

DIDACTICA DE LA BIOQUIMICA A TRAVES DEL METODO CIENTIFICO

LIRAS MARTIN, A.

Dto. Bioquímica. Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Madrid.

SUMMARY

The teaching of Biochemistry provides the students of a first course of Medicine with a strict knowledge about the biological basis of the function of the different organs and systems, as well as the catalytic reactions that happen there.

The practical sessions, on the other hand, by making use of the scientific method, constitute an adequate complement of this discipline. The students get in touch with simple techniques of laboratory, applicable to interesting clinical-medical problems.

INTRODUCCION

El avance de la Medicina depende en gran medida del desarrollo de las Ciencias Básicas, por lo que el alumno, se ha de formar con una visión de futuro, adquiriendo los conocimientos básicos que le sirvan para su formación médica y ulterior desarrollo profesional.

Los objetivos de la asignatura de bioquímica son dotar al alumno de conocimientos rigurosos sobre los fundamentos químico-biológicos de la función de los distintos órganos y sistemas, así como, de las reacciones catalíticas que en ellos se desarrollan.

El programa está estructurado de manera que el alumno, una vez adquiridos los fundamentos teóricos de las distintas áreas de la bioquímica, toma contacto con sus aplicaciones a los campos de la clínica y de la medicina, haciéndose especial énfasis en el comportamiento de los diferentes órganos y sistemas biológicos, de acuerdo con las leyes cinéticas estudiadas.

Nosotros, los profesores de Universidad, debemos seguir la línea que se viene desarrollando en los últimos años, tanto por profesores de EGB como de BUP (Comin, P., 1984), en su intento de aplicar el método científico a la didáctica de las ciencias.

Los alumnos de un primer curso de Facultad tienen aún disponibilidad de ser dirigidos. Por ello se les debe seguir inculcando el uso del método científico, ya que una carrera experimental, como puede ser Medicina, sin la útil herramienta que constituye el método científico, no tendría ningún sentido.

La experiencia didáctica que se resume en este artículo, se realizó en Madrid durante el curso 1983-84, so-

bre un total de 175 alumnos de primer curso de Medicina, durante una sesión práctica en la disciplina de Bioquímica. Se aplicó en este caso el esquema del método científico: los alumnos con ayuda de la literatura científica elaboraron hipótesis iniciales de trabajo a partir de un problema planteado; realizaron diseños experimentales y los llevaron a cabo; obtuvieron unos resultados a partir de la observación que enriquecían con los conocimientos adquiridos en las clases teóricas, extrayendo así, y tras una discusión de grupo, teniendo en cuenta las hipótesis de partida, unas conclusiones.

FUNDAMENTOS DE LA EXPERIENCIA Y PLAN DE TRABAJO

La experiencia se ha desarrollado en la unidad didáctica de Enzimología, rama de la Bioquímica que trata de aquellas moléculas biológicas llamadas enzimas, cuya misión es dirigir las reacciones que gobiernan algunos procesos biológicos; y por otra parte estudia aquellos aspectos relacionados con estas moléculas como pueden ser: estabilidad, condiciones óptimas de actuación, especificidad de sustrato, distribución en la naturaleza.

La experiencia se llevó a cabo con espontaneidad por parte del profesor, que se comporta como un experimentador más y que dirige a los alumnos en el trabajo de laboratorio, haciendo que el aprendizaje resulte «divertido» y que el alumno se autoestime en el descubrimiento de las consecuencias del fenómeno que se está estudiando.

1. El problema concreto como punto de partida

Se propone a los alumnos el tema de trabajo de laboratorio a desarrollar. En este caso se trataba del estudio de algunas características del enzima Láctico deshidrogenasa (LDH), en corazón y músculo esquelético de ratón, como pueden ser la valoración de la actividad enzimática, propiedades cinéticas, propiedades de desnaturalización.

Se plantea el problema en concreto a tres niveles: a) Cómo valorar la actividad LDH en estos tejidos; b) Diferenciación de los isozimas de LDH según la especificidad de sustrato y c) estudio de estabilidad y diferenciación de isozimas de LDH frente a distintos desnaturalizantes.

2. Consulta y lectura de la literatura científica

Se invita a los alumnos, una vez planteado el problema, a la consulta de artículos científicos publicados en revistas de ámbito nacional e internacional, previamente elegidos por el profesor, para tomar contacto con el problema, diseñar modelos experimentales para abordarlo y así obtener datos que puedan ayudar a resolverlo.

Es necesario concienciar al alumno de que en todo trabajo experimental de investigación es imprescindible la consulta de bibliografía como comienzo en la aplicación del método científico.

3. Formulación de hipótesis

Los alumnos, consultada la bibliografía y analizado el problema planteado en sus tres vertientes, intenta elaborar ciertas hipótesis como premisas iniciales en cuanto a la diferenciación de isozimas, ya sea por la especificidad de sustrato o bien por los procesos de desnaturalización.

Los datos extraídos de la bibliografía les indican que, en otros modelos biológicos, el isozima de músculo es más específico para un tipo de sustrato que el isozima de corazón. Por otra parte, también descubren en la bibliografía, que los isozimas de LDH presentan distinta vulnerabilidad a distintos agentes desnaturalizantes.

El profesor brinda a los alumnos un equipo de reactivos y aparatos con los que deben elaborar los modelos experimentales y desarrollar la investigación.

4. Valoración de la actividad láctico deshidrogenasa

a) Conceptos que el alumno debe comprender y asimilar

- El mecanismo de la reacción enzimática que cataliza el enzima es del tipo-reducción.
- El enzima para su actuación necesita la presencia de un coenzima, el par $\text{NAD}^+/\text{NADH}_2$, que es un coenzima de óxido-reducción.

— El NAD^+ presenta un máximo de absorción en su espectro a 250 nm y el NADH_2 presenta dos máximos, uno a 250 nm y otro a 340 nm.

— El pH óptimo de reacción para el enzima está comprendido entre 7 y 9 unidades.

— Los valores de las K_m (Constantes de Michaelis) y su significado, para el lactato como sustrato en los dos tejidos.

— La temperatura óptima de actuación es de 30° C.

b) Trabajo experimental

El alumno elabora un diseño experimental con la información obtenida, teniendo en cuenta el mecanismo de acción del enzima y la posibilidad de detectar la aparición de NADH_2 a 340 nm como producto de la reacción a partir de lactato en las condiciones óptimas de ensayo: pH del tampón, temperatura óptima de reacción y concentración, según la K_m , del sustrato, en este caso lactado.

c) Discusión en grupo y conclusiones extraídas por los alumnos

Una vez realizado el trabajo experimental y desarrollada una discusión de grupo con los datos obtenidos, los alumnos concluyen que las condiciones de reacción ensayadas son las óptimas para la valoración de actividad del enzima en ambos tejidos, obteniendo una linealidad de esta actividad con el tiempo de reacción.

5. Estudio de la especificidad de sustrato

a) Conceptos que el alumno debe comprender y asimilar

— Las diferencias de los isozimas estriban en la diferente composición en aminoácidos, es decir, diferencias en estructura primaria.

— La diferencia en la estructura primaria de la proteína puede influir en la distinta composición, en aminoácidos, de los centros activos y sitios de unión al sustrato.

— La localización y el tipo de reacción catalizada (sentido de la reacción reversible) por uno u otro isozima, están relacionados con el metabolismo del órgano en cuestión, en lo que a presión de oxígeno se refiere.

— El 2-oxobutirato puede ser utilizado como sustrato alternativo por algún tipo de isozima.

— En otros modelos biológicos estudiados en la bibliografía, el isozima de corazón parece ser el que presenta sitio de unión también para el 2-oxobutirato.

b) Trabajo experimental

El alumno prepara y desarrolla un protocolo experimental en el que compara la eficacia en la actividad enzimática en presencia de lactato, en las condiciones de ensayo ya establecidas en la experimentación anterior, con la eficacia en presencia de 2-oxobutirato como sustrato alternativo, en los dos tejidos, corazón y músculo esquelético de ratón.

c) Discusión en grupo y conclusiones extraídas por los alumnos

Tras la discusión de grupo con los resultados obtenidos, los alumnos intentan confirmar su hipótesis: el isozima de corazón puede, por su metabolismo aerobio, utilizar como sustrato alternativo algún otro compuesto, como el 2-oxobutirato, teniendo en cuenta, por otra parte, su diferente composición en aminoácidos y los datos encontrados en la bibliografía, pudiéndose así diferenciar del isozima de músculo esquelético.

Por los valores obtenidos de los cocientes entre actividad con lactato y actividad con 2-oxobutirato, en corazón este cociente es semejante a la unidad, lo que indica que la eficacia es la misma tanto utilizando lactato como 2-oxobutirato, lo que confirma la hipótesis inicial.

6. Estudio de la estabilidad de isozimas y su diferenciación frente a factores desnaturizantes

a) Conceptos que el alumno debe comprender y asimilar

— La composición diferente en estructura primaria puede explicar la distinta estabilidad que presentan los distintos isozimas de LDH frente a factores desnaturizantes.

— Esta distinta composición en aminoácidos brinda la posibilidad de que exista capacidad de formación de puentes de hidrógeno.

— La estabilidad de un enzima está relacionada directamente con los puentes de hidrógeno que presenta.

— La temperatura y los desnaturizantes sólidos orgánicos como la urea actúan a nivel de enlaces de hidrógeno.

— En el proceso de desnaturización de un enzima intervienen dos factores, uno el tipo de desnaturizante y otro el tiempo de exposición a éste.

— La temperatura de desnaturización y la concentración de urea es diferente para cada tipo de isozima, ya que el empaquetamiento final en la estructura de la molécula es distinto a las diferencias en estructura primaria de la proteína.

— El isozima de músculo esquelético se muestra más sensible a la acción de los desnaturizantes.

b) Trabajo experimental

El protocolo diseñado por los alumnos se basa en la comparación de actividades enzimáticas, en los dos tejidos, del enzima nativo, es decir, sin tratamiento previo desnaturizante, con la actividad después de la incubación del enzima a distintas temperaturas entre 40 y 70°C, y por otra parte, la comparación entre actividad nativa y actividad del enzima tratado con urea a distintas concentraciones.

c) Discusión en grupo y conclusiones extraídas por los alumnos

Los alumnos comparan los cocientes entre la actividad

nativa y la actividad a distintas temperaturas, y por otra parte, los cocientes entre la actividad nativa y la actividad del enzima en presencia de distintas concentraciones de urea, tanto en corazón como en músculo esquelético. La discusión en grupo de los resultados obtenidos trae consigo la confirmación de la hipótesis inicial formulada por los alumnos: Se puede llevar a cabo una diferenciación de isozimas de LDH por estudios de la distinta estabilidad frente a distintos desnaturizantes, hecho que se deriva de las diferencias estructurales entre dichas moléculas.

7. Elaboración de cuadernos metodológicos de laboratorio

Los alumnos una vez finalizada la sesión práctica, confeccionan los cuadernos de laboratorio. En estos cuadernos los alumnos plasman el desarrollo del método científico seguido: bibliografía consultada, hipótesis iniciales, desarrollo experimental, notas aclaratorias, conclusiones etc..

8. Evaluación

El rendimiento obtenido por los alumnos en esta experiencia ha sido muy satisfactorio. Se ha prestado atención a distintos criterios de evaluación, como interés personal, trabajo en grupo e inquietud por el descubrimiento a través de la observación.

Los alumnos, en general, muestran un gran interés por este tipo de aprendizaje y una gran capacidad de trabajo en grupo.

DISCUSION

Los resultados obtenidos en la experiencia realizada son muy esperanzadores en cuanto al interés que muestran los alumnos por el método, convirtiéndose así, en artífices de su propio trabajo educativo.

Los alumnos se sienten satisfechos después de haber realizado por ellos mismos una verdadera labor investigadora, organizando su actividad, diseñando el propio método experimental y trabajando en grupo como si de una verdadera comunidad científica se tratara.

La enseñanza de las ciencias en el laboratorio deja de ser, de esta forma, una mera aplicación de una «receta experimental» y manejo de ciertos instrumentos, para convertirse en eso que se denomina «hacer ciencia», es decir, la aplicación de unos conocimientos teóricos a un problema en concreto y que, mediante el concurso de la imaginación científica, se «improvisa» una aplicación del método científico para lograr unos resultados.

Los alumnos aprenden a abordar un problema como punto de partida, formular sus propias hipótesis, elaborar el protocolo experimental adecuado, desarrollar un trabajo de discusión en grupo y llegar a unas conclusiones que confirmen sus hipótesis iniciales. El tra-

bajo en grupo supone exponer las propias ideas y por otro lado saber respetar las del otro; la crítica de los resultados obtenidos, en este sentido, y discutidos en grupo, es uno de los componentes más importantes de cualquier actividad investigadora.

Por otra parte, se ha tratado de que los alumnos elaboren sus propios cuadernos metodológicos de laboratorio. Esto debe constituir un objetivo importante en un laboratorio. Un cuaderno representa una serie de protocolos experimentales, notas aclaratorias, problemas surgidos durante la experimentación, improvisaciones que se han realizado etc..., que a la hora de recopilar resultados o de reproducir un experimento determinado, se consideran esenciales. Reflejan también, la representación de resultados ya sea en forma de tablas o figuras, aspecto éste de mayor o, al menos, de igual trascendencia que la propia experimentación en sí.

El dotar a los centros docentes, sobre todo de EGB y BUP del material necesario para llevar a cabo una docencia racional, basada en el método científico, constituye una necesidad imperiosa, si queremos que la base de nuestra sociedad futura, que la constituyen nuestros alumnos, se solidifique, así como, el aprovechar todo aquello que los nuevos métodos educativos nos ofrecen y las innovaciones en el campo de la informática, como alternativa de futuro en la aplicación del método científico por ordenador.

Desde aquí invito a cuantos profesores universitarios esté en su mano, a seguir la línea de nueva mentalidad pedagógica, que se está iniciando por algunos profesores innovadores, tanto en EGB como en BUP, en el desarrollo del método científico en sus experiencias didácticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BUNGE, M., 1972, *La investigación científica*, (Ariel, Barcelona).
- COMIN, P., 1984, Un intento de hacer ciencia para enseñar ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 2, 117-120.
- GENE, A. y GIL, D., 1982, Enseñanza de las ciencias naturales por descubrimiento. *Cuadernos de Pedagogía*, 94, 64-66.
- GIORDAN, A., 1978, Observation-Experimentation: Mais comment les élèves apprennent-ils?, *Revue Française de Pédagogie*, 44, 66-73.
- GOLDSTEIN, M., 1978, *How we know. An exploration of the scientific process*. (Plenum Press, New York).
- METFESSEL, N.S. y MICHAEL, W.B., 1969, Instrumentation of Bloom's and Kratwohl's Taxonomies for the Writing of Educational Objectives, presentado en la Conferencia anual de la *American Educational Research Association*.
- OCHAITA, L., 1980, Reflexiones históricas sobre la didáctica de las ciencias. *Revista de Bachillerato*, 16, 2-6.
- PLATT, J.R., 1962, *The Excitement of Science*. (Houghton Mifflin Co., Boston).
- POPPER, K.R., 1962, *La lógica de la investigación científica*. (Editorial Tecnos, Madrid).
- PRATS, F., 1979, *Los objetivos de la Física y la Química*. (I.C.E. Universidad Autónoma de Madrid).
- YAGER, R.E., 1982, The crisis in Biology Education. *The american Biology teacher*, 44 (6), 328-336.