

Enseñanza de la bioquímica: nuevo enfoque

Dr. PETER H. WARD*

Dr. NELSON CARVAJAL BAEZA**

En la mayoría de los países en desarrollo, la Universidad tiene, como objetivo principal, la formación de profesionales que cumplirán funciones en el área de la salud, del derecho, de la economía, de la educación, y en los diferentes campos relacionados con la ingeniería. En cuanto a las restantes actividades, que son propias de una Universidad, debe señalarse que la difusión universitaria está generalmente restringida por factores económicos, y que la investigación y la docencia de post-grado dependen de la actividad y del entusiasmo de determinados grupos en las diferentes Facultades, sin lograr el sitio que debe corresponderle dentro del conjunto armónico de las actividades propias de una casa de estudios superiores. En algunos países se ha llegado —paradójicamente— a la existencia de “Universidades” en las cuales no se realiza ninguna de estas últimas funciones.

Desde el momento que la “producción de profesionales” constituye el quehacer substancial y la misión primordial de la Universidad, es lógico que las Facultades y las demás organizaciones universitarias se sientan obligadas a

* Facultad de Ciencias Biológicas y de Recursos Naturales, Depto. de Ciencias Fisiológicas, Universidad de Concepción.

** Facultad de Ciencias Biológicas y de Recursos Naturales, Depto. de Biología Molecular, Universidad de Concepción.

realizar, sistemáticamente, ajustes curriculares, que evidencian no sólo la insatisfacción con la realidad presente, sino que, además, reflejan un honesto deseo de mejorar la calidad de estos profesionales de los cuáles se sienten responsables.

Este entusiasmo renovador es incentivado por la pregunta que se repite con insistencia en los congresos y en las reuniones tendientes a evaluar la calidad de la docencia universitaria, y que en realidad nos parece irrelevante, porque ella no constituye un fundamento al cual se le debe conceder la importancia capital que suele atribuírsele: ¿Cuál es el abogado, el ingeniero, el médico, el economista, que Chile necesita? La respuesta es obvia, ya que cualquier país requiere del mejor profesional universitario posible, y cumpliendo con una necesidad de profundizar sus conocimientos y de perfeccionarse, un número creciente de profesionales se trasladan anualmente a Europa y a América del Norte con este propósito. No obstante, en los congresos de enseñanza universitaria se sigue concediendo importancia a la misma pregunta, y los numerosos participantes a estos congresos rivalizan para encontrar la respuesta adecuada, la que generalmente se fundamenta en el análisis de las condiciones socio-económicas del país y tratan o aconsejan adaptar la labor profesional a las contingencias presentes en el medio. Con excesiva frecuencia se llega a concluir que existe la urgente necesidad de modificar el curriculum, y se designa una comisión destinada a consultas y a la redacción del nuevo plan de estudios, que seguramente nace obsoleto, y de este modo es causa de una nueva desilusión en un plazo relativamente breve. No obstante, este reiterado fracaso renueva el entusiasmo por confeccionar otro curriculum que se entregará a la misma o a otra comisión, la que reiniciará —con igual resultado— los estudios de un nuevo plan o una nueva metodología de la enseñanza, la que deberá aplicarse —una vez aprobada en diferentes instancias— a estudiantes que no han sido siquiera informados del objeto de estos presuntos nuevos cambios.

La experiencia de tantos años observando y participando en estas infructuosas tentativas por encontrar un "curriculum ideal" nos lleva a formular algunas preguntas que pudieran explicar el obsesivo interés por realizar adecuadamente esta misión. La primera interrogante que nos parece útil responder se refiere a: ¿Estamos o no satisfechos con la calidad de los profesionales que egresan de nuestras universidades? La respuesta es SI, estamos satisfechos, pues estamos convencidos de que los profesionales que hemos contribuido a formar son idóneos, de buen desempeño en el área de su especialidad, ya que están capacitados para la adecuada solución de los problemas "ACTUALES" que la sociedad les plantea. Entonces es lógico seguir preguntando: Si el resultado obtenido es favorable, ¿a qué se debe esa inquietud

permanente por modificar el curriculum y de tratar de entregar un mayor volumen de conocimientos a este "receptor" de una capacidad de asimilación poco menos que infinita que denominamos estudiante? Por otra parte, interesa saber: ¿Por qué se busca tan afanosamente la coordinación horizontal y vertical de la enseñanza?

La motivación íntima y secreta de todas estas divagaciones radica —aunque no se quiera reconocer— en el hecho de que estamos convencidos que con la actual modalidad docente nuestro quehacer universitario queda reducido a preparar —no a formar— profesionales eficientes para las exigencias actuales de nuestro medio social y que, para cumplir esta misión, debemos sacrificar en gran parte nuestra obligación de investigar, y además es necesario limitar nuestra docencia de post-grado.

Abrigamos el profundo temor que el estudiante que en la actualidad egresa de nuestras universidades no está capacitado para adaptarse al progreso exponencial del conocimiento humano, el que avanza a una velocidad y con una intensidad nunca antes soñada. Estamos plenamente convencidos de que los avances que estamos viviendo, no tan sólo en el campo científico y tecnológico, sino también los nuevos conceptos que emergen en la comprensión de los problemas económico-político-sociales, tienden a una transformación rápida y profunda de la sociedad, la que requiere —cada vez más— de profesionales capacitados para comprender cabalmente las modificaciones que se avecinan, y de encontrar la solución a los múltiples problemas que cambios de esta magnitud van a implicar.

Para este fin es imprescindible que el estudiante de nuestras universidades se transforme de un "ente pasivo" en una "persona activa", capaz de estudiar, analizar, criticar y actuar. En otras palabras, no tratemos de informar al estudiante; no le inculquemos nuestras medias verdades; no le aceptemos hábitos memorizantes; no lo obliguemos a asistir a aburridas e interminables clases teóricas, donde ellos tratan de anotar lo que escuchan, y que muchas veces ni siquiera comprenden o, peor aún, vehementemente desean comprender. Por el contrario, veamos en ellos, desde el primer día que ingresan a la Universidad, a futuros médicos, ingenieros, químicos farmacéuticos y abogados, entre otros, que con nuestra colaboración están elaborando su propio futuro, forjando sus propias verdades, consolidando sus propios conceptos, y que desde el primer día en la Universidad contraen un compromiso con la totalidad del conocimiento humano, a llegar a ser un hombre integral y un profesional capaz de solucionar los problemas polifacéticos que el devenir le va obligatoriamente a plantear, y que él no podrá ni deberá eludir.

No caben dudas de que el vertiginoso avance de las ciencias, que hemos

podido apreciar durante la segunda mitad de este siglo, se debe fundamentalmente a la integración del pensamiento humano. Esta aseveración es sustentada por numerosos ejemplos a lo largo de la historia. Los griegos nos enseñaron la integración del saber, conjuntamente con la transmisión del conocimiento a través de sus discípulos. Es así como Sócrates, Platón y Aristóteles constituyen la trilogía del pensamiento de una época y reflejan diferentes enfoques del conocimiento dentro de la unidad del pensar.

En la época del renacimiento, William Harvey, médico de la corte inglesa, va más allá de las especulaciones filosóficas enunciadas por Andrés Cesalpino de Pisa, y mediante la observación y el análisis experimental logra por primera vez enunciar la existencia de una circulación sanguínea integrada, sistémica y pulmonar. Este aporte a la ciencia requirió de la aplicación a la biología de las normas y leyes de Galileo, las que permitieron a Harvey estimar en dos onzas la cantidad de sangre bombeada en cada contracción sistólica del corazón, asombrándonos la aproximación de esta cifra, al comparar este valor del volumen expulsivo del ventrículo izquierdo con las cifras obtenidas mediante complicadas técnicas modernas. Es fácil deducir de esta serie de aciertos, que la *solución de problemas* constituye el fundamento del progreso de la humanidad.

Prosiguiendo con nuestros recuerdos históricos, señalemos la importancia que tuvo René Descartes como iniciador del raciocinio científico, y que hoy tanto nos enorgullece. Este investigador y filósofo francés enunció una teoría que parece emerger de los aportes de Harvey. Decía Descartes que todas las cosas de la naturaleza, incluyendo a los animales y al hombre, podían considerarse máquinas, con cuyo análisis se inicia el razonamiento científico, negando lo esencial de la teoría aristotélica. No obstante, la concepción teleológica de Aristóteles y el enfoque determinista y causal de Descartes, posibilitaron no sólo el estudio analítico de las partes constituyentes de los organismos, sino que además ellas llevan al cumplimiento de una finalidad determinada.

La "Bioquímica", como ciencia integradora en la que se relaciona el conocimiento químico y el biológico, nació y se desarrolló bajo el influjo del pensamiento de Descartes y su característica primordial fue la búsqueda de la verdad biológica mediante el análisis químico de las partes constituyentes del todo, el organismo viviente. Se opuso en su metodología a la Fisiología, ya que ésta constituye una ciencia integradora enfocada desde un punto de vista biofísico. El "pensar fisiológico" que tanto complace a investigadores, docentes y clínicos, no es más que el reflejo de una interpretación global de las ciencias básicas (matemática, física y química) aplicada al funcionamiento de los seres vivos.

Ambos enfoques, el bioquímico y el fisiológico, han tendido a unificarse en el transcurso de las últimas décadas, y han aceptado —como una necesidad impostergable— la contribución de todas las otras manifestaciones del conocimiento humano.

En todas las universidades de América Latina, la Bioquímica constituye una disciplina obligatoria que está incluida en el plan de estudios de pregrado de las diferentes carreras del área de la salud. La docencia de postgrado, en cambio, está limitada sólo a algunas universidades en las que se ofrecen el grado de magister o el doctorado en Bioquímica.

En cuanto a la enseñanza de pre-grado, la asignatura de Bioquímica se dicta simultáneamente con Morfología y Fisiología, tratando de coordinar la docencia para que el estudiante logre una visión integrada del hombre sano. No obstante, y por razones difíciles de dilucidar, cada una de estas asignaturas está sometida a su propia modalidad docente, lo que dificulta enormemente no sólo la integración, sino que hace imposible que el estudiante logre aplicar las enseñanzas adquiridas en las clases teórico-prácticas de una asignatura a lo que se ha discutido en otras.

La responsabilidad docente de cada una de las disciplinas recae sobre el Departamento, y es él el que determina los requisitos y las exigencias, fija las normas que rigen para la docencia, y por último señala la temática teórico-práctica a desarrollar. Es lógico deducir de lo dicho que estos mecanismos son antagónicos a todo intento de coordinación, tanto horizontal como vertical. La experiencia nos ha enseñado que si se desea alcanzar por lo menos una interrelación docente, lo que en verdad constituye una modalidad de potenciación del conocimiento, sería necesario que la planificación de la enseñanza sea de responsabilidad de una "Comisión de Docencia" que trate de optimizar al máximo los recursos de que se dispone. Esta comisión "Supra-Departamental" debería tener como misión principal la de favorecer en el alumno el deseo de aprender, no tan sólo la Bioquímica, sino que llevarlo a comprender que la Bioquímica y la Biología Molecular son ciencias integradoras del conocimiento, las que necesariamente deberían recoger las enseñanzas de otras disciplinas y facilitar en los estudiantes la comprensión integral de los numerosos aspectos que atañen a las otras asignaturas. En el vasto campo de la salud es imprescindible la participación de la Bioquímica como tal, en la comprensión de la normalidad y de la patología celular, así como de los procesos patológicos fundamentales y de los fundamentos fisiopatológicos de la enfermedad. Posteriormente, en clínica debería participar no sólo en la explicación de algunos aspectos relativos a mecanismos de la enfermedad, sino que su participación será imprescindible en todo lo que se

relaciona con la normalidad o con las alteraciones del metabolismo intermedio.

El estudiante deberá comprender, desde los inicios de su carrera, que la salud y la enfermedad son los extremos de un amplio espectro, y que la determinación de una o de otra depende de los procesos bioquímicos involucrados.

Durante la década de los 80, en algunas universidades, como la de Londres en Inglaterra, McMaster en Canadá y Harvard en los Estados Unidos, se produjo una revolución en la docencia, que debe ser considerada como uno de los avances más importantes en la historia de la enseñanza superior. La repercusión de esta nueva modalidad docente en el ámbito universitario queda de manifiesto en las palabras pronunciadas por el Dr. Derek Bok, quien al inaugurar el nuevo edificio en el cual realizan sus funciones los estudiantes y profesores del "new pathway" en la Universidad de Harvard, señaló: "Fueron necesarios cincuenta mil años para que el *Homo sapiens* progresara desde la vida en la oscuridad de las cavernas a las confortables habitaciones modernas; es tributo de Dan Tosteson y de sus colaboradores en la Escuela de Medicina el haber realizado una transición similar para sus estudiantes en sólo tres años".

La reforma, en las universidades mencionadas más arriba, tiende a la creación de una organización interdisciplinaria e interdepartamental, interescuela, e interuniversidades, la que está provista de la responsabilidad y de la autoridad suficiente como para impulsar condiciones curriculares que faciliten el proceso de la autoeducación, hecho que permite no sólo adquirir conceptos de importancia científica, sino que además capacite al estudiante para la aplicación de los principios científicos, así como de la información necesaria para pensar de manera científica.

Para cumplir con estos fines, se deben estimular las capacidades y las destrezas propias de cada estudiante, haciéndolo responsable de su propio aprendizaje, y principalmente convenciéndolo de que un profesional universitario no puede limitar su saber a una faceta del conocimiento, sino que es imperativo que sea capaz de integrar el aporte de diferentes disciplinas científicas, conjuntamente con otros aspectos que nos entregan las Ciencias Sociales, la Ingeniería y la Tecnología.

En resumen, se desea estimular a los estudiantes hacia el logro de un objetivo, es decir, hacia la solución de los problemas, sin que tengamos que dirigirlos o imponerles nuestras propias ideas al respecto.

La solución de problemas de casos clínicos, de aspectos teóricos, o de aplicaciones prácticas requiere de un apropiado conocimiento de las estructuras básicas de las ciencias, de la discusión de grupo, de la capacidad de sín-

tesis, y de una sensibilidad frente a la ética y a los aspectos psico-sociales; todo esto debe ponerse al servicio de la solución de cada problema que se enfrenta.

Creemos que la Bioquímica, más que ninguna otra disciplina, puede adaptarse muy bien a este esquema docente puesto que la Bioquímica ha experimentado un avance exponencial en los últimos años y se ha podido ampliar a todos los campos del saber, de una manera nunca antes soñada. Los científicos que profesan esta Ciencia no sólo se han conectado con otras Ciencias, sino que en la actualidad puede señalarse que la Bioquímica es fundamental para la interpretación de la Fisiología y de la Patología; se introduce poderosamente en el estudio de la Genética, de la Microbiología y abarca desde el análisis teórico de la vida hasta la tecnología de la producción. Estos son los motivos por los que creemos en la utilidad y en la necesidad de enseñar Bioquímica mediante el proceso de solución de problemas.

En la actualidad, los planes de estudio elaborados en las diversas Facultades enfocan la enseñanza de la Bioquímica a dos niveles: el primero se "limita" a las asignaturas básicas, y el segundo, al estudio de post-grado. El post-grado tiene características diferentes, dependiendo del plan de graduados de cada universidad; pero, en lo que respecta al pre-grado, la docencia de la Bioquímica constituye para un alto porcentaje de los estudiantes sólo un "obstáculo" para llegar lo más rápidamente posible a ejercer la ciencia, el arte y la práctica profesional. En otras palabras, ellos no utilizan la Bioquímica que les han "enseñado" y tienden a olvidarla, pues sólo la recordarán si el aprendizaje ha sido fruto del propio esfuerzo, o sea, si ellos aplican los fundamentos de la autoeducación. Por lo demás, una autoformación es aún mejor que una autoeducación, la que se logra con seguridad mediante un proceso educativo basado en la solución de problemas. Cada problema abarca por lo general una multitud de aspectos diferentes, lo que obliga a enfocarlos de distintas maneras, y que por lo tanto interesa y entusiasma tanto a los profesores como a los discípulos, puesto que todos tienen algo que aportar. Es así como surgen nuevas hipótesis, las que requieren para su análisis de la búsqueda y el estudio personal; se deberá recurrir a la biblioteca, a la consulta con profesores, al recuerdo y al análisis de los fundamentos científicos, a las tablas y a otros medios que afloran espontáneamente motivados por el "deseo" de encontrar la solución al problema planteado.

Por estas razones, la Bioquímica, como ciencia integrada, podría constituir un buen ejemplo de enseñanza en base a la solución de problemas. Esta está en inmejorables condiciones, porque ella se conecta con múltiples disciplinas, por la plasticidad que la caracteriza, y por el hecho que en

Bioquímica abundan los aspectos teóricos de una lógica aplicación en la práctica.

Para cumplir estos objetivos pueden resultar especialmente adecuados los problemas relacionados con el hombre y su medio ambiente. Cada uno de estos sistemas es complejo y comprende distintos niveles de organización, lo que favorece una conveniente y necesaria interrelación entre distintas disciplinas biológicas en torno a un problema común. A modo de ejemplo, pueden considerarse los siguientes problemas específicos: requerimientos nutricionales; enfermedades de origen genético; respuestas adaptativas a condiciones de estrés; manipulación genética; relación del hombre con su medio ambiente, etc.

Desde un punto de vista bioquímico *el estudiante deberá enfocar el problema* en el sentido de entender las bases moleculares de los sistemas biológicos y las *respuestas fluirán cada vez con más precisión a medida que se vaya profundizando el conocimiento relacionado con la problemática*, y requerirán, en primer lugar, un conocimiento de aspectos estructurales de las moléculas orgánicas, de las vías metabólicas y de su regulación, de la catálisis enzimática, del funcionamiento de las moléculas informacionales, así como de la especificidad de funciones de los distintos órganos y las relaciones que se establecen entre ellos. Por lo tanto, aparte de los elementos propios de la Bioquímica, en el análisis intervendrán elementos de Anatomía, Histología, Biología Celular, Genética, Biofísica y Fisiología. Una vez alcanzando el objetivo inicial, surgirán nuevas interrogantes, como por ejemplo, cuáles serían las estrategias terapéuticas más apropiadas frente a situaciones patológicas particulares y cuáles serían los métodos bioquímicos más apropiados para el diagnóstico y el seguimiento del progreso de la terapia elegida. Se establecen, de esta manera, relaciones entre la Bioquímica, la Fisiopatología, la Farmacología y la Química Clínica. Es necesario insistir, sin embargo, en que cualquiera que sea el problema elegido, éste será motivador del proceso de aprendizaje y estimulará una actitud permanente de búsqueda de conocimientos, en la medida en que cada nivel de análisis sea abordado en profundidad, con la sola condición de utilizar los conocimientos ya adquiridos por los estudiantes y de estimular el interés por los que recibirán posteriormente.

A continuación quisiéramos señalar un ejemplo puntual, que permita una mejor comprensión de la metódica de la enseñanza que se desea aplicar. El ejemplo sugerido es la "Diabetes". Si bien el objetivo fundamental de esta docencia es que el alumno adquiriera una comprensión conceptual y profunda de la Bioquímica, este fin se puede lograr señalando los principios que caracterizan a esta enfermedad y los aspectos que se deben tener presente para la formulación de los problemas relacionados con el tema.

En lo que respecta al ejemplo de la diabetes, analizaremos en primer lugar los aspectos generales de la enfermedad y los objetivos incluidos en su estudio para, en segundo término, señalar un ejemplo de los que se espera de los estudiantes de Medicina cuando se enfrenten con el problema. Es lógico que estos estudiantes tendrán intereses diferentes de los que se dedicarán al estudio de otras áreas del conocimiento biológico, como por ejemplo, aquellos que estudian Biología Celular, Agronomía, Pedagogía en Biología, etc. Si bien los caminos pueden ser diferentes, desembocarán todos en una misma concepción bioquímica y una comprensión racional de la diabetes.

La diabetes mellitus es una enfermedad de indudable importancia clínica, que compromete a diferentes órganos y sistemas, y cuyas bases moleculares son suficientemente conocidas. Además, representa un buen modelo para la discusión y el análisis de muchos otros cuadros patológicos, que comprometen aspectos esenciales del metabolismo celular y constituye, por todas estas razones, una enfermedad especialmente útil para el planteamiento de diferentes problemas con las características señaladas en esta presentación.

Cualquiera que sea el problema escogido para el aprendizaje de la Bioquímica mediante el estudio de la diabetes, deberemos tener claro los tres objetivos que se señalan a continuación:

1. Relacionar e integrar los aspectos bioquímicos, fisiológicos, anatómicos e histológicos de los órganos comprometidos, comparando la situación normal con la del individuo enfermo. Esto supone un análisis detallado y profundo del metabolismo intermediario y su regulación, con especial énfasis en la especialización de diferentes tejidos, en los aspectos hormonales y las interrelaciones metabólicas que se establecen entre los hidratos de carbono, las proteínas y las grasas. Supone, además, un análisis de los efectos específicos que tienen los niveles sanguíneos elevados de glucosa, aminoácidos, de ácidos grasos y de cuerpos cetónicos.
2. Discutir posibles causas de la enfermedad, identificar sus síntomas más característicos y los marcadores bioquímicos y fisiológicos más apropiados para su diagnóstico.
3. Analizar las bases moleculares de distintas estrategias terapéuticas, con base nutricional y farmacológica. Discutir, además, las posibilidades de una manipulación genética, tanto a nivel de la producción de insulina en bacterias, como de implantación de genes en el hombre. Esto último supone un análisis profundo de los mecanismos moleculares de la expresión génica.

Si se plantea el problema diabetes a un grupo pequeño de estudiantes de Medicina, creemos que la primera reacción de ellos tenderá "instintivamente" a conceder especial importancia a los aspectos relativos a la patología y principalmente a los signos, síntomas y exámenes de laboratorio que ellos consideran imprescindibles para efectuar un "diagnóstico". Pronto se convencerán de la imposibilidad de lograr este objetivo, y tendrán que abordar etapas previas, que son indispensables para adentrarse adecuadamente en la etiopatogenia y en la clínica de la enfermedad. Tendrán que recurrir obligatoriamente al análisis de los procesos bioquímicos, biofísicos y de biología molecular inherentes a la célula normal; a las comunicaciones intercelulares; así como a las interrelaciones neuroendocrinas. De manera paralela a estos estudios surgirán en la mente del estudiante una multiplicidad de preguntas, que exigen una respuesta bien fundamentada, tales como: ¿qué es y dónde se sintetiza la insulina?; ¿qué factores intervienen en su síntesis y secreción?; ¿es la diabetes mellitus la consecuencia de un déficit en la síntesis y/o en la liberación de insulina?; ¿qué repercusión se puede apreciar a nivel de otras hormonas que intervienen también en el metabolismo de los glúcidos, lípidos y las proteínas?; ¿es la hiperglicemia sinónimo de diabetes mellitus?; ¿qué sucedería con el enfermo de diabetes mellitus si se lograra mantener constantes y normales las tasas sanguíneas de glucosa?, etc.

De esta manera encontraremos a estos estudiantes sumergidos en la búsqueda de las bases morfo-funcionales que les permitirán una adecuada interpretación de los mecanismos moleculares relativos no sólo a diabetes mellitus, sino a todo el complejo problema de las interrelaciones "hormona-metabolismo".

Analizado así el problema, se señala que el objetivo primario que justifica la utilización de este ejemplo se relaciona con la posibilidad de conferir un dinamismo diferente a la enseñanza de la Bioquímica, que condicione al estudiante a enfrentar, con esta misma modalidad, los múltiples problemas que caracterizan a la disciplina y, por sobre todo, esta nueva forma de enfocar el aprendizaje les servirá para poder abordar racionalmente los cambios, que con rápida secuencia determina la evolución de las ciencias en la actualidad.

Es lógico esperar, entonces, que un grupo de estudiantes, por ejemplo, de Ciencias Agropecuarias o de Biología Molecular, concedan al problema enfoques diferentes, ya que para los futuros agrónomos los aspectos de mayor relevancia dicen relación con las exigencias alimenticias del mundo contemporáneo; mientras que para los estudiantes de Biología Molecular el interés radica en introducirse en los aspectos moleculares más íntimos de la cé-

lula. No obstante, los tres grupos señalados más arriba, y por diferentes caminos, van a llegar a adquirir mediante el proceso de autoeducación y la metódica de solución de problemas un concepto básico fundamental de la Bioquímica, y al mismo tiempo se tenderá a la integración del conocimiento del hombre y de la naturaleza que lo rodea.

El logro de los objetivos planteados dependerá decididamente de la participación activa de los estudiantes. Es imprescindible conceder al estudiante la importancia que él tiene en su propia formación profesional; de tal manera que el joven sea capaz de enfrentarse a un problema nuevo, vencer las dificultades, lograr una solución y, a través de un proceso de autocritica, evaluar su esfuerzo y los resultados obtenidos.