

OBSTÁCULOS DEL APRENDIZAJE DE RESPIRACIÓN CELULAR ASOCIADA AL METABOLISMO DE CARBOHIDRATOS EN ESTUDIANTES DE NIVEL UNIVERSITARIO

GARÓFALO, S. (1) y ALONSO, M. (2)

(1) Departamento de Ciencias Biológicas. Universidad de Buenos Aires sjgarofalo@gmail.com

(2) Universidad de Buenos Aires. biocel@ymail.com

Resumen

El objetivo del trabajo fue identificar posibles obstáculos en el procesamiento de la información asociada al metabolismo de los carbohidratos y la respiración celular, en estudiantes de segundo año de Ciencias Biológicas de la Universidad de Buenos Aires, mediante una metodología consistente en Entrevistas Concurrentes y Entrevistas Recurrentes. Mostramos que la mayoría de los errores de los estudiantes provienen de visiones parciales y descontextualizadas de los procesos bioquímicos estudiados, así como de modelos biológicos erróneos. No logran integrar el nivel bioquímico con procesos fisiológicos. Esto indica la necesidad de engarzar en contextos sistémicos la enseñanza de contenidos de nivel molecular o celular, tal que los estudiantes puedan otorgarles significados biológicos a sus aprendizajes.

OBJETIVOS

Identificar posibles obstáculos en el procesamiento de la información asociada al metabolismo de los carbohidratos y la respiración celular en estudiantes del segundo año de la Licenciatura en Ciencias Biológicas, de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

Presentar una metodología de indagación mediante entrevistas concurrentes y recurrentes, basadas en el Sistema de Procesamiento de la Información (SPI) (Ericsson y Simon, 1999).

MARCO TEÓRICO

Los carbohidratos constituyen unas de las biomoléculas principales de los seres vivos. El aprendizaje de su metabolismo presenta obstáculos y errores conceptuales para los estudiantes novatos (Songer y col., 1994). Entre tales errores, se ha detectado en estudiantes preuniversitarios y universitarios la tendencia a considerar a la glucosa como única fuente de energía de las células (Luz y col., 2008).

Nuestra indagación se centró en explorar dificultades de comprensión acerca de la respiración celular asociada al metabolismo de carbohidratos, que presentan los estudiantes que cursan la materia Introducción a la Biología Molecular y Celular (IBMC), del segundo año de la Licenciatura en Ciencias Biológicas. En ella se ofrecen contenidos sobre estructura, función y generalidades de procesos bioquímicos celulares. Se hace hincapié en la respiración aerobia, estudiando la glucólisis, el ciclo de Krebs y la cadena respiratoria. Las situaciones problemáticas en clases de seminarios están centradas principalmente en cálculos de balance energético para situaciones experimentales de investigación.

El SPI es un modelo teórico sobre procesos de adquisición y evocación de información. Según el SPI, la información no es guardada en forma arbitraria en la memoria de largo plazo (MLP), sino con cierto criterio, particular de cada sujeto, formando redes cognitivas de asociaciones. El modelo propone una metodología de indagaciones mediante entrevistas concurrentes y recurrentes, que permitirían el acceso a la información guardada en la MLP.

Entrevistas concurrentes (EC): se solicita al sujeto que resuelva una determinada situación problemática, verbalizando todos sus razonamientos, conforme le aparecen en su atención ("pensar en voz alta"). Los reportes verbales se transcriben para su análisis.

Entrevistas recurrentes (ER): se llevan a cabo en una segunda instancia con el mismo sujeto. Se indaga acerca de razonamientos y significados otorgados por los sujetos respecto de los caminos de resolución llevados a cabo durante la EC. El análisis de las ER permite validar los datos obtenidos en las EC.

DESARROLLO DEL TEMA

Se propuso a los estudiantes ($n = 97$), un problema de múltiples resoluciones (PMR) (Cuadro 1). A continuación de la EC, se llevaron a cabo las ER a cada estudiante para que ampliaran o reconsideraran sus respuestas (Cuadro 2).

Frente al PRM, el 78% de los estudiantes expresó no encontrar relación entre la situación de alimentación y la respiración celular. Esto fue inesperado, encontrándose explicaciones cuando se continuó con las ER (ver más adelante).

Los reportes verbales de las EC del 22% restante fueron analizados en sus secuencias proposicionales (Ericsson y col., 1999). La respuesta de cada estudiante al PRM se plasmó gráficamente en un camino que representa la secuencia lineal-temporal de información expresada, y se construyó una red semántica (Fredesvinda Mérida, 2004) reuniendo en un solo gráfico todas las respuestas de dichos estudiantes (Figura 1).

En la red se observan dos patrones generales de respuestas. El 66,7% comienza evocando el concepto de "CO₂", a partir del cual hacen referencia al ciclo de Krebs y luego mencionan en forma reiterativa la "eliminación del CO₂". El otro patrón de respuesta abarca 7 estudiantes (33,3%) que parten de "almidón", 5 de ellos lo relacionan a las "amilasas" -que vieron en un práctico de la materia-; el resto menciona directamente "glucosa". Ambos grupos se refieren a que este metabolito se "distribuye hacia las células que más lo necesitan", luego mencionan glucólisis, Ciclo de Krebs y cadena respiratoria, para finalmente referirse a la eliminación del CO₂.

El análisis de la red semántica revela que la mayoría de los estudiantes focalizan la respuesta al PRM sólo a nivel molecular del Ciclo de Krebs y lo insertan en el nivel celular al referirlo a la respiración celular, pero no recuperan en sus caminos evocativos otros niveles. Aquellos que mencionan más niveles muestran explicaciones finalistas respecto a la forma de distribución de la glucosa a los tejidos.

Las ER (Cuadro 2) fueron tomadas a todos los estudiantes. Llamamos "Rneg" a los estudiantes que negaron la posibilidad planteada en el PRM (78%), y que, sin embargo, lograron argumentar respuestas frente a las ER. Denominamos "Rarg" al 22% restante, que respondieron al PRM con las variantes presentadas en la Figura 1.

El análisis de las respuestas a las EC mostró que:

Pregunta 1: El 93% de los Rneg señaló que frente al PRM habían pensado en un organismo. Ejemplos de respuestas fueron: "sí, me imagino la persona comiendo y por eso me resulta difícil pensar en este problema que pregunta del dióxido de carbono...", "no puedo dejar de considerar el organismo y eso me limita mucho a pensar en las vías metabólicas que me pregunta el problema." Esto señala las dificultades que ellos tienen para enmarcar procesos celulares y moleculares en un contexto sistémico.

Pregunta 2: El 70% de los Rneg declaró no conocer el origen de la glucosa involucrada en la respiración celular. Del 30 % restante, el 9% señaló la vía glucolítica como origen de glucosa, y el 21% que esas moléculas "ya forman parte del modelo de la respiración celular; están ya dentro de las células".

El 76% del grupo Rarg señaló desconocer el origen de la glucosa. Sólo un 24% respondió “proviene de la dieta”; lo que puede considerarse correcto ya que no habían sido enseñadas otras vías de obtención de glucosa.

Pregunta 3: el 89% de los Rneg expresó desconocer cómo se incorpora la glucosa a la sangre; y el 11% respondió “por el intestino, pero no sé cómo”.

El 81% del grupo Rarg declaró desconocer la respuesta; y el 19% señaló nuevamente el intestino, desconociendo el proceso.

Estas respuestas son llamativas pues durante las clases sobre diferentes tipos de transporte a través de membrana se presentaron los casos de glucosa para diferentes células.

Pregunta 4: el 36% de los Rneg señaló desconocer qué sucede con la glucosa una vez en sangre. El 56% expresó que la “glucosa se dirige hacia las células que más la necesitan”, y el 5% que “se dirige al hígado”.

El 57% de los Rarg también sostuvo que la distribución de la glucosa depende de la demanda de las diferentes células, el 24% que se “dirige a las mitocondrias”; y el 5% desconocía la respuesta.

Estos resultados indican que una mayoría de estudiantes construye un modelo teleológico asociado a la distribución de glucosa en el organismo. Si bien aún no conocen acerca de las diversas afinidades de receptores de glucosa en las distintas células, esta visión finalista es una idea previa generalizada.

CONCLUSIONES

Mostramos que la mayoría de los errores de los estudiantes de IBMC provienen de visiones parciales de los procesos bioquímicos estudiados. Asimismo, no logran integrar procesos de nivel molecular con procesos fisiológicos. Esto da cuenta de la necesidad de engarzar en contextos sistémicos la enseñanza de contenidos de nivel molecular o celular, de tal forma que puedan otorgarles significados biológicos a sus aprendizajes.

REFERENCIAS

ERICSSON, K.A., SIMON, H. A. (1999). *Protocol Analysis: Verbal Reports as Data*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

LUZ, M. R. M. P., AGUIAR DE OLIVEIRA, G., RIBEIRO DE SOUSA, C., DA POIANK, A. T. (2008). *Glucose as the Sole Metabolic Fuel: The Possible Influence of Formal Teaching on the Establishment of a Misconception About Energy-yielding Metabolism Among Students from Rio de Janeiro, Brazil*. *Biochem. Mol. Biol. Educ.*, 36 (6), 407–416.

MÉRIDA, F. (2004). *Redes cognitivas y Sociales: análisis de las estructuras de los textos*. España: Ed. Ciudad Educativa.

SONGER C. J., J. J. MINTZES J. J. (1994). *Understanding Cellular Respiration: An analysis of conceptual changes in college Biology*, *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (6), 621-637.

Cuadro 1. Problema de múltiples resoluciones utilizado para la EC.

Una persona ingiere una porción de pizza (consideraremos el almidón como componente principal).

¿Existe la posibilidad de encontrar alguno de los Carbonos que forma parte del almidón de esa pizza en la atmósfera?

Menciona cómo y qué vía metabólica estaría involucrada para encontrar alguno de los Carbonos del almidón de la pizza en la atmósfera. Indica dónde esperarías encontrarlo.

Cuadro 2. Preguntas utilizadas en las ER.

1- ¿Consideraste el hecho de que se tratara de un organismo?

2- ¿Sabes de dónde proviene la glucosa que respiramos?

3- ¿Cómo se incorpora la glucosa a la sangre para dirigirse luego a los distintos tejidos?

4- ¿Qué sucede con la glucosa una vez en sangre?

5- ¿Cómo se elimina el CO₂ producido en el proceso de RC?

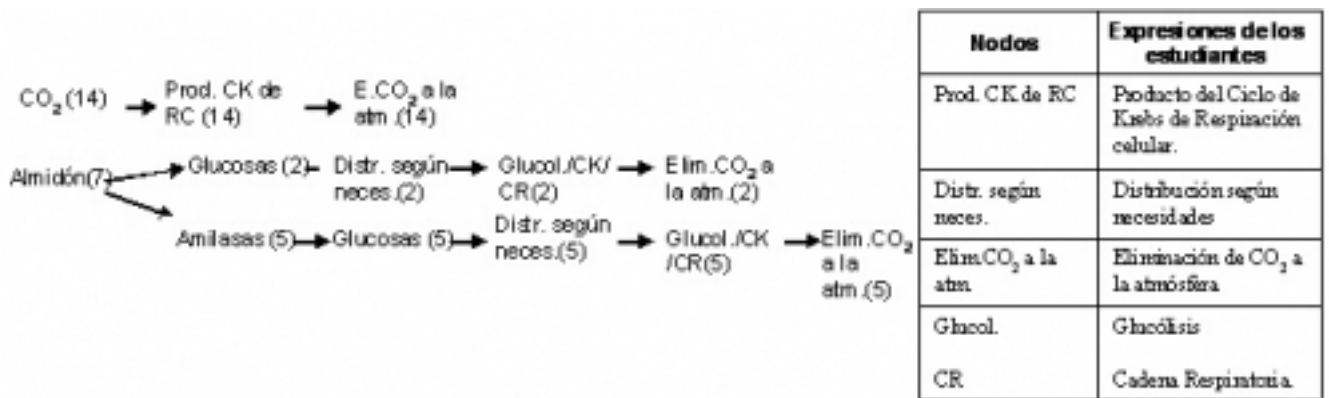


Figura 1. Red semántica resultante del análisis de las EC de los estudiantes que lograron argumentar sobre el PRM. Dado que es un gráfico de carácter poblacional, se señalan con números entre paréntesis a la derecha las frecuencias con que aparecieron los nodos durante las EC.

CITACIÓN

GARÓFALO, S. y ALONSO, M. (2009). Obstáculos del aprendizaje de respiración celular asociada al metabolismo de carbohidratos en estudiantes de nivel universitario. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 301-306
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-301-306.pdf>