

La Enseñanza Relativa a las Radiaciones Ionizantes en las Escuelas de Medicina*

IRVIN M. LOURIE

Se encarece la necesidad de que los médicos de nuestros días tengan una sólida preparación en radiaciones ionizantes y en sus aplicaciones biológicas y epidemiológicas, lo cual implica a su vez un dominio de ciertas disciplinas matemáticas.

Los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes se observaron por primera vez pocos meses después del descubrimiento de los rayos X y la radiactividad. En los años siguientes a estos descubrimientos se publicaron millares de trabajos sobre los diversos efectos observados ora como resultado de experimentos de laboratorio o de exposición accidental de seres humanos a dichas radiaciones. Sin embargo, hasta el reciente advenimiento de la llamada "era atómica" no se prestó atención a la necesidad de enseñar la disciplina de la radiobiología de una manera más completa y con carácter oficial.

Como es natural, la enseñanza oficial de radiobiología hizo asimismo necesaria la enseñanza de los medios de protección de la salud contra los posibles daños causados por las radiaciones ionizantes. Esta materia se vino a denominar "física sanitaria". Para enseñar esta materia es preciso conocer bien la física atómica y la física de las radiaciones, lo cual requiere a su vez una sólida base matemática que comprenda nociones de cálculo.

Sabido esto, cabe preguntar: ¿Por qué se han de interesar las escuelas de medicina en estas materias? Veamos lo que el Comité de Expertos, de la Organización Mundial de la Salud (OMS), sobre Formación Profesional

y Técnica del Personal Médico y Auxiliar, ha manifestado sobre el particular (1):

"Desde hace años, resulta cada vez más evidente que algunas referencias ocasionales a los efectos patógenos que pueden tener las radiaciones ionizantes no bastan para enseñar la profesión a unos médicos llamados a ejercerla en la era de la energía atómica. El número y la amplitud de las materias de los actuales planes de estudio son ya de tal magnitud, que la incorporación de una nueva asignatura a estos planes sólo podrá hacerse después de haber examinado su importancia con muy detenida atención. Porque una inevitable consecuencia de la creciente especialización que se observa entre muchos profesores de medicina es el afán, que a veces alcanza fervor de apostolado, de inculcar a sus discípulos una parte de todo el saber que, para ellos, ha sido fuente de tanta satisfacción intelectual y que tantos años les ha costado assimilar a su propia idiosincrasia. Por el contrario, el profesor que no pierda de vista el amplio horizonte del plan de estudios de medicina, debe procurar cierta fórmula transaccional en su labor . . .

"Con una clara conciencia de su responsabilidad, el Comité decidió recomendar la adición de algunas materias al plan de estudios. La época en que los reactores nucleares pasan a ser una de las principales fuentes de energía, está apenas em-

Jefe, Unidad de Protección contra las Radiaciones Ionizantes, Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud.

* Presentado en la VI Reunión Anual de la Asociación de Escuelas de Medicina en Guadalajara, México, D. F., 17-19 de mayo de 1963.

pezando, y los médicos, sean cuales fueren sus deseos al respecto, tienen que hacer frente a súbitos riesgos y posibilidades . . . Por otra parte, la ciencia médica tendrá que asimilar a ritmo acelerado el vasto conjunto de los conocimientos adquiridos mediante la aplicación de los radioisótopos y las radiaciones ionizantes a la investigación biológica”.

Sin duda, los profesores de medicina reconocen que están preparando un grupo profesional llamado a exponer al público a la mayor dosis de radiaciones ionizantes producidas *ad hoc* por el hombre (principalmente rayos X y, en menor grado, las emitidas por radioisótopos). Como ocurre con todo posible riesgo, a los que emplean el factor que lo causa incumbe también el deber de proteger tanto a los que por su trabajo se exponen a dicho riesgo como a los expuestos a él intencionalmente, es decir, los pacientes.

Sin embargo, es por desgracia un hecho que, excepto los radiólogos, muy pocos médicos de otras especialidades de la medicina están preparados para apreciar debidamente tanto los riesgos inherentes a las radiaciones ionizantes como las medidas necesarias para evitar los efectos biológicos de este agente físico de posibles enfermedades. En consecuencia, se ajusta por completo a la realidad que en las escuelas de medicina se enseñe tanto los fundamentos de la física nuclear y la radiobiología como las precauciones contra las radiaciones ionizantes y los métodos de reducir al mínimo su dosis.

En estos tiempos, no sólo necesita el médico dominar estas novísimas materias, como son la física de las radiaciones, la radiobiología, protección contra las radiaciones ionizantes y aplicaciones de los radioisótopos al diagnóstico y la terapéutica, sino que el estudiante de medicina de hoy ha de estar mejor preparado que hasta ahora en matemáticas y en física general.

En relación con las matemáticas, el mismo Comité de Expertos de la OMS manifestó lo siguiente:

“Convendrá que el estudiante de medicina sepa resolver ecuaciones algebraicas de segundo grado, manejar potencias, raíces y logaritmos, y calcular el área y el volumen de figuras geométricas y que conozca suficiente trigonometría y cálculo diferencial e integral para seguir los razonamientos matemáticos de ciertas publicaciones científicas.”

Un conocimiento así de las matemáticas permitirá al estudiante comprender todos los conceptos necesarios de la física de las radiaciones que tenga que estudiar. Su familiarización con el cálculo de probabilidades y el análisis estadístico es también importante para la plena intelección de esta rama de la física.

Si bien la física general sigue siendo útil en la formación del médico, es indispensable revalorar la relativa importancia de aspecto de la materia para la medicina, y destacar el estudio de la electricidad y de la energía nuclear. El referido Comité de Expertos de la OMS indica, con respecto a esta cuestión, lo siguiente:

“Además, esta revaloración supone notables ventajas didácticas, porque no hay que olvidar que la mayoría de los estudiantes de medicina se sienten más atraídos por las ciencias biológicas, y que el desplazamiento del interés hacia las cuestiones de biofísica acentúa la predisposición emotiva del alumno en pro de la enseñanza a que tanta importancia conceden los pedagogos.”

Suponiendo que algunos hayan puesto en los planes de estudio estas materias relativas a la radiación, o estén a punto de ponerlas, es indudable que se sentirán preocupados por el problema de cómo actuar al respecto. Por supuesto, no hay del mismo una solución única.

Una forma de abordarlo consiste en establecer un departamento de “Medicina Nuclear” o “Medicina de las Radiaciones”, que se encargue de la enseñanza arriba mencionada. Sin embargo, esta solución puede obligar a contratar personal docente especial en número considerable; además,

otro inconveniente posible y más grave es que un departamento tan especializado hiciese excesivo hincapié en las radiaciones ionizantes.

Otra vía de solución del problema es lo que podría llamarse "plan integrado". Con arreglo a él, tanto en los cursos preclínicos como en los clínicos, las materias relativas a física de las radiaciones, radiobiología, higiene radiológica, y protección contra las radiaciones, así como la aplicación práctica de las radiaciones y de los isótopos radiactivos al diagnóstico y la terapéutica, se integrarían en la enseñanza de los departamentos ya constituidos. Así, pues, los departamentos de física, fisiología, bioquímica, patología y embriología estarían en condiciones de incorporar a sus programas docentes los fundamentos de las radiaciones y problemas afines. Los diversos departamentos clínicos, y en especial el de radiología, enseñarían tanto la parte teórica como la práctica.

Después de todo, las radiaciones ionizantes son simplemente un valioso medio tanto para el clínico como para el investigador médico; es un tema que debe tratarse en forma adecuada, aunque sin exagerar su importancia. El plan integrado tenderá a evitar este inconveniente.

Como queda expuesto, la integración de la enseñanza requerirá una minuciosa organización y tal vez la orientación de una comisión de estudios, así como un "coordinador" que actúe a nombre de la comisión. Consta que los jefes de departamento pueden hacer objeciones cuando se les pida que amplíen sus respectivos programas con lecciones relativas a las radiaciones.

Sin embargo, un detenido examen—con ayuda de la comisión de estudios—revelará sin duda que en ciertas materias del plan de estudios hay puntos susceptibles de ser acortados de un modo u otro para dejar sitio a diversos temas de radiaciones.

Se ha indicado ya que los distintos departamentos clínicos, y en especial el de radiología, deben asumir la enseñanza de la

aplicación de las radiaciones ionizantes a sus respectivas especialidades. Por otra parte, a los departamentos preclínicos incumbe igualmente la tarea de facilitar los experimentos necesarios para enseñar al estudiante los fundamentos de las radiaciones, así como la aplicación de las ionizantes a las ciencias preclínicas, es decir, fisiología, bioquímica y patología.

La enseñanza de la física nuclear básica debe estar a cargo del departamento de física, física médica o biofísica, de la escuela de medicina. Si en ésta no hubiera tal departamento, habrá que solicitar la colaboración del departamento de física de la facultad de ciencias de la universidad. Al estudiante de medicina se le debe enseñar los fundamentos siguientes:

1) *Radiaciones*: su naturaleza y relación con la estructura atómica y de las partículas subatómicas.

2) *Reacciones nucleares*: tipos, transmutación de los elementos, fisión, etc.

3) *Isótopos radiactivos*: naturales (internos y externos), artificiales y su producción (reactores y neutrones).

4) *Medida*: de dosis de radiación, definiciones, desintegración radiactiva, técnicas, cálculos, etc.

5) *Propiedades fisicoquímicas*: de algunos importantes isótopos radiactivos, por ejemplo: estroncio, cesio, xenón, fósforo, oro, etc.

6) *Rayos X*: tipos de equipo para producirlos, propiedades, etc.

7) *Aplicaciones importantes de las radiaciones ionizantes*: en la medicina, la industria y la biología.

8) *Riesgos de la exposición a las radiaciones*: prevención y protección de los mismos.

En la enseñanza de los fundamentos de la radiobiología, tienen algún papel que desempeñar los departamentos de embriología (o de genética, si lo hay), fisiología, bioquímica, y patología. Esta enseñanza ha de comprender, cuando menos, las materias siguientes:

1) *Factores tocantes a las lesiones biológicas*: teorías de la ionización directa e indirecta, y

condiciones que las afectan (por ejemplo, tensión de oxígeno, temperatura, edad, etc.), cambios metabólicos que intervienen, efectos aditivos, etc.

2) “Dosis” de radiación: definición, relación con la eficacia biológica relativa (EBR).

3) Efectos de las lesiones biológicas causadas por las radiaciones ionizantes: en células, tejidos, órganos, organismo (daño agudo y crónico) y efectos genéticos.

4) Posibilidades de protección: química y de otro orden.

Los diversos departamentos clínicos que utilicen rayos X e isótopos radiactivos para fines de diagnóstico, terapéuticos e investigación, deben exponer las aplicaciones clínicas y de investigación de las radiaciones ionizantes. Mediante una esmerada coordinación de la enseñanza, los diversos departamentos habrán de familiarizar al estudiante con las siguientes aplicaciones, cuando menos, de las radiaciones ionizantes:

1) Evaluación de la función tiroidea mediante la determinación de la absorción de yodo radiactivo por el tiroides; absorción por los glóbulos rojos de tironina marcada con yodo radiactivo, etc.

2) Determinación de la supervivencia de hematíes, así como del metabolismo del hierro.

3) Medición del volumen de la sangre y del plasma.

4) Evaluación de la función renal mediante compuestos marcados con yodo radiactivo.

5) Cálculo de la potencia de salida cardíaca mediante albúmina serosa marcada con yodo radiactivo.

6) Diagnóstico de la anemia perniciosa mediante vitamina B₁₂ marcada con ²⁷Co⁶⁰ (cobalto⁶⁰).

7) Sistemas de exploración de la concentración de isótopos radiactivos en el tiroides, tumores cerebrales, hígado, etc.

8) Métodos terapéuticos basados en el uso de cobalto, cesio, yodo, fósforo, oro, etc., radiactivos.

Además de enseñar al estudiante estas

aplicaciones puramente clínicas y bioquímicas de las radiaciones ionizantes en el campo de la medicina, se le informará también de su aplicación industrial, a fin de que aquél esté al tanto de los posibles riesgos para los obreros, y de los procedimientos para evitarlos.

Más aún, debe hacerse lo necesario para que el estudiante se percate de la utilidad, necesidad y limitaciones de los exámenes de personas expuestas en el trabajo a radiaciones ionizantes, hechos antes de empezar a trabajar y a intervalos periódicos después (2).

Asimismo, para evitar innecesarias interrupciones tal vez de una parte importante de las actividades de un hospital a causa de un escape de radiaciones, por ejemplo, de radio, los estudiantes deben estar al tanto de los procedimientos a seguir para remediarlo y de quiénes han de aplicarlos, así como de la instalación más segura de los instrumentos a fin de evitar accidentes de esta clase.

Finalmente, se enseñarán a los estudiantes las técnicas de manipular sin riesgo los isótopos radiactivos en la práctica de la medicina (3), así como los procedimientos de reducir la dosis de radiación recibida por los pacientes y el personal de radiología (4).

Las escuelas de medicina suelen tratar con extensión variable las materias de salud pública y medicina preventiva; en consecuencia, es asimismo pertinente que en los programas de dichas materias haya información relativa, cuando menos, a los siguientes puntos:

1) *Problemas ambientales*: en relación con la eliminación de residuos radiactivos, posible contaminación del aire, de los alimentos y del agua, etc., por materiales radiactivos.

2) *Guías de protección*: para el personal que hace uso de las radiaciones, para el público en general, sin olvidar las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR).

Para ayudar a la comisión coordinadora a fomentar la enseñanza de los diversos aspectos

tos de esta materia en los distintos departamentos de las escuelas de medicina, se cuenta con diversos medios audiovisuales. Habrá que traducir al español algunas películas cinematográficas y otro material impreso, pero esto no supone un obstáculo infranqueable. Se puede utilizar otro material ya existente en español.

En conclusión, parece cierto que las escuelas de medicina pueden hacer mucho para remediar la deplorable situación actual, pues hay demasiados miembros de la profesión médica que carecen en grado lamentable de las nociones fundamentales de la

física de las radiaciones, de la radiobiología y de la aplicación eficaz de las radiaciones ionizantes. Esto puede lograrse en la forma ya descrita en favor de las nuevas generaciones de estudiantes de medicina y, con respecto a los médicos en ejercicio, por medio de cursillos para graduados (en cuya organización se ha de procurar la colaboración de las asociaciones médicas locales y nacionales). Las escuelas de medicina tienen el deber moral de llevar a cabo esta importante labor antes de que la "era atómica" se encuentre mucho más adelantada.

REFERENCIAS

- (1) Organización Mundial de la Salud: Introducción de la medicina de las radiaciones en los planes de estudios de las escuelas de medicina, Quinto Informe del Comité de Expertos en Formación Profesional y Técnica del Personal Médico y Auxiliar, *Serie de Informes Técnicos No. 155*, Ginebra, Suiza, 1958.
- (2) Organización Mundial de la Salud: Vigilancia médica en el trabajo con radiaciones, Segundo Informe del Comité de Expertos en Radiaciones, *Serie de Informes Técnicos No. 196*. Ginebra, Suiza, 1960.
- (3) Quimby, Edith H.: *Safe handling of radioisotopes in medical practice*, The MacMillan Company, Nueva York, Estados Unidos, 1960.
- (4) *Manual práctico sobre el uso de los rayos X en medicina y odontología y el control de los peligros de la radiación*. Colegio Americano de Radiología, Chicago, Ill., Estados Unidos, 1960.

7 de abril

DIA MUNDIAL DE LA SALUD

Tema para 1965:

Viruela—Amenaza constante

* * *

April 7th

WORLD HEALTH DAY

Theme for 1965:

Smallpox—Constant alert