

## **El metabolismo de carbohidratos, tema de interés para un ABP**

Catalina Carmona Téllez, [ctct@prodigy.net.mx](mailto:ctct@prodigy.net.mx); Miryam Mejía Barrón, [miryme@gmail.com](mailto:miryme@gmail.com); Olivia Rodríguez Zavala, [oli0570@yahoo.com.mx](mailto:oli0570@yahoo.com.mx)  
ENP 5 “José Vasconcelos”

### **Resumen**

En los últimos años ha aumentado la producción de alimentos endulzados con jarabe de maíz alto en fructosa, el cual, en comparación de la sacarosa, tiene un costo más bajo y un menor efecto sobre las concentraciones sanguíneas de glucosa. Sin embargo, nuevas investigaciones están relacionando el consumo excesivo de fructosa con la incidencia y prevalencia de enfermedades crónicas como la obesidad, la diabetes, las dislipidemias, el síndrome metabólico y las enfermedades cardiovasculares (Esquivel-Solís & Gómez-Salas, 2007). En la búsqueda de la transversalidad en el currículum de la Escuela Nacional Preparatoria, en este trabajo se propone un tema en común entre las asignaturas de Química IV área 2 y Biología V: planteando para ello un problema real o ficticio para abordar el tema de carbohidratos a través del Aprendizaje Basado en Problemas.

## **El metabolismo de carbohidratos, tema de interés para un ABP**

### **INTRODUCCIÓN**

En todo el mundo coexisten cada vez más problemas relativos a la desnutrición, la deficiencia de vitaminas y minerales, la obesidad y las enfermedades crónicas relacionadas con la dieta. De ahí la importancia de propiciar una educación en nutrición, entendida como la combinación de experiencias de aprendizaje diseñadas para facilitar la adopción voluntaria de conductas alimentarias que conduzcan a la salud y el bienestar. Ésta ha sido reconocida como uno de los elementos esenciales para contribuir a la prevención y control de los problemas relacionados con la alimentación en el mundo (Olivares et al, 2008).

Por otro lado, uno de los propósitos de la transversalidad en educación, es la comprensión de los fenómenos con el apoyo desde distintas disciplinas, en el aula se debe propiciar un diálogo entre los distintos saberes, en torno a un propósito común: la interpretación de un problema concreto de la vida cotidiana. Para ello en el aula se debe fomentar: una búsqueda de información, la construcción de argumentos y el trabajo de en equipo, para que de esta forma los estudiantes se apropien de los conocimientos y lleven a cabo la toma de decisiones de forma responsable (Busquets *et al*, 1995).

En la búsqueda de la transversalidad en el currículum de la Escuela Nacional Preparatoria, en este trabajo se propone un tema en común entre las asignaturas de Química IV área 2 y Biología V: Carbohidratos; el cual se trabajará mediante el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).

### **OBJETIVOS**

- Diseñar una estrategia que permita una enseñanza situada sobre el metabolismo de los carbohidratos a través del Aprendizaje Basado en Problemas con la finalidad de propiciar aprendizajes motivar a los estudiantes a indagar acerca de este tema.

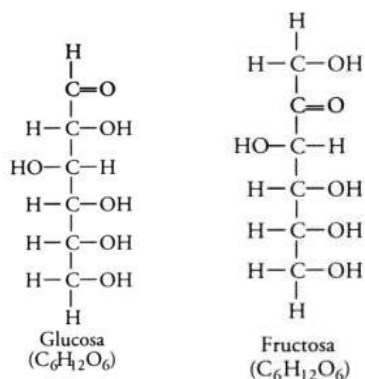
- Conducir a los estudiantes a tomar decisiones con base en conocimientos y emitir juicios basados en hechos.

## DESARROLLO

Para Díaz, F. y Hernández, G. (2010) la enseñanza situada es “una propuesta pedagógica que se diseña y estructura con la intención de promover aprendizajes situados, experienciales y auténticos en los alumnos, que les permita desarrollar habilidades y competencias muy similares a los que encontrarán en situaciones de la vida cotidiana” (p. 153). Entre estas propuestas pedagógicas se encuentra el Análisis Basado en Problemas (ABP).

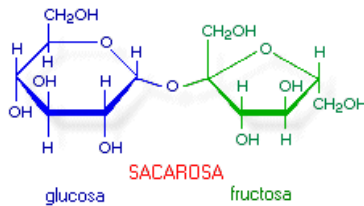
El ABP es una metodología centrada en el aprendizaje, la investigación y la reflexión, para que los estudiantes lleguen al análisis de un problema relacionado con algún tema de interés. Generalmente, dentro del proceso educativo, el docente explica ciertos contenidos y posteriormente propone a los alumnos una actividad de aplicación de éstos. Sin embargo, el ABP se plantea como medio para que los estudiantes adquieran esos conocimientos y los apliquen para solucionar un problema real.

En los últimos años ha aumentado la producción de alimentos endulzados con edulcorantes distintos a las sacarosa o azúcar de mesa, ya que aportan menos calorías y son utilizados para perder peso o mantenerlo, o bien para



ofrecer opciones alimenticias a individuos que padecen diabetes o intolerancia a la glucosa. Una de los edulcorantes de mayor uso es el jarabe de maíz alto en fructosa, el cual, en comparación de la sacarosa, tiene un costo más bajo y un menor efecto sobre las concentraciones sanguíneas de glucosa. Sin embargo, nuevas investigaciones están relacionando el consumo excesivo de jarabe de maíz alto en fructosa con la

incidencia y prevalencia de enfermedades crónicas como la obesidad, la diabetes, las dislipidemias, el síndrome metabólico y las enfermedades cardiovasculares (Esquivel-Solís & Gómez-Salas, 2007).



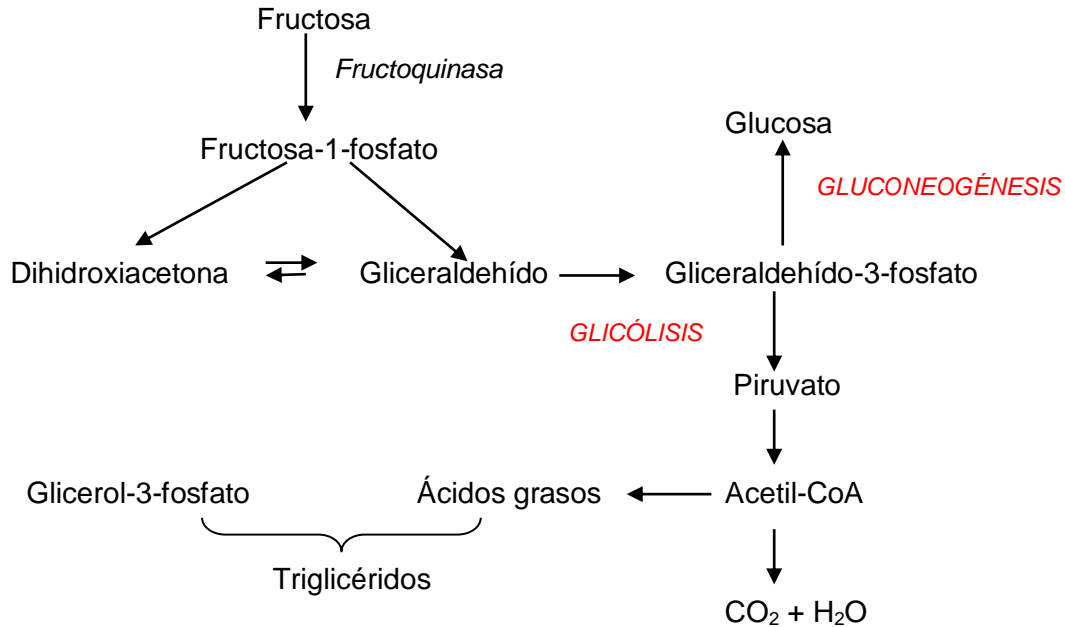
La fructosa es un monosacárido que se encuentra presente en la sacarosa o también llamada azúcar de mesa, la cual está formada por glucosa y fructosa. La fructosa también se encuentra en alimentos como en la miel de abeja, dátiles, higos manzanas, uvas, fresas y moras. Otra característica es que es 40% más dulce que la sacarosa.

A partir de la segunda mitad del siglo XX se introdujeron en la industria de alimentos los jarabes fructosados o jarabes de fructosa, obtenidos del maíz por un proceso de extracción y transformación enzimática del almidón en glucosa, su unidad básica. Posteriormente, la glucosa es convertida en fructosa, dando lugar a los *jarabes fructosados*. Estos jarabes se clasifican de acuerdo con el contenido de fructosa en la mezcla (42%, 55% ó 100%). Hasta la fecha, estos jarabes han sustituido a la sacarosa en muchas de sus aplicaciones, particularmente como endulzante en los refrescos (Olvera *et al*, 2007).

De acuerdo con Basciano y colaboradores (2005) estiman que la cantidad diaria de fructosa que una persona debe consumir es de 16 a 20 g por día, proveniente de frutas frescas, pero el uso de fructosa como aditivo o edulcorante ha incrementado esta cifra hasta 85-100 g diarios.

Cuando consumimos azúcar, ésta se hidroliza a glucosa y fructosa a nivel intestinal a través de la enzima sacarasa. La fructosa libre, consumida como tal o como producto de la hidrólisis es absorbida en el duodeno y el yeyuno a través de los transportadores GLUT 5 Y GLUT 2, los cuales no son dependientes de insulina (Esquivel-Solís & Gómez-Salas, 2007).

Una vez absorbida, la fructosa es transportada al hígado donde es fosforilada por la enzima fructoquinasa a fructosa-1-fosfato que se convierte a gliceraldehído-3-fosfato o hidroxiacetona fosfato. Estas triosas fosfato podrán entrar en la vía glicolítica hasta formar piruvato y oxidarse posteriormente a Acetil CoA.



Esquema del metabolismo de la fructosa

En el hígado el Acetil CoA proporciona carbonos para la síntesis de ácidos grasos, triglicéridos y colesterol. Por esta razón, al consumir grandes cantidades de fructosa se estimulan las vías glicolíticas y lipogénicas en la célula hepática, lo cual se favorece por el hecho de que, contrario a la glucosa, la molécula de fructosa entra a la vía glicolítica sin pasar por el punto de regulación: la reacción catalizada por la fosfofructoquinasa. Esta enzima es inhibida alostéricamente por el citrato y el ATP, regulando, por lo tanto, la subsecuente producción de triglicéridos (Cruz *et al* 2007).

La molécula de Acetil CoA proporciona los carbonos necesarios para la síntesis de ácidos grasos de cadena larga, que posteriormente son esterificados para formar triglicéridos. En animales de experimentación como ratones, perros y primates, es conocido que dietas altas en energía a partir de fructosa o sacarosa inducen la hiperlipidemia e hipertensión, lo cual se asocia a enfermedades cardiovasculares (Esquivel-Solís & Gómez-Salas, 2007).

La ingesta de grandes cantidades de fructosa, produce una menor inhibición del apetito con el consiguiente aumento de la ingesta. Además a

diferencia de la glucosa, la fructosa, no atraviesa la barrera hemato-encefálica, por lo tanto tampoco ejerce un efecto inhibitor en el apetito en el sistema nervioso central de forma directa.

### Habilidades a desarrollar

Después de este panorama, a continuación se muestran las habilidades a desarrollar.

<b>Habilidades a desarrollar</b>	<b>Prerrequisito</b>	<b>Actividad</b>	<b>Evaluación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificará las estructuras y propiedades de los carbohidratos.</li> <li>• Describirá las diferencias entre el metabolismo de la glucosa y fructosa.</li> <li>• Formulará hipótesis relacionadas con el tema.</li> <li>• Elaborará esquemas que le permitan contrastar el metabolismo de azúcares.</li> <li>• Elaborará un informe sobre el problema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura de grupos funcionales y propiedades.</li> <li>• Actividad óptica en azúcares.</li> <li>• Carbonos asimétricos</li> <li>• Funciones enzimáticas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación por parte del profesor.</li> <li>• Presentación del problema ante el grupo.</li> <li>• Análisis del problema y Lluvia de ideas.</li> <li>• El grupo genera sus objetivos de aprendizaje compartidos</li> <li>• Formulación de hipótesis</li> <li>• Se consensan los objetivos de aprendizaje</li> <li>• Los objetivos se ordenan por importancia</li> <li>• Búsqueda de la información para dar posible respuesta al problema</li> <li>• Presentación de los resultados por medio de un informe</li> <li>• Cierre del problema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación</li> <li>• Desempeño de los roles.</li> <li>• Conocimientos</li> <li>• Actitudes y valores.</li> <li>• Informe final del problema.</li> <li>• Exposición del trabajo.</li> </ul>

## Material para el alumno

A continuación se muestra el material que se le entregará al estudiante:

### PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

#### Objetivos particulares

Al finalizar el problema el estudiante:

- describirá las diferencias entre el metabolismo de la glucosa y fructosa.
- formulará hipótesis relacionadas con el tema.
- elaborará esquemas que le permitan contrastar el metabolismo de azúcares.
- argumentará en un informe escrito su posición respecto a la situación problemática

#### Problema

“Julián, es un oficinista de 38 años que acostumbra beber refrescos o jugos industrializados (ingiere aproximadamente 2 L de estos productos al día) además no hace ejercicio. Él considera que cuida su alimentación adecuadamente ya que sólo come lo que su esposa prepara y no come productos “grasosos”. Esta rutina la realiza desde hace 10 años y últimamente le ajusta mucho su ropa. En su trabajo le realizaron unos estudios de gabinete en donde le informaron que el nivel de triglicéridos es muy alto. Su esposa piensa que estos resultados se deben al consumo excesivo de bebidas industrializadas. Como futuros médicos, biólogos y químicos se les solicita que le expliquen a qué se debe el aumento de triglicéridos y peso; por otro lado deberán señalar las recomendaciones que le harían a Julián respecto a su alimentación”.

*Preguntas motivadoras:*

¿Cuál es la diferencia química entre azúcar de mesa o sacarosa, glucosa y fructosa?

¿Qué es un edulcorante?

¿Cuáles son los edulcorantes utilizados en los alimentos industrializados y específicamente en los refrescos?

¿Cuáles son los alimentos que contienen gran cantidad de azúcar y fructosa?

¿Cómo se metabolizan la sacarosa, glucosa y fructosa en el organismo humano?

¿Cuáles son los medios de regulación de las rutas metabólicas de estos azúcares?

¿Cuál es la relación entre el consumo de fructosa y la ganancia de peso?

## CONCLUSIONES

Esta actividad aún no se ha probado con los alumnos, sin embargo, si se desea que alcancen niveles de autonomía, empiecen a planear su trabajo, preparen informes escritos, realicen presentaciones orales y tomen decisiones, es importante que se implementen en el salón de clases actividades como la sugerida ya que no sólo involucra memorización de los conceptos sino que promueve contenidos procedimentales y actitudinales. Por otro lado, la enseñanza se daría de manera situada, en la que la indagación es indispensable.

Escenarios como el descrito en esta ponencia requieren altos niveles de coordinación entre los profesores de distintas asignaturas a lo largo del ciclo escolar, de manera que se compartan criterios y métodos que ayuden a los alumnos a mejorar su desempeño.

## REFERENCIAS

- Basciano H., Federico, L., Adeli, K. (2005). Fructose, insulina resistance and metabolic dislipidemia. *Nutrition and metabolism* 2(5)
- Busquets, D., Cainzos, M., Fernández, T., Leal, A., Moreno, M., Sastre, G. (1995). *Los temas transversales: una enseñanza mirando hacia adelante*. Editorial Santillana. Buenos Aires
- Comisión del ejercicio profesional de nutrición y dietética. La fructosa en la alimentación humana. Consultado por última vez el 14 de abril del 2014 de la URL: [cepnd.com/A3.pdf](http://cepnd.com/A3.pdf)
- Cruz, E., Serralde, A., Melendez, G. (2007). Efectos benéficos y deletéreos del consumo de fructosa. *Revista de endocrinología y Nutrición* 14(2), pp 67-74
- Díaz, F. y Hernández, G. (2010). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. México: Mc. Graw Hill, pp 153-155
- Esquivel-Solís, V., Gómez-Salas, G. (2007). Implicaciones metabólicas del consumo excesivo de fructosa. *Acta Médica Costarricense*, 49(4), pp 198-201



- Ibarra, G., Meléndez, J., Guevara, M. (2009). Mapas mentales y esquemas lógicos en la enseñanza de la Bioquímica en la carrera de medicina veterinaria. Revista electrónica de veterinaria, 10(6). Consultado por última vez el 15 de abril del 2014 de la URL: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060609/060911.pdf>
- Kasangian, J. (2012). Jarabe de maíz de alta fructosa, y su relación con la obesidad. Revista electrónica de ciencias aplicadas al deporte 5(18). Consultado por última vez el 14 de abril del 2014 de la URL: <http://www.romerobrest.edu.ar/ojs/index.php/ReCAD>
- Olivares S., Snel, J., McGrann M., Glauser, P. Educación en nutrición en las escuelas primarias. Consultado por última vez el 14 de abril del 2014 de la URL: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/X0051t/X0051t08.pdf>
- Olvera, C., Castillo, E., López-Munguía, A. (2007). Fructosiltransferasas, fructanas y fructosa. En: Una ventana al quehacer científico. Instituto de Biotecnología de la UNAM, 25 aniversario., México D.F. pp 327-345. Consultado por última vez el 14 de abril del 2014 de la URL: [www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/libro\\_25\\_aniv/capitulo\\_29.pdf](http://www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/libro_25_aniv/capitulo_29.pdf)
- Primer Encuentro Regional de Articulación de los Programas Transversales: “La articulación de programas transversales”. Cartagena de Indias. Consultado por última vez el 14 de abril del 2014 de la URL: [Cuadernillo\\_final\\_Primer\\_Encuentro\\_Regional\\_de\\_Programas\\_Transversales \(2\)\\_ \(2\).pdf](#)
- Sin autor, (2008). Aprendizaje basado en problemas. Servicio de Innovación Educativa, Universidad Politécnica de Madrid. Consultado por última vez el 20 de abril del 2014 de la URL: [innovacioneducativa.upm.es/.../Aprendizaje\\_basado\\_en\\_problemas.pdf](http://innovacioneducativa.upm.es/.../Aprendizaje_basado_en_problemas.pdf)
- Sonsoles, M. (2011). Química biológica: una disciplina emergente. Dossier científico. Consultado por última vez el 14 de abril del 2014 de la URL: [www.sebbm.com/pdf/169/d04169.pdf](http://www.sebbm.com/pdf/169/d04169.pdf)