhe puesto que inyectando en las venas unas veces glucosa mezclada con alcalinos y otras glucosa sola, obtuvo en ambos casos el resultado de excretarse por la orina la misma cantidad

de sustancia azucarada.

Se observa que todas las teorias hasta aqui espuestas, bien sea que consideren á el azucar como producto de una digestion normal ó bien por una digestion anormal en el estómago ó en los intestinos, descansan ó se apoyan en la idea de que el azucar que se encuentra en el organismo procede unica y exclusivamente de la alimentacion amilacea, lo cual no es exacto como dentro de poco veremos.

La resolucion del problema estaba reservada á nuestra época, siendo á los trabajos del eminente fisiologo francés Mr. Claudio Bernard á los que la ciencia debe principalmente los conocimientos más exactos y precisos que hoy poseemos respecto al verdadero origen de la glucosa que en el organismo existe.

Desde luego ha esclarecido Bernard un hecho primordial. Siempre se habia creido que los principios inmediatos de la economia provenian exclusivamente del reino vegetal, único que tenia la propiedad de producirlos, no haciendo los animales otra cosa que asimilarlos y destruirlos. De modo, que segun esta manera de ver, el azucar que se encontraba en un animal procedia unicamente del que habia sido introducido por la alimentacion y se deducia por consiguiente que cuanta menor fuera la cantidad de sustancias vegetales que se introdujeran en el estómago, menor habia de ser tambien la cantidad de azucar que encontraramos. Tambien se creia que en los animales herbivoros, es decir, en aquellos que por su alimentacion exclusivamente vegetal introducian en su estomago sustancias feculentas, únicas que tenian la propiedad de trasformarse en glucosa por la accion de los jugos digestivos y que podian suministrarle á la absorcion intestinal, era en los que unicamente podiamos hallarle, no sucediendo así en los animales carnivoros cuya alimentacion se componia de principios

azoados ó grasos poco á proposito para ser trasformados en azucar durante el trabajo de la digestion.

Pero Bernard auxiliandose siempre del método de la observacion y experiencia, ha demostrado lo contrario. Ha demostrado que la cantidad de azucar que se encuentra en los liquidos del organismo es proximamente la misma en todos los animales cualquiera que sea el género de alimentacion de que hagan uso y ha demostrado tambien que el azucar de la economia no solo era independiente de la alimentacion sino que se encontraba tambien en la sangre de los animales que no habian tenido vida exterior, como sucede en el feto.

Era pues evidente que si el azucar tenia su origen en la alimentacion le tenia indudablemente tambien en otra parte. ¿Cual era este origen?

El deseo de resolver este problema fué motivo para que el infatigable Claudio Bernard emprendiera una série de curiosos experimentos con los cuales habia de demostrar palpablemente que en el hígado era donde se producian las cantidades de azucar que encontrabamos en los liquidos orgánicos por medio del análisis

Se decia el ilustre fisiologo: parece verdaderamente increible que en la enfermedad conocida con el nombre de diabetes sacarina la gran cantidad de azucar que encontramos proceda solamente de la alimentacion como si todas las sustancias que introducen en su estómago los individuos que padecen aquella grave enfermedad, se convirtiesen en azucar.

Así mismo se decia Bernard; lo normal es lo fisiologico, lo anormal lo patológico; la enfermedad no es más que un estado anormal de las funciones de los órganos y pudiera suceder que la diabetes sacarina dependiera de una funcion desconocida hasta hoy, encargada de producir

la cantidad de azucar necesaria para los usos de la vida y cuyo desarreglo dé lugar á una exageracion del producto elaborado y á la diabetes sacarina despues.

Con su decidido propósito de llegar al descubrimiento del órgano encargado de la elaboracion de la sustancia azucarada practicó la siguiente experiencia con éxito satisfactorio ante gran número de alumnos del Colegio de Medicina de Francia. Tomó un higado de buey, muerto hacia poco tiempo, le dividió en pequeños trozos y le sometió á la ebullicion en el agua; despues de cocido filtró el liquido, que resultaba de un color amarillento, color que hacia desaparecer haciendo pasar el liquido á través del carbon animal. Lo filtraba de nuevo quedando el liquido completamente claro y trasparente. Colocaba este liquido resultado de la segunda filtracion en un tubo de ensayo, añadia una corta cantidad del licor cupro potasico y lo sometia á la llama de una lámpara de alcohol. Bien pronto se observó que se formaba un precipitado abundante de protóxido de cobre, precipitado que demostraba la presencia de la glucosa en el liquido cuyo ensayo se practicaba.

Si al mismo liquido se le hacia hervir con una disolucion de potasa caustica tomaba una coloracion amarilla oscura.

No conforme Bernard con el resultado obtenido practicó la siguiente experiencia para precisar más el éxito de sus investigaciones. En un tubo de ensayo de centimetro y medio de longitud proximamente, mezclaba una corta cantidad de la decoccion hepatica antes indicada y espuma de cerveza; tapaba el tubo con un tapon perforado en su centro, al que atravesaba un tubo abierto por sus dos extremidades, una de las cuales llegaba al fondo de un tubo destinado á recoger el liquido resultante de la fermentacion que se presentaba

tan pronto como se sometia la mezcla á la accion de una temperatura de 40° proximamente

Cuando se habia terminado la fermentacion se analizaban los liquidos y gases que el tubo contenia, revelando el analisis la presencia del azucar en el liquido ensayado. Se destapó el tubo dentro de una vasija llena de mercurio en la cual se colocó un pequeño fragmento de potasa, se agitó todo, y se observaba que el mercurio ascendia poco á poco desapareciendo el gas por absorverlo la potasa; de manera que el gas contenido en el tubo era ácido carbónico.

Veamos ahora que era el liquido que el tubo contenia. Se destiló el liquido fermentado, se añadió un poco de cal, se colocó esta mezcla en un tubo de ensayo y se sometia á la accion del calor hasta la ebullicion. En este momento, si se aproximaba una pajuela encendida á la boca del tubo, se observaba una llama muy ténue que descendia en dicho tubo, efecto de la combustion de una corta cantidad de alcohol.

De modo que el analisis demostraba que el contenido del tubo era alcohol y acido carbonico, producto de la descomposicion del azucar que el higado contenia, estando el analisis conforme con la siguiente definicion que del azucar se ha dado: una sustancia que dá lugar á la fermentacion alcoholica.

Iguales experiencias practicó Mr. Bernard con los diferentes órganos y tejidos que en la cavidad toracica y abdominal se encuentran y en ninguno pudo hallar lo que en el higado habia descubierto, deduciendo de aquí que debia ser la glándula hepática el órgano encargado de elaborar el producto azucarado puesto que solo él se hallaba impregnado de dicho producto, succediendo de la misma

manera en las demás glándulas que segun la funcion que desempeñan están impregnadas, y solo ellas, del producto de secrecion propio de cada una.

Continuando Bernard la série de experimentos que con tan feliz éxito habia comenzado, llegó á una demostracion más concluyente de este particular papel del higado. Analizando la sangre que llega desde los intestinos á la glandula hepática por la vena porta y la que desde esta glándula se dirige á la vena cava por las venas suprahepaticas, observó que la primera, es decir, la sangre de la vena porta, no manifestaba al analisis la presencia del azucar, mientras que la contenida en las venas suprahepaticas le tenia en abundancia, encontrandole tambien en cantidad en la vena cava, aurícula derecha y arteria pulmonar disminuyendo á medida que se alejaba del higado. Era ya indudable por el resultado de este experimento que la glándula hepatica era la encargada de la elaboracion del azucar puesto que solo en ella y en tan gran cantidad se encontraba.

De manera que éste órgano estaba encargado de dos funciones enteramente distintas é independientes una de otra. Una la secrecion de la bilis unica de que siempre se le habia creido encargado, cuyos productos vertidos en el tubo digestivo sirven para el cumplimiento de los fenomenos de la digestion intestinal y la otra la secrecion del azucar cuyos productos entraban en la circulacion general, ó á lo menos, en la parte del torrente circulatorio que vá del higado al corazon y de este á los pulmones.

La inmensa importancia de las funciones que el higado desempeña sintetizada está en la frase de un eminente histólogo y catedratico de esta Facultad que hablando de dicho órgano

decia: antitesis fisiologica que hiel y azucar á la vez fabrica.

En vista de los resultados expuestos no vaciló Bernard en anunciar al mundo cientifico lo que habia hallado por sus numerosos experimentos; que el higado producia azucar á expensas de los elementos de la sangre que le atravesaba.

No tardaron en levantarse por todas partes argumentos aparentemente poderosos é impugnaciones al parecer bien fundadas que hubieran hecho vacilar á otro que no fuera Bernard, á las cuales contestó con nuevos hechos obtenidos del perfeccionamento de sus tareas y con las nuevas investigaciones que practicó para corroborar más las afirmaciones que habia hecho. Es natural, trataban de sostener la antigua teoria difundida desde los tiempos de Willis de que el azucar procedia unica y exclusivamente de la trasformacion que los alimentos feculentos sufrian primero en dextrina y despues en glucosa, por la accion sucesiva que sobre ellos ejercian la saliva, el jugo gástrico y el jugo intestinal. Admitida esta teoria por espacio de dos siglos nada menos, era necesario sostenerla y obligarla á resistir á los poderosos embates que su infatigable impugnador la dirigia.

Bernard y otros distinguidos fisiologos han analizado quimicamente el tejido hepatico de los mamiferos, aves, reptiles, peces y moluscos y siempre han hallado la presencia del producto azucarado, excepcion hecha de aquellos animales que habian sucumbido á consecuencia de una enfermedad acompañada de gran fiebre. De manera que no siempre se encuentra azucar en el higado del hombre, y por lo comun no existe, porque el hombre muere en muchos casos á consecuencia de enfermedades que alteran más ó menos profundamente las funciones de nutricion; pero cuando tenemos ocasion de examinar el higado de un individuo muerto violenta-

mente, entonces encontramos constantemente azucar.

Segun los analisis practicados por Bernard el higado de un hombre ajusticiado ó muerto repentinamente por accidente en estado de salud contiene de 1 á 1'5 por 100 de azucar, deduciendose por consiguiente que el higado del hombre cuyo peso proximamente es de dos kilogramos, contiene en su interior de 20 á 30 gramos, por término medio de glucosa.

Al hacer el analisis de la sangre puede suceder que encontremos alguna pequeña cantidad de azucar en la de la vena porta, pero estos vestigios de azucar proceden de la masa de la sangre, es decir, del azucar formado en el higado y no destruido del todo durante su trayecto en el torrente circulatorio.

Los adversarios de la teoria de Bernard le han impugnado diciendo: la glucosa que se encuentra en el higado no se ha formado en la glándula; procede de la descomposicion de los alimentos amilaceos en el tubo digestivo bajo la influencia sucesiva de los jugos gastrico y pancreatico y que absorvidas su disoluciones son transportadas al higado.

Si bien es verdad y está bien comprobado que los alimentos amilaceos ó feculentos se trasforman en azucar en el tubo digestivo y las oscilaciones que presenta la cantidad de azucar de la sangre segun las diferentes épocas de la digestion parecen indicar que las sustancias alimenticias son el manantial de donde toma el organismo la materia azucarada, esto no debe sorprendernos porque siendo la glándula hepática un órgano anejo al tubo digestivo y estando intimamente ligadas sus funciones con los fenómenos de la digestion, no tiene nada de particular que durante el periodo digestivo se activen sus funciones y sea mayor la cantidad de producto azu-

carado. Lo propio acontece con la secreción biliar que segun el período ó época de la digestion así varia la cantidad de bilis elaborada, sin que á nadie se le haya ocurrido negar por eso, sea el higado quien la segrega.

Por otra parte, si el azucar que se encuentra en el higado procediese unicamente de la digestion de los alimentos la carencia de estos haria naturalmente disminuir la cantidad de azucar contenido en aquella víscera y de la misma manera una abstinencia prolongada le haria desaparecer por completo; pero no sucede así, y los experimentos practicados por varios fisiologos prueban que aquella idea es errónea. Poggiale encontró en el higado de un perro que no comia nada hacia diez dias 1'7 por 100 de azucar; despues de los catorce dias 1'6 por 100 de azucar; á los diez y ocho 1'6 por 100 y despues de veintiun dias la misma cantidad.

Moos, Schiff y otros fisiologos han hecho varias experiencias en conejos y han dado el mismo resultado que los practicados por Poggiale.

Resulta de todos estos experimentos que el higado pierde de su peso por la abstinencia de la misma manera que la mayoria de los órganos de la economia; que la accion glucogenica persiste en la abstinencia y que la proporcion de azucar que contiene la glándula cuando el animal no toma alimentos es sensiblemente la misma y no está apenas disminuida mas que relativamente á la proporcion de la pérdida en peso del higado.

En el higado del feto tambien encontramos azucar cuando dicha víscera ha llegado á su completo desarrollo, aumentandose la cantidad de dicha sustancia desde el cuarto ó quinto mes de

la vida intrauterina hasta el nacimiento. Aquí no nos es dado decir que procede de la alimentacion puesto que ningun alimento ha sido introducido en su tubo digestivo. Tampoco es probable que proceda de la sangre de la madre puesto que en este caso lo mismo le hallariamos desde los primeros meses, cosa que no sucede y solo le encontramos cuando la glándula ha llegado á su completo desarrollo y ejerce sus funciones por si sola, esto es, entre el cuarto y quinto mes de la vida intrauterina.

Los experimentos practicados por Stokvis lo confirman. Dicho fisiologo ha encontrado 0'54 por 100 de azucar en el higado de un feto de seis meses, mientras que el higado de un feto de todo tiempo contenia 3'43 por 100 de dicha sustancia.

Otra de las objeciones que hacen los adversarios de la teoria de la glucogenia es la siguiente: el azucar, dicen ellos, contenido en el higado de un animal sujeto á la abstinencia ó alimentado solamente con carne, no es un producto formado por la viscera sino que proviene de una alimentacion feculenta anterior; ha podido acumularse en la glándula y no penetrar en el torrente circulatorio por las venas suprahepaticas sino despues de bastante tiempo y poco á poco. Dicen los que así creen que lo mismo sucede con muchos cuerpos metalicos y otras sustancias que absorvidas por el intestino se fijan y acumulan en el higado, pudiendo permanecer en éste organo por un tiempo mas ó menos limitado, como acontece con el arsenico, hierro, zinc, cobre y diversas sales insolubles introducidas en el organismo á pequeñas dosis y con intervalos más ó menos largos. No se fijan los que de este modo piensan en la inmensa diferencia que hay entre el azucar y las sustancias mine-

rales. Muchas de estas ultimas pueden permanecer dentro del organismo sin ser alteradas por los liquidos propios de éste, al contrario de lo que sucede con el azucar sustancia sumamente alterable y fermentescible. La fermentacion, el calor, los álcalis y los ácidos le descomponen y trasforman y en el higado encuentra precisamente las condiciones necesarias para sufrir estas trasformaciones, siendo como es, una víscera donde continuamente se estan verificando fenómenos quimicos de combinacion y descomposicion.

Sabemos que las funciones de la vida organica están bajo la influencia del sistema nervioso. De modo que la accion glucogenica del higado estará subordinada á la accion de dicho sistema y así podremos aumentar, disminuir y hasta suprimir la funcion de que está encargado actuando sobre los nervios que se distribuyen y animan la accion de la glándula.

Los enemigos de la teoria de Bernard decian: si realmente la glucogenia es una funcion desconocida hasta ahora y nó el resultado de la digestion de los alimentos feculentos, excitando los filetes nerviosos que se ván á distribuir por la glándula, debe exagerarse la funcion y hacerse más activa, de la misma manera que acontece con otras funciones de la economia. Lo contrario debe resultar cuando se practique la seccion de los mismos nervios, es decir, la formacion del azucar se suspenderá inmediatamente, como acontece cuando cortamos los pneumogastricos que se suspende la digestion, y la circulacion cuando el gran simpatico.

Bernard con los magnificos experimentos que ha practicado con dicho objeto ha dado la mejor prueba que pudiera desearse acerca de la profunda conviccion que tenia de su teoria. He aquí como llevó á cabo este importante y decisivo experimento

repetido y confirmado despues por infinidad de fisiologos. Puchó en un conejo el plano inferior del cuarto ventriculo entre los tuberculos de Wenzel y el origen de los nervios pneumogastricos ó vagos. Antes de la operacion solo existian cortas cantidades de azucar en los vasos del animal en quien se practicaba el experimento; no se obtenia más que una pequeña reduccion del licor cupropotasico. La excitacion producida en los centros nerviosos por la picadura, se trasmitió al higado por la médula y los nervios del gran simpático que presiden á las funciones de la glándula; aumentandose de tal modo la cantidad de azucar que una ó dos horas despues de la operacion se encontraba en gran cantidad en la sangre (5 gramos por 1000 proximamente) y dicha cantidad era tan inmensa para el organismo que este se descargaba de ella por la secrecion renal como si se hubiera inyectado azucar en la sangre. Y no solamente en la orina se encontraba el azucar sino tambien en muchas de las secreciones serosas del organismo.

Continuando el experimento practicó la seccion de los pneumogastricos en la region cervical y la funcion se suspendió; á los pocos dias se dió muerte al animal se analizaron sus diversos órganos y humores y no presentaron vestigio alguno de azucar.

Este hecho tan concluyente y decisivo no daba lugar á dudas y establecia de un modo general la influencia del sistema nervioso sobre la accion glucogenica del higado, de la misma manera que están la respiracion, la circulacion y la digestion bajo el dominio de dicho sistema.

Numerosos casos de lesiones traumaticas de cabeza, recogidos por varios patólogos han venido á corroborar en el terreno de la clinica el influjo que en la funcion glucogenica ejercen los cambios morbosos de la inervacion central. Schiff refiere tres

casos de fracturas de la columna vertebral, en la parte superior de la region dorsal, en los cuales la orina contenia azucar. Rayer habla de un hombre que siempre que experimentaba una viva emocion moral presentaba azucar en sus orinas y Griensinger ha reunido hasta quince casos de diabetes temporal á consecuencia de golpes violentos en la nuca

Posteriormente ha demostrado Bernard que la seccion de los nervios pneumogastricos no dificultaba directamente la formacion del azucar en el higado. Así pues, si en vez de hacer la seccion de dichos nervios en la region cervical se les corta entre el pulmon y el higado la secrecion sacarina no se suspende. En ambos casos el higado está en relacion con la medula espinal mediante el gran simpático, bastando solo para que el higado siga elaborando la materia azucarada que el pulmon se halle unido al bulbo raquideo por medio de las ramas del pneumogastrico y ya no basta cuando el pulmon se halla fuera del influjo del sistema nervioso.

Los experimentos practicados en conejos por Moos, vienen á demostrar igualmente que el nervio pneumogastrico ejerce una influencia indirecta en la funcion glucogenica, ejerciendose la accion directa por el intermedio del gran simpatico. Esto se puede demostrar en la rana descubriendo la parte superior de la médula espinal y haciendo pasar por ella una corriente de induccion; despues de tres horas proximamente se presenta azucar en la orina que persiste durante veinte y cuatro ó veinte y seis horas. Si en otra rana ligamos en masa todos los nervios que se van á distribuir por el higado no se presenta azucar en la orina á pesar de la galvanizacion de la médula.

La glucosuria se produce

tambien cuando ligamos el pneumogastrico en el vientre y excitamos la médula por el medio antes indicado.

El fisiologo aleman Schiff ha practicado tambien numerosos experimentos para comprobar ó confirmar los del ilustre Bernard. Schiff ha planteado los siguientes problemas ¿ Cual es la causa de verse cargadas las vias circulatorias de azucar, que se elimina por las orinas, tan pronto como se hiere la médula oblongada en la region media del suelo del cuarto ventriculo entre los tuberculos de Wenzel y el origen de los nervios pneumogastricos ó vagos ? Este exceso ¿ es debido á un entorpecimiento de la destruccion del azucar en la sangre, ó bien continuando con regularidad dicha destruccion es dependiente de una superabundante produccion de azucar, la excesiva cantidad que de él encontramos en la sangre ?

Veamos que serie de experimentos y deducciones hizo Schiff con el proposito de resolver estos problemas.

Por el solo hecho de contener el higado más azucar en la diabetes que en el estado normal ó fisiologico no podemos decir que dicho exceso procede de la glandula hepatica. Pero si pudiera estirparse el higado y picaramos luego el suelo del cuarto ventriculo produciendo la diabetes demostrariamos que el aumento de azucar provenia de la sangre y no de aquella glandula. Mas, seria licito pensar del modo contrario si no dieramos lugar á la diabetes por la picadura del suelo del cuarto ventriculo despues de haber sido extraido el higado.

Schiff aprovechandose de la circunstancia de que las ranas pueden seguir viviendo despues de haberlas estirpado el higado, hizo sus experimentos en dichos animales. Tomó varias ranas,

las hizo la estirpacion de la glandula hepatica y á las tres semanas observó que la sangre de estos animales no contenia absolutamente nada de azucar. Despues de esto pinchó el cuarto ventriculo, para ver si era posible que las ranas sin higado se pusieran diabeticas. En tales circunstancias nunca se presentó la diabetes. El experimento era decisivo.

Con el objeto de confirmar la creencia de que en el higado es donde toma origen el exceso de azucar que existe cuando se presenta la diabetes, Schiff ha hecho tambien varios experimentos. Ha ligado en los animales vueltos diabeticos porciones cada vez mayores de higado para disminuir la estension de las funciones del órgano, y ha observado que la cantidad de azucar contenido en la sangre era menor cuanta mayor fuera la porcion de glándula ligada.

Este experimento parece confirmar la opinion de Bernard, de que el exceso de azucar de la sangre procede del aumento proporcional de azucar en el higado y esta proporcionalidad es tal, que para que una rana puesta diabetica artificialmente deje de estarlo es preciso suprimir una quinta parte de higado, ó lo que es lo mismo, de su funcion.

Schiff ha practicado tambien un experimento con objeto de saber si la sola hiperemia del higado podria dar lugar á la diabetes. Para ello ha producido en las ranas solamente la hiperemia del higado sin ningun otro trastorno de la siguiente manera. En el estado normal no recibe el higado de las ranas más que la mitad proximamente de la sangre venosa abdominal, que llega por la vena cava hepatica. El resto de la sangre venosa abdominal es conducido al corazon por otra vena, la cava, sin pasar por el higado.

De manera que para hiperemiar este órgano bastará hacer una ligadura en esta segunda vena por encima de la anastomosis que la hace comunicar con la vena cava hepatica, haciendo pasar de este modo la totalidad de la sangre abdominal por esta ultima vena y necesariamente por el higado, duplicando la cantidad normal de su sangre é hiperemiandole por consiguiente sin herirle

Así lo practicó Schiff con varias ranas y observó que á las dos horas, poco mas ó menos, de haber practicado la ligadura se presentó la diabetes en todas las ranas que habia operado.

Despues de haber visto claramente que la glándula hepatica elabora el azucar á espensas de los elementos que contiene la sangre, ocurrese ahora saber si la metamorfosis de dichos elementos en materia azucarada, se verifica en los vasos del higado por los que circula la sangre ó bien se verifica fuera de estos vasos y en el tejido propio del órgano.

Con el objeto de investigar el verdadero punto donde tiene lugar dicha metamorfosis, Bernard ha practicado el siguiente experimento. Ha sometido el higado de un animal recien muerto á una corriente continua de agua fria por la vena porta; durante la primera hora en que se verifica el experimento el agua contiene azucar pero cada vez van siendo menores las cantidades de éste, hasta que desaparece por completo, saliendo el agua clara y trasparente y sin el menor vestigio de azucar. Más, si despues de pasadas algunas horas vuelve á hacerse lo propio, se observa que el agua vuelve á contener azucar. Este fenómeno se repite durante veinte y cuatro horas.

Tambien puede hacerse este experimento cortando en trozos el higado y lavandole bien con agua y el resultado

será exactamente el mismo.

Por estos experimentos se prueba perfectamente: 1.º que la formacion del azucar tiene lugar en el mismo tejido hepatico á expensas de los elementos de la sangre que impregna dicho tejido; y 2.º que además de la cantidad de azucar ya formada, hay en el higado otra sustancia no trasformada pero capaz de sufrir la metamorfosis glucosica en un higado abandonado á sí mismo y aun despues de la muerte.

Schiff ha comprobado tambien este hecho analizando una parte del higado tres horas despues de la muerte del animal y la otra á las diez y ocho ó veinte horas. Los resultados de los experimentos que practicó le enseñaron que á las tres horas el higado contenia 2'3 por 100 de azucar, mientras que pasadas las diez y ocho horas se

elevaba dicha cantidad á 5'1 por 100.

Este mismo fisiologo ha hallado el mismo resultado examinando de la propia manera el higado de un ajusticiado, de que la trasformacion glucosica continua en el higado despues de la muerte.

Ahora bien, sabemos que el azucar se forma en el higado á expensas de la sangre pero ¿que elementos son los que contribuyen á dicha formacion?

Lehmann cree que la fibrina de la sangre es la que sufre la metamorfosis glucosica, apoyandose segun dice, en las analisis comparativas que ha hecho de la sangre antes y despues de atravesar el higado, ó sea en la vena porta y en las venas suprahepaticas. Segun este fisiologo, la sangre de la vena porta contiene la cantidad normal de fibrina, no conteniendo nada de azucar ó á lo sumo indicios de dicha sustancia, mientras que en la de las venas suprahepaticas

se encuentra el azucar en gran cantidad y al mismo tiempo se observa la desaparicion de la fibrina.

Este resultado á dado lugar á que Lehmann estableciese una conclusion aparentemente lógica; que la fibrina de la sangre de la vena porta es sustituida por el azucar de las venas suprahepaticas, verificandose dicha sustitucion en el interior del higado y por medio de reacciones quimicas.

Beclard tiene por erroneos los experimentos de Lehmann siendo en su creencia la causa del error el haber considerado que la fibrina de la vena porta y la de las venas suprahepaticas tiene las mismas propiedades que la fibrina de la sangre venosa general, y esto no es exacto. Cuando se estrae por medio del batido la fibrina de la sangre venosa general, la de la yugular por ejemplo, se coagula y se

adhiere como es sabido á la barilla con que se bate, en filamentos elasticos, pegados entre sí formando una pequeña masa y que desecados pueden conservarse durante largo tiempo. La fibrina de la sangre de las venas porta, esplenica y suprahepaticas no tiene estas condiciones, no es elastica, no se coagula en filamentos, sino en pequeñas masas granujientas, que se adhieren unas á otras con dificultad y abandonada durante algunas horas al contacto del aire se liquida. Asi es, que si se quiere estraer la fibrina de la sangre de la vena porta, de la esplenica ó de las suprahepaticas, es necesario batir la sangre al salir de la vena pues si se la deja coagular espontaneamente y tratamos de aislar la fibrina al cabo de algunas horas, seguramente no encontraremos ya, este elemento de la sangre. Esto depende de que la fibrina de la sangre de estas ve-

nas una vez coagulada se hace soluble y desaparece con el agua que empleamos para lavar el coágulo sanguíneo no quedando nada en la muñequilla que contenia la sangre.

Schiff, lo mismo que Bedard ha encontrado la fibrina en la sangre de las venas suprahepaticas.

Bernard, cuando comenzó sus trabajos suponia que el azucar que produce el higado en estado normal se formaba á espensas de las materias albuminoideas, pero las nuevas investigaciones que ha practicado le han convencido de que el azucar que en el higado se encuentra no se forma repentinamente por la trasformacion directa de los elementos de la sangre sino que se forma antes como intermedia, una sustancia ternaria no azoada, semejante al almidon vegetal y capaz de convertirse en azucar por otra segunda trasformacion. A esta sustancia que Bernard ha logrado aislar, la dió el nombre de sustancia glucogena (engendradora de azucar). Sus caracteres quimicos son muy analogos á los del almidon; con la tintura de iodo toma un color morado que tira á amarillo, los ácidos diluidos la trasforman primero en dextrina y despues en glucosa. La saliva, el jugo pancreatico y los fermentos obran sobre ella lo mismo que sobre el almidon trasformandola en dextrina y glucosa.

Para descubrir esta sustancia se corta el higado en pequeños trozos, se cuece y despues de frio se filtra el liquido resultado de la coccion; se vierte sobre el liquido filtrado un exceso de ácido acetico cristalizable, formandose inmediatamente un precipitado blanco de sustancia glucogena y quedando disueltas en el ácido acetico las demas sustancias que le acompañan.

Tambien se cree que existe en el higado otra sustancia azoada que obra sobre la sustancia glucogena á la manera de un fermento. Ya hemos visto antes que en un higado abandonado á si mismo continua la elaboracion de glucosa despues de la muerte; mas si se cuece el higado, la materia glucogena no se descompone, pero pierde la propiedad de trasformarse espontaneamente en azucar, es decir, que la coccion ha hecho desaparecer las propiedades fermentescibles del higado las cuales vuelve á recobrar añadiendole un fermento cualquiera, la saliva por ejemplo. Esto nos indica que el fermento hepatico es muy analogo al de la saliva, jugo pancreatico, etc.

Schiff ha demostrado que en las celulas hepaticas es donde se forma la sustancia glucogena. Examinando un pequeño trozo de higado por medio

del microscopio se distinguen al lado de los globulos grasientos otros granos redondeados muy parecidos á los del almidon vegetal, observandose esto en el higado de todos los mamiferos y faltan en el estado de enfermedad y en la primera mitad de la vida intrauterina. Estos granos tratados por un fermento se convierten igualmente en azucar.

Dicho fisiologo ha observado tambien al lado de los granos de materia glucogena, unas gotitas amarillentas que cree sean de dextrina, sustancia intermedia como ya sabemos, entre el almidon y el azucar.

Respecto á la cuestion de saber con qué materiales elaboran las celulas hepaticas la sustancia glucogena nada se puede establecer en definitiva, estando aun el asunto por resolver. Mientras algunos pretenden que dicha sustancia es una trasformacion de las materias grasas, otros la consideran como producto de la descom-

posicion de las sustancias azoadas neutras de la economia y Kuthe asegura que la sustancia glucogena es una trasformacion del azucar de gelatina ó glucocola, sustancia azoada de sabor azucarado.

¿Donde se destruye el azucar formado por el higado é introducido en la sangre venosa?

Sabemos que en el estado normal del organismo el azucar de la sangre no es eliminado por las secreciones ni por ninguna de las vias eliminatorias, puesto que nunca se le encuentra al hacer el examen de dichas secreciones. Hemos visto tambien que la sangre de las venas suprahepaticas y la de la cava, colocadas inmediatamente despues del higado, contiene grandes cantidades de azucar. Pues bien, si examinamos la sangre despues de haber atravesado los pulmones, cuando ha vuelto al corazon izquierdo y ha penetrado en las arterias, entonces la cantidad de dicha sustancia es mucho menor, y apenas se le encuentra en la sangre venosa general ó sea despues de haber atravesado las redes capilares; basta en efecto la accion glucogenica incesante del higado, para que siempre se encuentren cortas cantidades de azucar en la sangre. Vemos pues, que el azucar no se acumula en este liquido y su desaparicion no es instantanea sino que disminuye progresivamente á medida que se aleja de su origen, siendo por consiguiente en la masa de la sangre donde se lleva á cabo la destruccion progresiva del azucar en ella contenido, de la misma manera que se destruyen otros principios. Esto depende de que como el azucar es un principio muy inestable, y muy alterable en presencia de los liquidos organicos, se descompone con mucha prontitud cuando se pone en contacto con ellos.

El azucar de la sangre se halla en medio de todas las condiciones necesarias para que tenga lugar su descomposicion; en

la sangre misma encuentra carbonatos alcalinos, y en el pulmon y en todo el trayecto de la sangre se encuentra con oxigeno. Los ultimos grados de trasformacion del azucar son el agua y el ácido carbonico, cuyos productos son eliminados del organismo por las diversas vias de secrecion y exhalacion. Respecto á la cuestion de saber cuales son precisamente las fases intermedias de oxidacion por las que pasa el azucar antes de convertirse en agua y acido carbonico, la ciencia no ha dado el ultimo paso, estando aun el problema por resolver. No se sabe si todo el azucar sufre la misma metamorfosis ó si una parte de él se trasforma en ácido lactico de la misma manera que sucede con el azucar ó los feculentos introducidos en el intestino, que producen cortas cantidades de este ácido. Tambien se ha dicho si una parte del azucar sufriria la trasformacion adiposa pensando lo que acontece con los animales que están engordandose cuya alimentacion principal la constituyen sustancias feculentas trasformables como ya sabemos en glucosa. Mr. Bernard supone que una parte del azucar de la digestion experimenta dentro del higado y antes de llegar á las venas suprahepaticas la trasformacion adiposa. Todas estas hipótesis están por resolver y necesitan demostrarse experimentalmente.

El hecho antes mencionado y admitido por todos los fisiologos, de que el último grado de trasformacion del azucar es el agua y el acido carbonico hace considerar á la destruccion de dicho producto como un verdadero fenómeno de combustion y principal origen del calor animal.

Resumiendo todo lo hasta aquí expuesto resulta que existe en el organismo sano y bajo la forma de glucosa, cierta cantidad de sustancia sacarina; que las sustancias feculentas introducidas

con la alimentacion son un origen del azucar cuya absorcion aumenta su cantidad en la sangre mientras dura el periodo digestivo; que hay en el interior del organismo un órgano, el higado, capaz de producirle incesantemente á espensas de ciertos elementos de la sangre ya preparados por descomposiciones anteriores y cuya produccion es independiente del género de sustancias introducidas en la economia; que el azucar sale del higado por las venas suprahepaticas, para repartirse y desaparecer en la masa de la sangre

He terminado Ylmo Señor. Tengo la persuasion de haber hecho un trabajo de mérito tan escaso como grande es el objeto á que se le destina. Bien quisiera haber desempeñado mi comision como debiera, pero vuestra indulgencia y sábia ilustracion sabrá disimular las innumerables faltas cometidas en el desempeño de tan árdua empresa, hijas todas de mi poca ciencia; pero lo que de esta falta, he procurado compensarlo con mis buenos deseos y espero que estos no serán rechazados por vuestra nunca desmentida benevolencia.

He dicho.

BIBLIOTECA DE LA FACULTAD DE MEDICINA MADRID

Enrique Aguado y Gonzalez