

## LA NOCION ACTUAL DE LA GLUCOSA ACTIVA

Dr. Emilio del Raso.

El interés fisiológico de la glucosa radica en este hecho: todos los llamados hidratos de carbono, que como principios alimenticios concurren para proporcionar al organismo la energía necesaria al desarrollo de sus fenómenos vitales, llegan en virtud de la función digestiva, al estado de glucosa.

Las grasas mismas, que como factor alimenticio esencialmente energético contribuyen en una buena proporción a ese mismo fin, son dinamo-genéticas por la glucosa, que representa una de las principales etapas de su proceso metabólico.

Las proteínas que también llevan al organismo cierta cantidad de calorías desenvueltas por las diastasas digestivas, ceden esta energía una vez que después de complicadas reacciones analíticas han sido desaminadas, y convertido en glucososa el resto de su molécula.

Y es que la única fuente donde el organismo se provee de energía es la glucosa, forma final en que son convertidos los principios alimenticios capaces de aportar la que en estado potencial aprisionan, y hacen actual y aprovechable al desenvolverla.

Como dice Roca Solano: "...las materias hidro-carbonadas por reacciones de digestión y parcialmente las grasas y proteínas por transformaciones metabólicas, producen algunas hexosas: d-glucosa, d-fructosa, d-galactosa y quizá d-manosa disponibles para su desarticulación molecular, liberando energía que la materia viva utiliza..."

Hase discutido si además de la glucosa otras formas de monosas como la galactosa y la levulosa pueden ser asimiladas, pero las investigaciones de Hamburger y sus experimentos de perfusiones en riñones de ranas, han probado la permeabilidad selectiva de las membranas celulares vivas respecto a las diversas azúcares estereo-isómeras. Sólo la d-glucosa es retenida completamente. Toda la serie de hexosas levóginas, así como la d-manosa, la d-glucosamina y la d-galactosa pasan parcialmente.

Ya desde entonces Hewit y Pryde creen en la gran posibilidad de una "especial formación de modificaciones de actividad del azúcar, en presencia y bajo la influencia de los tejidos vivos".

La inter-conversión de la glucosa y de la galactosa se demuestra por los hechos siguientes: lo. estos azúcares sólo difieren químicamente:

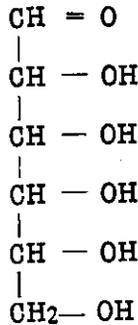
en la posición de los grupos adheridos al 4o. carbón, y a la forma del puente de oxígeno; 2o. la conversión de glucosa en galactosa ha podido realizarse *in vitro*; 3o. la extirpación de las glándulas mamarias en actividad se traduce en un aumento de la cantidad de glucosa sanguínea; 4o. la galactosa no ha sido señalada en la orina, incluso durante la lactancia; 5o. la inyección de glucosa es causa de la lactosuria cuando las glándulas mamarias disminuyen su actividad; 6o. la digestión de extracto de glándula mamaria produce glucosa; 7o. ya he mencionado los diversos mono-sacáridos producidos por la disgregación enzimática de los glúcidos alimenticios: glucosa, fructosa, galactosa y manosa; de todos estos, sólo la glucosa ha podido ser encontrada en la sangre, y nada más que una variedad de glucosa de las diferentes conocidas: la glucosa en forma lábil, activa y con especial capacidad reaccionante de que no participan sus congéneres.

Largo sería y tal vez sin objeto actual relatar otras múltiples experiencias o asentar mayor número de hechos de los ya pormenorizados. De todos ellos resalta que la glucosa es la única azúcar asimilable.

Interesa dejar asentado desde ahora que las dos variedades de d-glucosa que llegan al duodeno, o que allí se producen, deben pasar a la forma activa (gama), para así estar a disposición del organismo en forma lábil.

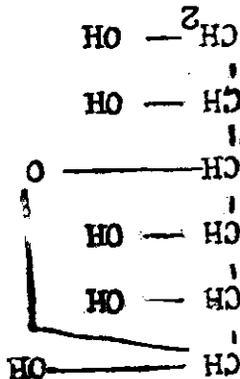
Precisa suponer por lo tanto y admitir que el hígado no funciona solamente como un acumulador, sino también, y más principalmente, como un transformador. La función glucogénica tiene por objeto no sólo retener y regular el aporte de azúcar a la sangre según las necesidades energéticas del momento, sino también hacer perder su carácter específico a la azúcar exógena, y ya en forma de sacárido neutro, es decir, privado de su especificidad de origen, estar en aptitud de convertirse por admirables y oscuros mecanismos en la azúcar utilizable y peculiar de cada organismo, de cada especie, de cada individuo. Entre otras pruebas existe la experimental de Kulz, Pluger y Grube, quienes haciendo circular soluciones de glucosa, de galactosa o de levulosa por hígados de diferentes animales, fueron dichas azúcares transformadas en glucógeno.

Conviene ahora examinar aunque sea brevemente la estructura de la molécula de la glucosa, y recorrer aunque sea de prisa las diversas concepciones ideadas, para poder llegar al conocimiento de la glucosa activa, o que pudiera llamarse fisiológica.



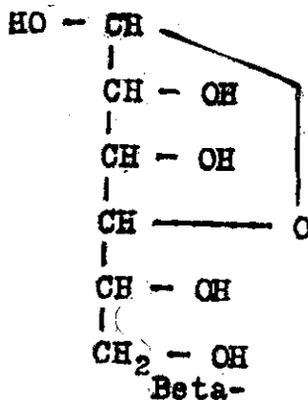
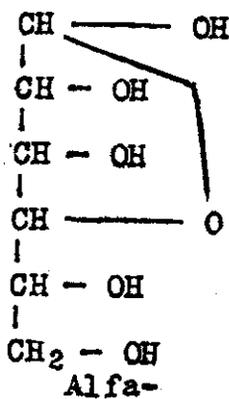
La glucosa, cuya fórmula bruta es  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , contiene cinco de sus átomos de oxígeno en forma alcohólica, como oxhidrilos (OH); el sexto átomo de oxígeno revela, en determinadas condiciones, función aldehídica.

Habiéndose admitido por diversos motivos de orden químico esta fórmula de constitución, llamó la atención que el cuerpo no manifestase la actividad que sus funciones implican, lo que llevó a Tollens en 1883 a proponer una estructura cíclica en la cual cuatro de los átomos de carbón, en virtud de una reacción entre el oxígeno carbonílico y el oxhidrilo del carbón cuarto, están incluidos en un anillo por la formación de un hemiacetal interno, según el fenómeno denominado oxo-ciclo-desmotropía. Esta ciclización tiene como característico el puente de oxígeno resultante en la formación del hemiacetal. El átomo de oxígeno sirve de lazo de unión entre los carbonos uno y cuatro de la fórmula anterior. El esquema adjunto explica la formación del hemiacetal sacárico y el fenómeno de isomería que se ha caracterizado con el nombre de oxo-ciclo-desmotropía.



Esta concepción que explicaba además los fenómenos de multi-rotación, fue aceptada por Fischer, conviniéndose en que si la glucosa se conduce como aldehida es debido a la ruptura del anillo por hidrólisis, pasando primero a hidrato de aldehido y luego aldehido-polivalente.

De esta nueva estructura surge en la molécula de la glucosa un nuevo carbón asimétrico: el primero. La forma cíclica de la glucosa representada a continuación, en sus dos variedades alfa y beta, explica la posibilidad de la existencia de las dos formas en la misma glucosa gama-hemiacetálica.



Las previsiones de la teoría fueron confirmadas y robustecidas al realizar Fischer la preparación, el aislamiento y la caracterización de dos metil-glucósidos, y con ellos las dos formas, alfa y beta, de glucosas anunciadas.

Las investigaciones de Irvine y Purdie en 1904, y las de Nef en 1914, demostraron que los metil-glucósidos de Fischer, y por consecuencia las correspondientes glucosas alfa y beta, son estructuralmente isómeros y no compuestos estereo-isómeros, lo que fue aceptado por Fischer quien a la sazón identificaba un nuevo producto que ya había obtenido cuando la preparación de sus cuerpos metilados, y había creído fuese un di-metil-acetal. Este producto debidamente purificado fue denominado metil-glucósido gama.

El descubrimiento de Fischer trajo como resultado la posibilidad de dos formas diferentes de anillos: la forma butilénica caracterizada por la unión del 1o. al 4o. carbón (glucosas alfa y beta), y la forma amilénica en cuyo anillo se unen el 1o. y el 5o. (glucosa gama).

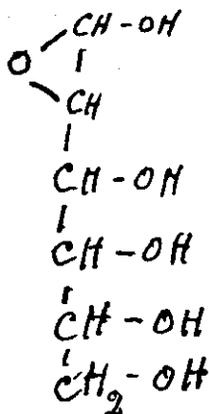
La diferencia entre los metil-glucósidos alfa y beta por una parte, y el metil-glucósido gama por otra, son de gran interés químico y fisiológico. Después que Fischer hizo notar que el gama era insensible a la emulsina y por el contrario muy sensible a la acción de los ácidos, Irvine Fyfe y Hogg, señalaron las características siguientes a dicho cuerpo: 1o. gran facilidad de entrar en condensación con la acetona; 2o. capacidad reductora de soluciones alcalinas de permanganato de potasio, lo que hace suponer (Fischer) un estado de no saturación; 3o. tendencia a unirse con el oxígeno, en proporción atómica, para formar un producto neutro; y 4o. facilidad de auto-condensación de esta sustancia para dar un producto semejante a los di-sacáridos. Estas propiedades, afirma Steward, "son prácticamente únicas en el grupo de los azúcares".

Los mismos experimentadores acabados de citar, metilando el gama-metil-glucósido en presencia del óxido de plata, obtuvieron un nuevo cuerpo: el tetra-metil-gama-metil-glucósido, que difiere completamente de los productos de metilación de los alfa y beta metil-glucósidos, y cuyas características esenciales son la de reducir instantáneamente y en frío el permanganato, y ser hidrolizado fácilmente por el ácido clorhídrico en condiciones que no modifican al alfa y al beta.

La importancia de este último experimento es hacer patente que a medida que las modificaciones químicas se acentúan en la molécula de la glucosa, el cuerpo se hace más lábil o inestable; condición esencial para la verificación de los fenómenos vitales de oxidación en las células del organismo.

Recuérdese si no una de las más importantes funciones del hígado en su relación con el metabolismo de las grasas, cual es la des-saturación de los ácidos grasos saturados, los que presentan gran resistencia a su desmembramiento; y por el hecho de transformarse en no saturados (con dobles o triples ligaduras), adquieren gran fragilidad en su molécula.

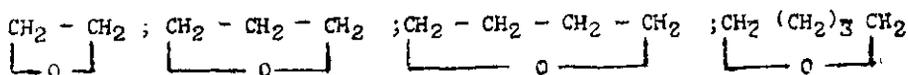
En consideración a las propiedades descubiertas y señaladas al gama metil-glucósido, los mismos Irvine, Fyfe y Hogg, le proponen una estructura óxido-etilénica, en virtud de la cual su fórmula debería esquematizarse como al margen se indica.



Es el momento de hacer notar el desacuerdo que ha habido hasta hoy en la denominación de esta especial azúcar.

Las designaciones alfa, beta y gama son arbitrarias y no corresponden, como sería lógico suponer, a la posición del anillo relativamente a los carbonos alfa y beta y gama, etc. Emilio Fischer usó el prefijo gama como un símbolo meramente convencional, lo mismo que respecto a sus metil-glucósidos alfa y beta. La glucosa beta fue originalmente designada como gama, cuando a la beta se la consideró como una mezcla equilibrada de alfa y beta, conservándose el nombre de beta para sólo la segunda variedad. Actualmente se conoce como gama "la forma peculiar de glucosa activa diferente de la alfa y de la beta". (Steward).

Armstrong, considerando la posible estructura de la glucosa, afirma que el puente de oxígeno puede ocupar las diversas disposiciones siguientes caracterizadas por la unión de los carbonos 1:2 :forma etilénica; 1:3 :forma propilénica; 1:4 :forma butilénica; y 1:5 :forma amilénica, como sigue:



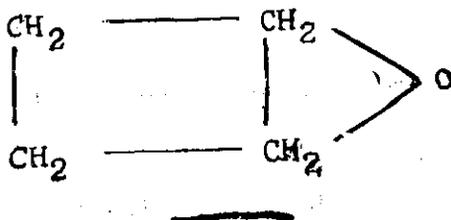
Según la opinión de diferentes autoridades todas estas formas pueden corresponder a la llamada glucosa gama o activa. La opinión primitiva admitió la forma etilénica; luego se aceptó que la forma 1-3 o propilénica era la cierta, y la 1-4 y la 1-5 también han tenido partidarios. Respecto de la forma propilénica se dijo que esta estructura ex-

plica mejor la formación y las propiedades de los compuestos glucosa-acetónicos. (Armstrong).

En cambio Hirst, Haworth y Levene afirman que en todas las aldohexosas o aldo-pentosas: glucosa, galactosa, manosa, arabinosa, etc., la estructura correspondiente a la forma estable (alfa y beta) sería la 1-5 o amilénica, y que la 1-4 o butilénica que se había asignado a las estables corresponde a la forma activa o gama.

Como se ve por lo expuesto, ha existido un gran desconcierto y falta de acuerdo en esta cuestión. Si bien todos los observadores convienen en admitir una forma especial de glucosa activa que difiere de las formas estables tanto por sus caracteres químicos, como sobre todo, por su aspecto fisiológico, no sucede lo mismo en la concepción de su estructura.

La introducción del anillo hidro-furánico en la fórmula estructural de la glucosa, según Tollens, puso de manifiesto que dicha azúcar deriva del furano, y más directamente del hidro-furano:



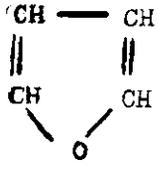
Cuán lejos y ajeno estaba de suponer en 1883 que muchos años después, y luego de tantas suposiciones, hipótesis y estructuras ideadas, su concepción habría de ser por fin definitivamente aceptada...

Tampoco hubo de imaginarse que la forma activa de la glucosa, que después de él fué descubierta, había de ser la que él mismo había señalado como derivada del furano...

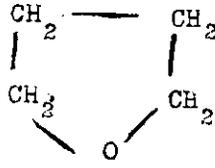
En efecto, según las investigaciones de Haworth e Irvine, comunicadas recientemente a la Sociedad de Química Alemana, y actualmente aceptadas unánimemente por la ciencia, las dos formas de glucosa que se llaman estable y activa, derivan de núcleos heterocíclicos, diferentes que son el pirano y el furano. El primero da nacimiento a la glucosa alfa y beta, o sea a las formas estables; el segundo o furano a la glucosa activa o inestable, de tal modo que ésta sería denominada gluco-furanosa para distinguirla de la estable o gluco-piranososa.

Como el núcleo furánico está constituido por anillo hetero-cíclico

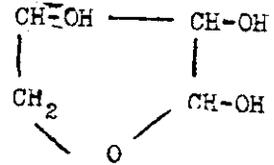
penta-atómico en forma que el oxígeno une a los carbonos 1-4, esta forma correspondería a la antigua denominación butilénica. A su vez el núcleo exa-atómico de la piranosa da nacimiento a las antiguas formas alfa y beta o amilénicas.



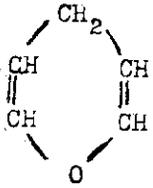
Furano



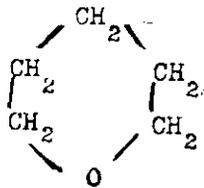
Tetrahydro-furano



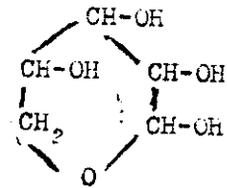
Furanosa.



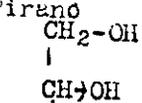
Pirano



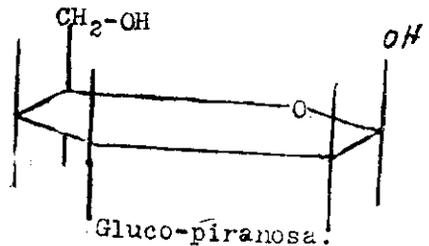
Tetrahydro-pirano



Piranosa



Gluco-furanosa



Gluco-piranososa.

Winter y Smith creen que la gluco-furanosa es la azúcar normal de la sangre, y que la insulina es el principal agente transformador de las variedades estables (alfa y beta) en la forma activa.

En la diabetes, según ellos, y debido a la insuficiencia de la hormona pancreática, la glucosa de la sangre se encontraría en las formas estables, que siendo incapaces de metabolizarse, se acumulan y pasan a la orina, explicándose así los fenómenos tan importantes, de la falta de glicolisis, de la hiperglicemia, y de la glicosuria.

A juicio de los mismos investigadores, y de Meyerhof, la insulina tiene otra importante función, cual es la de favorecer la condensación de la glucosa con formación de glucógeno. (Glucógeno-síntesis).

He dicho favorecer, pues el principal agente de esa transformación es la glucogenasa, diastasa, al parecer, endocelular de la célula hepática. Por lo demás, hasta hoy no son bien conocidos los términos químicos de la transformación de la glucosa en glucógeno.

Así se explica fácilmente y con claridad el mecanismo químico de la diabetes, que se caracteriza: 1o. por la perturbación de la glicolisis; 2o. por la no transformación de la glucosa estable, en glucógeno y su no fijación en el hígado; y 3o. por la no formación de la glucosa activa o gluco-furanosa, que tiene por origen y punto de partida al glucógeno. Así se explica por qué las formas piranósicas de glucosa formadas en el duodeno por acción enzimática, fluyen sin transformación al torrente circulatorio, y siendo inadecuadas para oxidarse, se acumulan en la sangre hasta su límite umbral, más allá del cual, son, in natura, eliminadas por la orina.

Para ser justos, es preciso hacer notar, como lo hace Rondoni, que Denis y Hume no han podido confirmar la existencia de la glucosa activa o gluco-furanosa en la sangre normal; pero ya queda dicho que otros observadores la han encontrado, y demostrado además sus caracteres químicos propios e indudables. Si Denis y Hume no han llegado al mismo resultado positivo, esto pudiera explicarse ya por la dificultad de establecer diferencia química entre cuerpos tan vecinos; o bien por la posible transformación de aquélla en la forma estable a consecuencia de las manipulaciones complicadas, incluso la acción de los reactivos empleados para el aislamiento y la caracterización de dichos cuerpos. No hay que olvidar la reversibilidad de las reacciones químicas.

Pryde señala el hecho de no existir ninguna aldo-exosa natural en la forma activa, ya sea libre o combinada, "que la queto-exosa fructuosa presente en la insulina, y en la sacarosa; parece estar en la forma amilénica, sin embargo de lo que se revela con una actividad mayor en esta forma que lo que correspondería a la forma estable cristalina."

Y agrega que la hipótesis de la forma activa de la glucosa es ciertamente atractiva y ha ejercido una "fuerte fascinación" entre los bioquímicos, pero hay que confesar, dice, "que no existe evidencia plena para aceptarla, aun cuando tampoco para desecharla."

Como se ve, no hay en realidad objeciones serias que oponer a la admisión de la hipótesis. Como hipótesis constituye una explicación

útil (el factor utilidad es el criterio para juzgar de la bondad de la hipótesis) que aclara el mecanismo tan difícil de ser comprendido sin su intervencin, de los fenómenos que abarca tanto fisiológicos como patológicos, y por tanto hasta nueva orden debe ser aceptada en la siguiente forma:

**CONCLUSION:** La gluco-piranososa llevada hasta el duodeno, o producida allí por acción enzimática, es transformada por la influencia combinada de la célula hepática y de la hormona pancreática, en glucógeno, el cual da nacimiento a la forma activa o gluco-furanosa, única capaz de cumplir la misión de proporcionar al organismo la energía necesaria para la verificación de sus importantes fenómenos vitales.

México, noviembre de 1932.

**Emilio del Raso.**

---

## COMENTARIOS

**Dr. Gonzalo Castañeda.**—Cuando se fundó la Academia, hace unos 70 años, no existían las especialidades ni en consecuencia los médicos que la integraban eran especialistas y tenían todos la misma cultura médica y por tanto podrían comprender todos los trabajos porque se trataban de conocimientos comunes; pero ya en los últimos años, entre nosotros, no cabe eso, porque han nacido las especialidades y los académicos forman distintos sectores y cuando habla un académico fuera de su especialidad, se le escucha, pero se le entiende poco. El señor Presidente nos presentó en la sesión pasada un hermoso trabajo de rigurosa técnica de gabinete, que pocos pudimos entender y así se lo decía yo a otro académico, que habiéndolo escuchado con toda atención, porque vengo a aprender, con trabajo logré comprenderlo algo y ¿qué sería los que lo escucharon menos? De tal modo que la Academia con sus secciones tiene que tomar otro curso; ya hay sociedades de cardiólogos, sociedades de químicos, etc., donde se pueden tratar las cuestiones de cada especialidad y entenderse mejor. El doctor Izquierdo hablaba como si estuviera en una sociedad de químicos y para que pasemos el rato agradablemente, los trabajos deben ser inteligibles porque de otro modo no sería posible aprender. No voy a referirme al

trabajo que se comenta, me voy a ocupar del pensamiento que envuelve; cada quien le busca a las cosas el provecho individual; yo, por el encargo docente que tengo en la Escuela de Medicina con la clase de clínica, me intereso por esta materia y voy a tratar el asunto desde el punto de vista clínico, que es el de mayor utilidad. Sabido es que en clínica, los diagnósticos muy finos, muy sutiles, muy profundos, a veces dan lugar a errores, ya sea en el diagnóstico o en el pronóstico y es que la ciencia ignora muchos de estos puntos de química biológica y que en su estudio quedan muchos puntos oscuros, que si fueran claros, podrían explicar conocimientos cuya ignorancia es frecuente. Diré de paso, en conversación, que Miranda y yo vimos una enferma hace tiempo, que tenía ya 78 años y sufría complicaciones de diabetes, presentando altas dosis de glucosa en la orina; esta señora vivía llevando un equilibrio que casi normalizaba su vida, pero tuvo una gripa de forma respiratoria y se le apreciaron focos de bronconeumonía en ambos pulmones, por su edad, tenía fenómenos vasculares en los pedúnculos; contaba 78 años, con una diabetes de muchos años, gripa, focos pulmonares y fenómenos vasculares; le dimos un pronóstico grave, pero seguía mejorándose y no obstante cada día estaba más grave, y entonces le dije al doctor Miranda: "Si esta enferma no se muere es que decididamente nada de lo que sabemos es cierto, porque tiene cuatro enemigos y está semicomatosa..." ¡Pues no se murió! También Miranda y yo, porque nos asociamos con frecuencia, vimos un abogado diabético antiguo, y practicado el examen le encontramos cero glucosa y después que se cloroformó y operó, le vinieron un hipo y vómitos, es decir, un síndrome vulvar y con trabajos logramos equilibrarlo mediante aplicación de insulina y otras cosas y por esto se ve que la clínica tiene muchos puntos desconocidos, ignorados, que el porvenir se encargará de aclarar. Para diagnosticar mejor y pronosticar mejor en cirugía, se ve muchas veces que sienta uno un pronóstico clínico benigno y después el caso resulta muy grave y hasta perdido, este abogado por poco se muere, pues debe haber tenido perturbaciones que el cloroformo o el choque vinieron a desequilibrar sin que la química pudiera preveerlas; de suerte que los químicos de profesión, como Del Raso, deben tratar de que estos asuntos sean presentados de manera que puedan ser aprovechados por el clínico con objeto de que surjan sus efectos, que son hacer el bien al que lo necesita. Esos problemas de que nos habla, aunque son hipotéticos pueden ser útiles, de suerte que yo diría que en la Academia, los miembros, cuando ha-

blen, traigan trabajos que podamos entender todos y aprovecharlos, porque si se elevan mucho se desperdicia el tiempo para los oyentes.

**Dr. Emilio del Raso.**—Los datos que consigno sobre las dos glucosas del organismo son producto de las investigaciones de químicos ingleses, quienes cediendo a una invitación fueron a Alemania donde hicieron su exposición en forma de conferencias, en la Sociedad de Química Alemana.

Por una mera curiosidad, pues el hecho está ya bien conocido, quise traer un recuerdo objetivo de la estructura de la forma activa conocida de la glucosa. De las 16 formas conocidas ésta es la única que es aprovechada por el organismo. Esta forma de pentágono, que es la propuesta desde Tolens, fácilmente se descompone y en lugar de la estructura furánica se logra la forma aldehídica.

**Dr. J. Joaquín Izquierdo.**—La revista que nos acaba de leer el doctor Del Raso es interesante y será de provecho para difundir las ideas modernas sobre los azúcares activos y su importancia fisiológica. Aunque en general estoy de acuerdo con su tesis, encuentro que sólo toma en cuenta los trabajos de Tollens, de Irvine y los de la escuela de Haword, como base del concepto de las dos clases de azúcares que se derivan de los óxidos de amileno y de butileno, y considero que no es posible pasar por alto cierto número de trabajos de la escuela alemana, los de Schlubach, y particularmente los llevados a cabo en Munich por C. Neuberg y sus colaboradores, sobre todo, entre ellos, con María Kobel. Tomándolos en cuenta, primeramente se hace posible ofrecer a los lectores la sinonimia completa de estos azúcares. Las formas isómeras X y B que E. Fischer llamó "normales" y que Goodyear y Haworth llamaron "piranosas", de modo abreviado son representadas con una *n*. Las "furanosas", de aptitud reaccionante mucho mayor e identificadas con los azúcares y de Fischer, también han recibido de Schlubach y Rauchalles el nombre de **hetero-azúcares** (en abreviatura, *h*), y de Neuberg y Kobel los de azúcares **braquibióticos** o **alloiomorfos** (abreviatura, *am*), corrientes en la literatura alemana.

Tomarlos en cuenta permite además fundar más sólidamente su existencia, pues ante la imposibilidad de demostrarlos directamente dada su gran inestabilidad, Neuberg recurriendo a su metilización, ha logrado obtenerlos como compuestos fijos.

Aun cuando el plan que se trazó el autor se refiere exclusivamente a la glucosa, me parece que no hubiera carecido de interés advertir, aunque fuera de modo incidental, que el concepto de furanosas y pira-

nosas, es de una amplitud mucho mayor que abarca igualmente a las pentosas, también de gran importancia fisiológica.

Me parece que en una revista como la que hace el doctor Del Raso, acerca de la forma fisiológicamente activa de la glucosa, hace falta dejar asentado cuáles son los compuestos de que puede tomar origen en el curso del metabolismo de los organismos, desde las levaduras hasta los mamíferos. Los estudios hechos principalmente en Munich con distintas especies de levaduras, unas "domésticas", proporcionadas por las industrias cerveceras y del pan, y otras "salvajes", es decir, no utilizadas por la industria del hombre, han llevado a descubrir varios ésteres fosfóricos que al ser demolidos dan origen a azúcares activos: Neuberg logró obtener un éster monofosfórico de la fructosa (**éster de Neuberg**); Robinson logró identificar un éster monofosfórico, pero de la glucosa (**éster de Robinson**), y Harden y Robinson demostraron la existencia de un tercero, hexoso-difosfórico (**éster de Harden-Young**). Es muy probable que a la postre se llegue a la identificación cabal del éster de Robinson con el **éster de Embden o lactacidógeno**, importante compuesto precursor de la glucosa requerida para el trabajo muscular. Numerosas observaciones indican que tanto este compuesto como el glucógeno, pueden demolerse con gran rapidez para dar la heteroglucosa que proporciona la energía para el proceso contráctil. Por lo tanto estas relaciones acerca del origen de las furanosas completan el concepto relativo a su papel fisiológico.

Bien refleja el doctor Del Raso el pensamiento actual cuando considera que la insulina interviene para hacer un rearrreglo intramolecular de la glucopiranososa y convertirla en glucofuranosa fácilmente demolible. Pero conviene no callar que probablemente también interviene en el proceso una substancia termolábil que ha sido aislada de los extractos musculares (**glucomutina** de Ahlgrem).

Para terminar, deseo dejar consignado que el criterio que acabo de exponer es el que desarrollo en la cátedra de fisiología.

**Dr. Tomás G. Perrín.**—Antes de conceder la palabra al doctor Del Raso quiero decir aquí, anteponiendo mi respeto al doctor Castañeda, a quien profeso cariño y admiración, que en la Academia pueden tratarse todos los asuntos con toda amplitud, y la mejor prueba de ello es que un fisiólogo ha podido comentar brillantemente un trabajo de química y que ese mismo trabajo ha suscitado comentarios útiles. Al doctor Del Raso le felicito por su estudio, tan completo y moderno y por la presentación de su modelo de estereo-química con el que

al objetivar la estructura de la molécula de glucosa se acredita como excelente pedagogo.

**Dr. Alfonso Pruneda.**—Por mi parte, agradezco verdaderamente al doctor Del Raso, que nos haya traído aquí lo que el doctor Izquierdo ha llamado una revista sobre la química de la glucosa fisiológica. Tengo una cátedra en la Facultad y me será muy útil en ella recordar lo que ambos colegas nos han comunicado sobre asunto tan interesante. No puedo, de ninguna manera, estar de acuerdo con el doctor Castañeda, porque creo que no puede ni debe estorbarse la actividad de los señores académicos. Hace algún tiempo, como socio de nuestra corporación y como secretario perpetuo, defendí la libre expresión del pensamiento en el seno de la Academia y, si entonces lo hice cuando se discutían asuntos que provocaron algún conflicto sentimental, porque se relacionaban con las creencias de algunos colegas, ahora con más razón debo protestar contra la idea de que se restrinjan las comunicaciones científicas, so pretexto de que son de carácter elevado y carecen de utilidad práctica. En mi reseña de las labores del último año, dije que los académicos son, no sabios, sino cultivadores selectos de la verdad y precisamente porque tienen ese carácter es por lo que nos es tan provechoso asistir a estas reuniones, en las que todos tenemos oportunidad de escuchar a los especialistas. Si no tuviéramos ocasión de oír hablar al doctor Del Raso, de química; al doctor Martínez Báez, de medicina interna; al doctor Monjarás, de higiene; al doctor Izquierdo, de fisiología; al doctor Torroella, de pediatría; a nuestro Presidente, el doctor Perrín, de anatomía e histología patológica, etc., no sé dónde podríamos aprovecharnos de estas oportunidades de oír de sus labios lo más importante de sus especialidades. Las Academias, formadas como la nuestra, de cultivadores de diversas ramas del conocimiento, tienen entre otras, esa gran ventaja, que el doctor Castañeda pretende que desperdiciemos. Además, no sólo podemos oír trabajos profundos, como el que hoy hemos escuchado con tanto provecho, sino también las comunicaciones verbales, de tanta utilidad. En el primer tomo de nuestro periódico, que contiene los trabajos del primer año de labores de nuestra Academia, 1865, ya podemos ver trabajos de anatomía patológica, de fisiología, de medicina legal, de patología interna, de terapéutica, aun de **filosofía médica**; es decir, que nuestros ilustres antepasados ya sentían la misma necesidad de cultivar las diversas ramas de la medicina y de dar a conocer el resultado de sus variadas actividades médicas y científicas. Por otra parte, no creo que

el doctor Castañeda tenga tampoco razón cuando dice que la ciencia pura sólo vale cuando baja hasta la clínica. No; la ciencia no baja ni sube; lo que hace es integrarse en la clínica para hacerla progresar más y volverla más útil. Todas las ramas de la ciencia pueden prestar ese mismo servicio y, de la misma manera, las diversas secciones de nuestra Academia contribuyen, cada una en su radio de acción, al adelanto de la medicina. Por eso es respetada y respetable esta ilustre corporación.

**Dr. Gonzalo Castañeda.**—Tal vez fuí exagerado en mi pensamiento y confieso. En principio tiene razón el doctor Pruneda, pero parto desde otro punto de vista; esta Sociedad es para cultivar la ciencia y que la ciencia se aproveche; pero también en la vida, y sobre todo al presente, tenemos que ver la parte utilitaria de las cosas, estamos trabajando no sólo para los demás, sino también para nosotros mismos; en este momento todos los médicos lo que quieren es vivir; si aquí un académico viene y se está veinte años, yo tengo aquí esos años ya, y no saca ningún provecho ni utilidad para la profesión, pues se alejará porque esto no le da elementos para trabajar. Pruneda, tiene razón, pero también tenemos que irnos a otro campo para sacar el fruto a lo que escogimos; seguramente que si algún académico tiene algo de nuevo lo viene a depositar aquí para someterlo a la crítica y para que todos los aprovechen, pues bien se puede realizar el pensamiento de Pruneda y también el mío, porque después de presentar un trabajo puede concluirse con un resumen o algo que nos sirva a todos para nuestro ejercicio profesional, el trabajo no se descompuso y todos quedamos conformes naturalmente que esto no es más que una opinión que puede tomarse en consideración. Leyó Pruneda una serie de artículos, todos muy distintos y de muchas categorías, pero en aquel tiempo estas cosas se trataban con superfluidad y las entendían todos, pero actualmente ya no sucede así; de todas maneras, la Academia está en su puesto y en su misión trayendo aquí los trabajos de la altura que los tiene, pues, vuelvo a decir, si cada uno se preocupa por entresacar de su trabajo lo que sea útil para los académicos y para los que lean la "Gaceta", entonces sí se habrá hecho algo para los demás.

**Dr. Emilio del Raso.**—Así como la bondad de una hipótesis se conoce por su utilidad, así también los trabajos especulativos serán útiles cuando se traduzcan en el mejor y más eficiente tratamiento de los enfermos.

En el caso relatado por el señor doctor Castañeda se trataba de

un un paciente diabético con 80 o 100 gramos de glucosa y a quien se le administró la insulina lográndose con ella disminuir rápida y considerablemente la cantidad de azúcar en la orina, mas al mismo tiempo presentándose un accidente de gravedad, que se dice no podía haber sido previsto.

Yo conocí de otro caso parecido. Era un paciente con fuerte proporción de glucosa, que se hizo bajar paulatina y moderadamente con un régimen alimenticio apropiado solamente. Como el enfermo que se encontraba bien, quisiera estar mejor, por consejo e instancias de sus amigos se hizo inyectar imprudentemente fuertes dosis de insulina, la que hizo desaprocecer completamente la azúcar de la orina, pero, en cambio, hizo estallar el coma que lo mató en unas cuantas horas.

Y es que la insulina produce la hipoglicemia, y cuando ésta llega a cierta cifra, el organismo que no halla en su fuente normal de energía (la glucosa) la suficiente a sus necesidades, echa mano de las grasas, que si se la proporcionan, también producen grandes cantidades de cuerpos acetónicos que, sumados a los que la diabetes aporta, provoca y determina los accidentes mortales.

Refiriéndome a lo dicho por el señor doctor Izquierdo le recordaré que mi trabajo versa sobre la noción de la glucosa fisiológica, y que tiende sólo a puntualizar el proceso de la transformación de la glucopiranososa en gluco-furanosa. El capítulo del catabolismo de las azúcares es otro, por consecuencia las interesantes observaciones hechas por él, aparte de que son muy bien conocidas por su relativa antigüedad, ni son indiscutibles, ni se refieren al punto que yo quise tratar, pues ni la noción de los gluco-fosfatos, ni los fenómenos químicos de las levaduras, ni los del trabajo muscular entran en el asunto que me propuse y comprometí a tratar.

**Dr. J. Joaquín Izquierdo.**—Las consideraciones con que suplementé la lectura del señor doctor Del Raso no fueron hechas con la mente de que su trabajo fuera tildado de limitado e incompleto. Se deben únicamente a las necesarias diferencias de criterio con que dos hombres de estudio consideran un mismo problema. Por eso, a pesar de haberme enterado de que su memoria versa sobre la noción de glucosa fisiológica, desarrollé mis ideas de acuerdo con "mi" noción fisiológica, que no se circunscribe a considerar la transformación de la glucopiranososa en glucofuranosa, sino que me exige que tome en consideración otras importantes fuentes de origen de la segunda, que por cierto la fisiología general ya ha demostrado que son de tipo muy seme-

jante, lo mismo se las estudie en las levaduras o en objetos biológicos tan diferentes de ellas como son los tejidos musculares. Precisamente porque creo, tanto como el doctor Del Raso, que el capítulo del catabolismo de los azúcares no viene a colación, quien se fije cuidadosamente en lo que he dicho descubrirá que me limité a señalar ciertas hidrólisis que dan origen a la glucosa fisiológica, consideradas por la generalidad de los fisiólogos como etapas meramente **preparatorias** del catabolismo propiamente dicho de los azúcares, que se caracteriza por la desintegración de sus moléculas. Por lo tanto, sigo creyendo que las observaciones que hice caben perfectamente dentro de los términos planteados por el apreciable autor de la memoria que acabamos de escuchar.

**Dr. Tomás G. Perrín.**—Estimo que el doctor Del Raso habrá de quedar satisfecho con estas explicaciones.

## RESUME

L'activité énergétique de l'organisme dépend de la glucose, en quoi les hydrates de carbone sont transformés, les graisses, et même les protéines qui, après des réactions analytiques compliquées, sont désaminées arrivent à la glucose avec un reste de leur molécule; de la l'intérêt physiologique de ce corps.

Il résulte, de différentes expériences mentionnées par le Dr. Del Raso et de considérations précises, que seule la diglucose est retenue en entier. Quand aux sucres du duodénum, ils doivent passer à la forme active pour être utilisés par l'organisme, d'où la nécessité de supposer que le foie est non seulement accumulateur, mais transformeur, vu que la fonction glucogénique doit non seulement réguler l'apport, mais aussi faire que le sucre exogène perde son caractère spécifique.

Après d'intéressantes considérations sur la molécule de la glucose et les concepts cherchés pour arriver à la connaissance de la glucose active, le Dr. Del Raso conclut que:

La glucopyranose portée jusqu'au duodénum, ou bien produite la même, par action enzymatique, se transforme par l'influence combinée de la cellule hépatique et de l'hormone pancréatique, en glucogène, qui donne naissance à la forme active ou glucofuranose, seule capable de remplir la mission de proportionner à l'organisme l'énergie nécessaire pour remplir ses importantes fonctions vitales.

## SUMMARY

The energetic activity of the organism is depending on the glucose, into which the carbone hydrates are converted, greases, and even on the proteins that, after complicated analytical reactions, are **disaminated** and arrive to the glucose with a remnant of their molecule; this explains the physiological interest of this corps.

It results, from different experiments mentioned by Dr. Del Raso, and from exact considerations, that only the dyglucose is entirely retained. As for the duodenum sugars, they must pass to the active form to be utilized by the organism, and from this arises the necessity of supposing that the liver is not only an accumulator but a transformer, since the glucogenical fonction not only should regulate the contribution, but also work so that the exogen sugar loses its specific character.

After interesting considerations on the glucose molecule and the conceptions devised to arrive at the cognisance of active glucose, Dr. Del Raso reaches the conclusion that:

Glucopyranosey carried to the duodenum, or produced there, by enzymatic action, is transformed, by the combined influence of the hepatic cell and the pancreatic hormone, into glucogen, which gives origin to the active form, or glucofuranose, the only one capable of fulfilling the mission of proportioning to the organism, the necessary energy to comply with its important vital phenomén.