

# Disminución de riesgos biológicos por radiaciones ionizantes en estudiantes del programa de radiología

Erika Milena Camargo Ayala<sup>1</sup>  
José Eduardo Pico Melo<sup>2</sup>

---

## Resumen

Se realizó un estudio descriptivo basado en una revisión teórica y en la experiencia desde el área formativa y asistencial.

## Objetivo

Caracterizar el nivel de conocimientos de los estudiantes sobre protección radiológica.

## Metodología

En este estudio, se evaluaron variables como conocimientos teóricos adquiridos dentro del proceso de formación y en el desarrollo de las prácticas formativas. En la fase inicial se llevó a efecto una primera evaluación diagnóstica a 173 estudiantes que habían realizado prácticas formativas y que ya tenían formación sobre el tema. Se evaluó con un instrumento evaluador tipo encuesta validado por jueces. Posteriormente, se realizó una capacitación con base en los resultados a modo de retroalimentación y en una etapa final posintervención, se realizó de nuevo la aplicación del instrumento para correlacionar resultados.

## Resultados

Se encontró que en la medición posevaluación, en la mayoría de los aspectos evaluados, incluyendo el autocuidado y el cuidado al paciente frente a los riesgos de las

---

<sup>1</sup> Docente programa de Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas de la Fundación Universitaria del Área Andina.

<sup>2</sup> Docente programa de Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas de la Fundación Universitaria del Área Andina.

radiaciones ionizantes, hubo mejoras en la tasa de conocimiento después de la intervención pedagógica; sin embargo, hay aún desconocimiento y falta de adherencia en algunos conceptos clave de la radioprotección.

### **Conclusión**

Se encontró que, aunque el impacto de la retroalimentación es positivo, se hace necesario diseñar nuevas estrategias académicas; sobre todo, es considerable aumentar la periodicidad de la capacitación que se viene realizando para complementar el proceso de formación de los futuros tecnólogos en Radiología e Imágenes Diagnósticas

### **Palabras clave**

Conocimientos, dosimetría, protección radiológica, radioprotección, personal ocupacionalmente expuesto.

## Introducción

### Una mirada a las radiaciones ionizantes

El ser humano, además de estar expuesto a la radiación ionizante del origen natural, también está expuesto a fuentes de origen artificial (1). Aunque inicialmente la utilización de estas fuentes supuso un gran avance en el desarrollo científico de la sociedad, muy pronto se pusieron de manifiesto los daños que su mal uso podría producir en la salud con la radiación. Existe el riesgo de afectación a tejidos, dados los efectos moleculares del impacto de los fotones, así mismo, hay tejidos que se hacen más sensibles que otros; por ello, es necesario conocer los efectos a largo plazo y los factores de protección radiológica (2).

Así mismo, se conoce que las radiaciones ionizantes han mostrado múltiples usos benéficos para el ser humano en cuanto al valor para la medicina en el campo diagnóstico y terapéutico; sin embargo, se ha evidenciado que puede producir daños en la salud y el medio ambiente (1). Es así como se considera que los efectos de la radiación son de carácter probabilístico, puesto que se cumple la ley natural de interacción entre la materia y la radiación (3); lo que hace pensar en el uso racional de esta ayuda

clínica. En consecuencia, se han adelantado investigaciones por décadas, en donde se ha encontrado que los efectos adversos de la radiación (radiolesiones) se dividen básicamente en dos categorías: en primer lugar están los efectos determinísticos o no estocásticos que se relacionan con sobrepasar el umbral de dosis, llegando así a afecciones muy serias en el individuo, en estos se pueden encontrar alteraciones como la formación de cataratas, infertilidad, lesión cutánea y caída de cabello; y en segundo lugar están los efectos estocásticos, con los cuales el riesgo va aumentando de manera proporcional con la exposición a radiaciones ionizantes, como el cáncer y los efectos genéticos (4,5). Esto hace ver que la dosimetría en radiología es en algunas ocasiones un tema complejo de abordar, pero es necesario a fin de estimar las dosis con las que se está trabajando en el campo de las imágenes.

Por otra parte, respecto a los efectos estocásticos (5) también se ha dicho que los daños determinísticos pueden llegar a lesiones en el ADN, principalmente en la depleción de cromosomas y pasando por agotamiento hematológico. De igual forma, los daños estocásticos pueden ir hasta la producción de neoplasias, por lo que el personal debe tomar medidas proyectivas para disminuir la posibilidad

de riesgo (6). De acuerdo con lo planteado anteriormente, una de las metas de la radioprotección es la reducción de los efectos determinísticos en la salud del paciente y del profesional de la salud; el nivel de radiación debe ser controlado antes de ver posibles daños en la salud, teniendo en cuenta que entre más se aumenta la dosis de radiación, mayor es la respuesta biológica (6) por lo que la radioprotección es vital y de sumo cuidado.

### **Entonces, ¿cómo proteger?**

Respecto a la radioprotección, esta debería considerarse como un arte o ciencia que se ha venido puliendo con el uso creciente de las radiaciones ionizantes. En la historia se ha observado que, durante sus inicios, a los rayos X se les dio un uso desmedido; no obstante, después de estos inicios se ha dado una evolución de la radioprotección desde el reconocimiento del peligro de las radiaciones ionizantes, luego en el desarrollo de su medición, así como el desarrollo de lineamientos científicos de la protección radiológica moderna; todo este proceso ha ocurrido desde los años 1895 a 1960; son hallazgos que demostraron que, aunque parezca pasar desapercibida, la radiación no deja de ser perjudicial al no usarse correctamente (7).

De este modo, no se puede menospreciar la posibilidad de daño por el hecho de no ser perceptible; al mismo tiempo, se puede definir que la protección radiológica es entonces la forma de cuidar al personal ocupacionalmente expuesto, pacientes y público general de una exposición innecesaria. Es importante que se tomen medidas de protección que den a lugar. En ese sentido, se tiene hasta hoy que el principio de mayor protección hasta el momento es el criterio ALARA, que indica alcanzar el límite razonablemente alcanzable (2).

Adicionalmente, no es suficiente con conocer las normas y el peligro, se deben tomar acciones para la protección. En primera medida, en cuanto a las radiografías portátiles, se debe tener en cuenta que son fuente de radiación constante para el personal; por tanto, se deben tener en cuenta factores como la distancia, que debe ser en promedio de 1 a 2 metros de la fuente, de modo que el tiempo, la distancia y el blindaje se convierten en factores clave (2). También se debe tener en cuenta los parámetros generales, aspectos propios del equipo para la protección radiológica, entre estos: la carcasa del tubo, el panel de control con los indicadores de kilo voltaje (KV) y de miliamperios por segundo (MAS). También es fundamental la colimación, que

proporciona una limitación al campo del haz de radiación, así como la alineación correcta del haz (8).

Entonces, el tecnólogo en Radiología e Imágenes Diagnósticas debe tener en cuenta estos aspectos en primera instancia, desde su formación, y no solo el factor técnico o del equipo. También se debe tener precaución con el uso de delantal y protector de tiroides plomado como protección. Por otra parte, en el caso de estudios en sala, se tiene en cuenta la ubicación del personal ocupacionalmente expuesto en una zona con estructuras plomadas. Si se está cerca del paciente, por fuera de la zona se debe contar con la protección necesaria (8).

De acuerdo con lo descrito, se puede considerar que es indispensable contar con un equipo en buen estado, una capacitación rigurosa de su manejo, así como una actitud cuidadosa y el pleno conocimiento de los periodos en los que se debe hacer la dosimetría, uso adecuado del mismo, como también tener conocimientos básicos sobre protección radiológica.

Todas estas medidas se implementan teniendo en cuenta que, aunque la detección de radiación sea baja, se ha demostrado una mayor asociación de enfermedad con la exposición a radiaciones. Adicionalmente, aunque se realizan

diferentes estudios, las áreas de mayor exposición son las de fluoroscopia y los estudios con equipo portátil, razón por la cual, se debe ser cauteloso con los tiempos de permanencia y las distancias al mayor rango posible, así como las herramientas de blindaje (9).

En todas las áreas se debe tener cierto cuidado necesario, dentro del cual es preponderante el uso de la colimación, ya que genera una protección para el paciente al delimitar el haz de radiación, así como un mejor contraste. Por lo anterior, es relevante que el tecnólogo tenga conciencia del funcionamiento adecuado de esta herramienta, tanto de las láminas de blindaje y el foco previamente calibrado; dado que los errores en la colimación pueden afectar la seguridad del paciente y la calidad del diagnóstico. Dentro de los factores a tener en cuenta también influye el grosor de la estructura a estudiar y las condiciones del paciente (10), situaciones que no pueden ser omitidas en la labor del tecnólogo, ya que, si bien es cierto la radiación usada a nivel clínico no tiene niveles de energía tan altos como para hacer un daño inmediato por lo que se puede minimizar el riesgo, en este aspecto se encuentran las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR), que establece tres parámetros de radio

protección que son la justificación, limitación de dosis y optimización de la protección. Dentro de esta optimización se encuentran entonces los parámetros ya conocidos de la radioprotección: tiempo, distancia y blindaje (11).

Debido a lo anteriormente expuesto, se encuentra también que la CPIR sugiere realizar exposiciones planificadas y que la magnitud como su alcance puedan ser razonablemente previstas (12), esto conlleva fortalecer la importancia de realizar hechos preventivos que permitan garantizar la calidad de vida, tanto del personal ocupacionalmente expuesto, como de los estudiantes y de los pacientes. De este modo, este es un llamado para las instituciones, dado que son responsables del control de la radiación, en cuanto a infraestructura, blindaje y mediciones constantes; en esta última medida también hay responsabilidad del tecnólogo.

Por tanto, se debe estimar diariamente que la radioprotección es una disciplina ligada a salvaguardar la salud humana, está relacionada directamente a la dosimetría a fin de evaluar el riesgo de daño a seres vivos expuestos a radiaciones ionizantes; de acuerdo con la International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU), se considera el postulado de que después de los

límites establecidos hay efectos deterministas, así que se debe hacer un análisis operacional del personal mediante el uso del dosímetro. Esta medida debe ser muy objetiva, aunque hay factores que influyen, como los factores ambientales, naturaleza de las radiaciones y ubicación corporal del dosímetro (13). En esto se debe reforzar el uso y la disposición del dosímetro al final de cada jornada, para evitar sesgos en la medición de las dosis absorbidas por el personal ocupacionalmente expuesto. Por otro lado, es clave que el tecnólogo sepa que se debe trabajar con dosis conocidas, para así dar cumplimiento con el criterio ALARA. Entonces, conocer claramente los factores técnicos facilita controlar la exposición al paciente (5).

De igual manera, los programas de radioprotección se encuentran dentro de las medidas internacionales a las que Colombia se ha acogido muchas veces en un entorno local. Por ejemplo, en Estados Unidos, para la habilitación de servicios existe un control estricto en el blindaje y la colimación. Igualmente, se establece la importancia de la condición clínica de cada paciente y la adherencia a los controles de la radiación, dado que una radiación innecesaria es un potencial problema en la salud tanto para el personal asistencial como para el paciente.

Para un proceso de habilitación y adecuado funcionamiento, los tecnólogos, radiólogos e incluso los estudiantes de esta profesión deben tener conocimientos y habilidades en radioprotección (14).

A esta postura se suma la del Colegio Americano de Radiólogos (ACR), en la que se responsabiliza a los radiólogos, tecnólogos en Radiología y físicos de la protección del paciente, en cuanto a protocolos que se deben ajustar a cada paciente, a la necesidad de realización del estudio; se debe tener en cuenta el factor técnico en los equipos, así como el mantenimiento programado de los mismos y la revisión de acuerdo con los estándares de funcionamiento (2), parámetros que tampoco pueden ser desconocidos por las personas que manipulan equipos que emiten radiaciones ionizantes. Así, es necesario identificar claramente el rol del tecnólogo en este proceso que también debe aprender el estudiante en su formación y práctica.

## **El rol del tecnólogo en Radiología**

Además de los antecedentes considerados al inicio de este trabajo, se tiene que para el año 2014, se calculaba la existencia de un número considerable de trabajadores expuestos a la radiación ionizante en el mundo: aproximadamente

22,8 millones, de los cuales 13 millones están expuestos a fuentes de radiación naturales y 9,8 a fuentes de radiación artificiales (3). Estas cifras van seguramente en aumento e indican que constantemente el personal debe estar preparado en conocimiento de la normatividad, así como de las medidas de protección básicas, ya que el auge en las imágenes diagnósticas y la evolución tecnológica es cada vez mayor. Es entonces conveniente hacer esfuerzos conjuntos para mantener claridad y aplicación correcta de los parámetros de protección radiológica (4).

De esta manera, surge la importancia de que los tecnólogos en Radiología manejen con precaución la exposición a radiación de ellos mismos y las demás personas, a fin de cuidarse de los riesgos en continuación con un marco internacional. Una investigación realizada en 4 hospitales de Jordania encontró que el interés por el tema es bajo, así como hay un bajo desarrollo profesional continuo en cuanto a protección radiológica (15), lo que permite hipotetizar si en Colombia se presenta la misma problemática.

La labor del tecnólogo no es únicamente la protección ante el riesgo descrito, dado que los profesionales en Radiología para estos tiempos tienen todas las herramientas para protegerse y poder explicar al paciente sobre los

riesgos. Debido a esto, la labor del profesional hoy es no minimizar estos riesgos y cumplir con todos los parámetros de seguridad, no solo desde la calidad diagnóstica, sino desde la protección adecuada (7).

Así mismo se debe considerar que la calidad de las imágenes y la cantidad de radiación utilizada para tal fin, debe estar controlada por tecnólogos entrenados en este proceso. Los resultados de más de un siglo de investigación han demostrado que la radiación puede producir enfermedades como el cáncer, y se debe tener en cuenta que no importa el tamaño de la dosis, puesto que puede producir algún daño. En la producción de imágenes entra la moral para el uso racional de la radiación sin dejar de lado la calidad. Según lo anterior, es importante la sensibilización del personal y la capacidad de los tecnólogos para responder preguntas a los pacientes; los tecnólogos son los responsables directos en el uso de factores técnicos, por lo que deben tener conocimientos acerca de cómo minimizar las dosis sin afectar su calidad (16).

En ese orden de ideas, el aspecto educativo adquiere relevancia, puesto que en las competencias que debe tener un graduado en Radiología, aparte

de todo el desempeño en la adquisición de imágenes, se encuentra el dominio del equipo y la técnica, pasando por conocer la física de las radiaciones y los parámetros básicos de la radioprotección. Por ello, se consideran las competencias como una capacidad de tomar decisiones de manera responsable. Se ha encontrado que las áreas más evaluadas son los conocimientos en anatomía, comunicación, pensamiento crítico, e interpretación de imágenes (17), lo que lleva a reflexionar qué tanto se está incluyendo el factor de radioprotección en la formación.

En ese sentido, se encuentra una problemática y es que los medios de comunicación en los últimos tiempos han transmitido preocupación al público sobre los efectos de la radiación, lo que ha generado una actitud aprehensiva frente a la realización de estudios radiológicos. Por este motivo, es necesario que el tecnólogo conozca sobre los parámetros básicos de radioprotección para que se pueda abordar la inquietud del paciente y se puedan mejorar las condiciones de seguridad; deben ser entonces conscientes de riesgos y beneficios del uso de radiaciones ionizantes (18); es tiempo de reforzar la humanización del tecnólogo en Radiología también desde el campo educativo.



## La educación

Una de las falencias en los servicios de Radiología, en algunos casos, es la falta de conocimiento y conciencia del personal operador de los equipos de radiación ionizante; el tema no se trata solo de que el personal conozca la norma, sino que esta se aplique de manera constante. El origen de tal problemática puede ser la falta de educación permanente, así como el seguimiento por parte de los supervisores. Se encuentra entonces que los tecnólogos son parte fundamental en el proceso, ya que su formación, así como el conocimiento permanente del equipo permite que se pueda hacer control sobre las dosis, esto sumado a entidades educativas, médicos radiólogos y personales especializados en los equipos (6).

En efecto, se debe prestar atención al aspecto asistencial y al de la formación: ser profesional en imágenes diagnósticas implica, además de una toma de decisiones constante, el conocer sobre radiofísica, radiobiología y radioprotección; por otra parte, el aprendizaje se da en gran medida por la práctica diaria, dentro de un servicio de radiología, esta formación debe ser teórica y humana, simultáneamente, para fortalecer el aspecto cognitivo y humano. El futuro profesional debe estar en capacidad de aprender de errores

previos y tener un alto componente ético, así como de hacer un uso óptimo de todo recurso. La formación continuada es fundamental para un ejercicio adecuado de la profesión, así como la actualización en avances tecnológicos (19).

En esa instancia, se encuentra entonces el rol de la universidad en la formación de los profesionales. Su importancia radica en que no se debe dejar la mayor exigencia solo para los estudios posgraduales, esta formación va a influir en la opinión que tengan otras especialidades del profesional, lo que es clave para la enseñanza el personal idóneo y con conocimientos claros en el área de radiología (20).

De otro modo en el campo educativo, se debe tener pleno conocimiento de las bases físicas de las radiaciones empleadas para la adquisición de las imágenes, así como tener claridad de las medidas de seguridad en cuanto a la protección radiológica. Generalmente, la formación de radioprotección se ha dejado en los planes de estudio o estructura curricular, sin embargo, las clases de tipo magistral no son la única herramienta, también se pueden usar medios de autoaprendizaje, lo que permite que se ajuste al ritmo del estudiante, de tal manera que sea algo complementario al aprendizaje (21).

Igualmente, el éxito y el status o reconocimiento de la profesión depende en gran medida de la formación. Dentro de las competencias que todo profesional en Radiología debe adquirir se distinguen tanto el componente técnico de formación o identificación de las imágenes como el de competencias: radioprotección, ética, legislación, gestión y calidad, así como una adecuada comunicación con el paciente (22). Entonces, se abre un amplio panorama de las competencias y lo que debería trabajar el futuro tecnólogo en Radiología desde su formación y después de estar en ejercicio de la profesión.

De este primer acercamiento a la educación y los conceptos generales de radio protección y las mismas radiaciones ionizantes, se observa que, en la actualidad, existen vacíos de conocimiento relacionados con la protección radiológica, lo que permite inferir que aún no hay consciencia sobre el beneficio que conlleva. Por este motivo, es importante identificar las falencias que ocurren en la formación académica respecto a los conocimientos básicos de radioprotección y realizar un refuerzo constante sobre el uso adecuado de los elementos de radioprotección, para fortalecer la cultura del autocuidado en los futuros tecnólogos. Así, se decidió realizar un estudio

por fases en los estudiantes del programa de Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas de la Fundación Universitaria del Área Andina (Sede Bogotá) con la intención de caracterizar sus conocimientos con el objeto de caracterizar sus conocimientos (respecto a los aspectos básicos de la protección radiológica).

## **Materiales y métodos**

En un lapso de dos semestres, se realizó una investigación no experimental, cuantitativa de tipo descriptivo correlacional, en la que se propuso en una fase inicial realizar un diagnóstico, con el fin de caracterizar el nivel de conocimientos de los estudiantes en cuanto a los aspectos básicos de la protección radiológica. Para tal propósito, se aplicó un instrumento de investigación tipo encuesta, que se compuso de 10 ítems y que fue validado previamente por jueces. Su objetivo era el de conocer la adherencia de los estudiantes a aspectos como el autocuidado, uso de la dosimetría y elementos de protección personal, así como el cuidado del paciente, teniendo en cuenta los parámetros ya conocidos.

Esa recolección de datos se realizó con una muestra de 173 estudiantes de tercero a sexto semestre. El muestreo fue de tipo probabilístico aleatorio. Para la encuesta de la primera fase, se tuvo

en cuenta como criterio de inclusión estudiantes de tercer semestre a sexto semestre que ya habían realizado un acercamiento desde las prácticas formativas, y que habían recibido formación académica en protección radiológica. Posteriormente, se realizó un seguimiento al impacto de la intervención pedagógica, mediante la aplicación del instrumento

diagnóstico inicial para correlacionar los resultados. En este caso, se tuvo en cuenta que, para la fase posintervención, se debía aplicar el instrumento solo a personas que habían recibido la capacitación. Los datos fueron analizados mediante el programa de Microsoft Excel, los hallazgos fueron los siguientes:

CATEGORIA	SUBCATEGORIA	FASE DIAGNÓSTICA	FASE POST INTERVENCIÓN
Autocuidado: uso del dosimetro	Uso en práctica formativa	93,6%	98%
	Porte del dosimetro en el pecho	57,8%	68%
Autocuidado y cuidado al paciente, uso de elementos de protección radiológica	Percepción de la identificación de elementos de protección radiológica	96%	94%
	Identificación adecuada de elementos de protección radiológica	35,8%	54%
	Protección adecuada en la realización de estudios portátiles (uso de chaleco y cuello plomado, gafas, protector gonadal)	62,4%	68%
	Distancia adecuada para tomar estudios radiológicos entre 1 y 3 metros	52,6%	78%
	Interés sobre el conocimiento de la dosis de radiación absorbida en sus prácticas formativas	59%	70%
	Conducta en caso de pérdida o daño del dosimetro. (conducta adecuada informar al coordinador de prácticas)	46,8%	60%
Cuidado del paciente; aspectos técnicos en la realización de estudios	Utilidad del colimador en la protección radiológica	60,1%	80%
	Importancia del tener en cuenta el factor técnico para evitar sobre exposición del paciente, ética profesional	56,1%	62%

## Discusión

La radioprotección es sumamente importante tanto para el paciente como para el personal ocupacionalmente expuesto, por ello, existen unos elementos y criterios básicos de radioprotección de los cuales se quiso saber qué tanto conocimiento tenían los estudiantes. En primera medida, respecto al uso adecuado de la dosimetría, la mayoría de los estudiantes sí lo usan, lo que mejoró las cifras después de la intervención pedagógica. Se trata de un hecho satisfactorio, ya que la mayoría de ellos pueden permitir una posterior lectura del dosímetro y de esta manera corroborar que la dosis absorbida se encuentra dentro parámetros establecidos como de baja posibilidad de riesgo.

Por otra parte, el número de estudiantes que no lo portaron o no contestaron la pregunta conlleva pensar: ¿qué está pasando?, ¿no tienen conocimiento de la dosimetría?, ¿tienen el dosímetro, pero no lo portan?, ¿cómo es que las instituciones de salud permiten que los estudiantes no lleven su dosímetro? Aunque el porcentaje del muestreo no señaló un porcentaje significativo de estudiantes que no portan el dosímetro, es preocupante que se hayan expuesto a dosis de radiación que pudieron ser altas o no, dado que no hay manera de saberlo sin

el dosímetro; ahora bien, es importante intervenir, ya que es necesario el uso adecuado de este mecanismo de control para disminuir la probabilidad de futuros efectos biológicos.

Luego del indicador positivo del porte del dosímetro, es de interés saber si los estudiantes que lo portaron lo hacen en el lugar adecuado durante la práctica formativa. Aquella pregunta refleja que el porcentaje más alto indica la posición correcta; sin embargo, y aunque mejoró después de la intervención, la cifra todavía se aleja de la totalidad de los estudiantes encuestados que lo portaron en el pecho. Dicha respuesta traslada a un nuevo interrogante: ¿en qué parte del pecho lo portan? ¿derecha, izquierda, craneal o caudal?

Se observó, además, que otra cantidad considerable de estudiantes lo porta en el bolsillo, pero tampoco hay claridad de las respuestas de la ubicación del bolsillo. Una pequeña cantidad de estudiantes señalaron ubicación exacta: bolsillo, parte superior derecha del pecho; sin embargo, la mayoría solo contestaron bolsillo, lo cual lleva a pensar, ¿lo portaron en el bolsillo del pantalón, de la chaqueta, en los bolsillos que comúnmente lleva el uniforme, en el abdomen, en el bolsillo del pecho o en cuál bolsillo? Además, se observó que algunos estudiantes llevaron

el dosímetro y lo dejaron en sus maletas, hecho absolutamente negativo, pues su finalidad es la medición de la cantidad de radiación absorbida de la persona que lo porta, es decir, si se deja en el bolso, la lectura será errónea. También, un pequeño número de los estudiantes no lo portaron o no respondieron a la pregunta, lo que lleva a cuestionarse de nuevo: ¿por qué no lo portan?, ¿saben cuál es la verdadera importancia del uso del dosímetro, más allá de cumplir un requisito en su práctica formativa?

Por otra parte, fue pertinente preguntar al estudiante: cuando termina diariamente su práctica formativa, ¿dónde deja el dosímetro? Ante esta pregunta, la mayoría de estudiantes afirmaron que luego de culminar su día de práctica, llevan el dosímetro en la maleta, y muy pocos lo dejan en el lugar de práctica. Como es estipulado, el dosímetro es un elemento de medición de radiación, por ello, lo óptimo es que permanezca en el lugar donde se utiliza directamente la fuente de radiación, ya que este hecho garantiza la veracidad del reporte de cantidad de radiación absorbida por el sujeto ocupacionalmente expuesto o el estudiante, en este caso. Si el dosímetro es sacado del lugar de práctica o de trabajo, el portador se expone a generar un reporte alterado, ya que en el exterior existen otros tipos

de radiación natural y artificial que suma dosis al reporte final. Por este motivo, puede provocar que se tomen medidas innecesarias para la corrección de dosis, además de las posibles afecciones ambientales, como la humedad o daño físico.

Lo descrito anteriormente lleva a cuestionamientos como: una vez culminada la práctica diaria, ¿por qué los estudiantes llevaron el dosímetro a sus casas?, ¿por qué otros sí lo dejaron en el lugar de práctica?, ¿falta cultura con respecto al uso responsable de la dosimetría?, si la acción correcta es que todos los estudiantes dejaran en el lugar de práctica su dosímetro, ¿por qué no se hizo de esta manera?

En cuanto a los conocimientos sobre los elementos básicos de protección radiológica, un poco más de la mitad de los estudiantes respondieron que son: gafas, biombo, bata, guantes, tapabocas, tiempo, distancia, blindaje, carnet. Algunas de estas respuestas resultan erradas, ya que se conoce que la radiación solo es capaz de ser atenuada por el plomo o una pared gruesa de concreto. Por ello, se puede sugerir que quizás existe una confusión entre elementos de radioprotección y elementos de bioseguridad, razón por la cual es importante abordar este tema y hacer aclaraciones frente al mismo.

De igual manera, un porcentaje importante de estudiantes plantearon los elementos básicos de protección radiológica como: protector tiroideo, gonadal, chaleco plomado y gafas plomadas, lo cual es correcto y demuestra que sí hay conocimientos de estos; no obstante, 31 estudiantes dijeron esta respuesta y además adicionaron el dosímetro a la lista de elementos básicos de protección radiológica, a pesar de que es solo un elemento de medición, no de protección, lo que corrobora que hay falencias conceptuales frente a este tema.

Ahora, después de analizar el tema de dosimetría, se estudia el autocuidado por parte de los estudiantes en cuanto a lo que saben con respecto a cómo mantener los niveles de radiación óptimos. Para ello, se planteó una pregunta con la que se buscaba determinar si el estudiante tenía en cuenta la importancia de los factores técnicos, de acuerdo con el estudio radiológico solicitado y con el respectivo paciente.

El mayor número de estudiantes contestaron que sí los tenían en cuenta para evitar la sobreexposición del paciente, otros contestaron que sí para garantizar la calidad de la imagen, un menor porcentaje dijeron que sí los tenían en cuenta para garantizar los dos aspectos anteriores, evitar sobredosis y generar

una imagen de calidad; otros no respondieron o simplemente no tuvieron en cuenta los factores técnicos y un mínimo porcentaje sí los tuvieron en cuenta por otros aspectos, tales como evitar futuros problemas de salud al paciente y al trabajador, evitar efectos determinísticos y estocásticos o por ética profesional.

De acuerdo con lo anterior y con la importancia de este conocimiento para un tecnólogo, los factores técnicos son de suma importancia a la hora de realizar un estudio radiológico, ya que gracias a estos se obtienen imágenes de calidad y se evita una sobreexposición al paciente. Por este motivo, es importante tener en cuenta la razón por la cual ese pequeño porcentaje de estudiantes no consideraron los factores técnicos y la razón por la que algunos no respondieron. De hecho, el porcentaje de estudiantes que no respondieron es muy preocupante, ya que indica que probablemente no tienen conocimiento sobre los factores técnicos, a pesar de que este tema sea algo básico en cuanto a la toma de imágenes diagnósticas, de modo que se hace imprescindible profundizar en este aspecto y generar una mejora.

También se indagó el conocimiento de los elementos de radioprotección, ahora, a través de esta nueva pregunta, se quiso analizar la percepción de

conocimiento en los estudiantes. Un poco menos del 100% de los estudiantes dijeron identificar elementos de protección radiológica y solamente un mínimo porcentaje no los identifican, o no saben, o no responden. Estas respuestas, en realidad, dan mucho que debatir, ya que, como se observó previamente, la mayoría de estudiantes dicen identificar el dosímetro y otros elementos como elementos de radioprotección, cuando este no lo es en realidad. Entonces, de esta manera queda en entre dicho la respuesta, ya que al preguntar, afirman conocer los elementos de radioprotección, pero en el momento de justificar la respuesta tienen los conceptos erróneos.

En cuanto a los factores técnicos en el quehacer profesional, también se encuentra uno de los aspectos más importantes para evitar superar los valores límite permisibles en las determinadas estructuras anatómicas a irradiar. Respecto al concepto de colimación, la cual enfoca la estructura a estudio y también direcciona el rayo central al área deseada, la mayoría de los estudiantes afirmaron que esta sirve para enfocar la estructura deseada y disminuir la dosis; otro importante porcentaje contestó que sirve para disminuir la dosis de radiación dispersa; otros dijeron no saber y no responder, y una mínima cantidad opinaron que

la colimación servía para otros aspectos diferentes a los descritos anteriormente.

A partir de estos resultados, se puede inferir que un porcentaje considerable de estudiantes tienen un concepto erróneo de la colimación, pues respondieron que a través de esta se pueden disminuir dosis, lo que es una respuesta equivocada, ya que la dosis única y exclusivamente se maneja desde la consola (factores técnicos). Es probable que haya una confusión de conceptos; sin embargo, se observa que hay estudiantes que no contestaron, esto sugiere que no saben, lo que refuerza la necesidad de realizar una intervención académica constante, que aclare y refuerce conceptos. Por otra parte, se encontró que algunos contemplaron en la opción otras respuestas, tales como, evitar el haz de radiación para que el foco de radiación sea más o menos amplio o para medir la distancia de la estructura a irradiar, respuestas que indican que los estudiantes están confundidos o mal informados acerca del tema.

El radiodiagnóstico posee gran flexibilidad en cuanto a la obtención de imágenes, puesto que ofrece equipos portátiles de fácil manejo que permiten al personal de imágenes diagnósticas desplazarse hasta la habitación hospitalaria del paciente cuando se encuentra en condiciones difíciles de salud. Al igual

que en los equipos convencionales de imágenes diagnósticas, los equipos portátiles son emisores de radiación ionizante, por ello, se decidió consultar a los estudiantes acerca de los elementos de radioprotección utilizados para la obtención de imágenes portátiles. Sus respuestas fueron las siguientes:

Un gran porcentaje de estudiantes dijeron que ellos usaron como elementos de radioprotección el chaleco plomado y el protector tiroideo, la cual es la opción ideal sumando las gafas plomadas; otros solo usaron chaleco plomado; otros solo usaron protector tiroideo, y los demás usaron otros elementos, tales como gafas, dosímetro, polainas, guantes, gorro, distancia, blindaje, tiempo, tapabocas, protector gonadal y un pequeño porcentaje respondieron que no saben no responden. Se observa, entonces una falencia de conocimiento en la opción otros, ya que algunos estudiantes dieron como respuestas que, frente a la protección de radiación, utilizaron dosímetro, tapabocas o gorro, elementos que no están relacionados con el blindaje de la radiación.

Asimismo, si un estudiante lleva chaleco plomado, es innecesario el uso de protector gonadal, ya que el chaleco cubre desde hombros hasta rodillas y, de esta manera, las gónadas no quedan directamente. Además, los estudiantes

nombraron de nuevo el dosímetro como elemento de radioprotección, que es una respuesta incorrecta, ya que solo es elemento de medición. Se encuentra como falencia grave el hecho de que los estudiantes de tercero a sexto semestre no hayan contestado al interrogante: ¿por qué no lo hicieron?

Adicionalmente, algunos estudiantes consideraron que la respuesta tiempo, distancia y blindaje a la pregunta acerca de los elementos de protección, era la correcta. Entonces, vale la pena preguntarles si utilizaron la distancia adecuada en estudios radiológicos con equipos portátiles. Los estudiantes contestaron que utilizaron una distancia comprendida entre 1 a 3 metros, que es una respuesta favorable. Otro buen porcentaje expresaron que sí conocen la distancia, pero en el momento de escribir cuál es, no contestaron. Es posible, entonces, deducir que en realidad no saben la distancia. Un porcentaje similar expresaron que en realidad no conocen la distancia; una menor cantidad de estudiantes expresaron que la distancia es menor de un metro, lo que demuestra que pasan por alto el parámetro de la distancia, porque realizan la exposición de radiación al lado del paciente. Algunos de los estudiantes también expresaron que utilizaron una distancia de 4 a 6 metros, una respuesta



algo fuera de lo común, ya que al trasladarse al momento de la adquisición de la imagen, si se toma esa distancia en habitaciones hospitalarias compartidas, el estudiante y/o tecnólogo quedaría al lado del otro paciente y si es una habitación individual, se acercaría o estaría al lado de la puerta de la habitación del paciente. Además, la mayoría de cables de equipos portátiles no llegan a medir 6 metros, lo cual, en resumen muestra desconocimiento. Un mínimo porcentaje optaron por la opción no saben no responden.

Ahora bien, hasta este punto, los estudiantes han demostrado conocer de primera mano un dosímetro. Es por lo que fue necesario preguntarles si se preocupan por conocer los resultados de su dosimetría, pregunta a la cual respondieron en un 60% que sí les interesa saber el resultado de su dosimetría, dato interesante pero un poco dudoso en cuanto a la sinceridad de contestación, ya que muchos estudiantes expresan interés según la encuesta, pero a la hora de ir a observar cuántos realmente piden su reporte, son muy pocos los que lo hacen.

Otros estudiantes respondieron que la universidad se encarga de este tema y es confiable hasta cierto punto, ya que las universidades están en la obligación de que el 100% de los estudiantes del programa de Tecnología en Radiología

posean y porten el dosímetro en el lugar de la práctica; no obstante, nuevamente surge la cuestión de en realidad sobre cuánto interés tienen los estudiantes de saber su reporte y cuántos se acercan a preguntar acerca de ello, ya que es un tema que los afecta directamente a ellos.

Finalmente, unos pocos responden que no saben o no responden, lo que muestra una vez más el vacío de conocimiento o el poco interés respecto al tema. Se les realizó una pregunta acerca de qué harían ellos en caso de pérdida o daño del dosímetro y casi la mitad de estudiantes expresó que lo reportarían a la universidad; otro porcentaje importante contestaron que lo reportarían a la entidad proveedora de dosimetría; un poco menos dijeron que lo reportarían al docente acompañante; unos pocos lo reportarían a todos los nombrados anteriormente; un mínimo porcentaje dice no haría nada y otros no saben no responden.

En la mayoría de los casos, los estudiantes optaron por reportar a la universidad, pues esta era la opción más asertiva, ya que es probable que, al acercarse como primera opción a la entidad proveedora de dosimetría, esta traslade al estudiante hacia la universidad a que realice un reporte escrito. En cuanto a lo sucedido con la pérdida de dicho dosímetro, de igual manera lo indicará el

docente acompañante; sin embargo, se presenta un porcentaje llamativo respecto a los estudiantes que no contestan, ya que, a pesar de que conocen la existencia del dosímetro y de su importancia, no saben qué hacer si lo pierden, pues no contestan de manera positiva ni negativa; más preocupante aún son los estudiantes que pierden su dosímetro o este sufre algún daño y no hacen nada, pues indica que no tienen interés por la radiación que recibieron y tampoco la tendrán por la que recibirán.

Por consiguiente, después de que se realizó una encuesta de control en la fase posintervención, se evidencia una mejora considerable en todos los aspectos con respecto a la fase diagnóstica, teniendo en cuenta que se realizó con una menor cantidad de estudiantes, lo cual puede reflejar que se deben seguir tomando medidas para que los estudiantes tengan claras las mismas y la importancia de las normas de radioprotección. Igualmente, se busca que la tasa de desconocimiento llegue a disminuir en una gran cantidad, ya que este tema compete a todos para evitar sobreexposición a la radiación tanto para el personal ocupacionalmente expuesto, como para el paciente.

Con base en este análisis, se percibe la importancia de desarrollar un programa de capacitación exhaustiva en las

temáticas que se trataron en la presente investigación, con el fin de complementar los procesos académicos concernientes a las áreas de física de imágenes y protección radiológica y radiobiológica, el cual permitirá fortalecer los conocimientos de dichas áreas. A su vez, la periodicidad con que se desarrollen dichos programas en los estudiantes permitirá en los mismos, mantener los conocimientos y procedimientos relacionados con la protección radiológica frescos y comenzar a crear la cultura del autocuidado en lo relacionado con este tema.

Hasta el momento, el programa de Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas no había realizado una investigación de este tipo y se considera que es un punto de partida para fortalecer, retroalimentar y comenzar a crear la cultura del autocuidado y el uso adecuado de las radiaciones ionizantes y así poder evitar posibles efectos biológicos de la misma, cuando no se optimiza su uso.

## **Conclusiones**

Las personas que operan los equipos productores de radiaciones ionizantes (personal ocupacionalmente expuesto) deben tener competencias básicas en protección radiológica y radiobiológica, para que de esta manera puedan crear conciencia y cultura sobre el autocuidado

y protección del paciente y su familia, teniendo observancia y puesta en práctica de una manera adecuada de los mecanismos y elementos básicos de la radio protección.

El desarrollo social ha propiciado que los avances de la ciencia y la tecnología se implementen y se conviertan en innovaciones, que además se subordinen a las necesidades del ser humano y de la sociedad, en general. Sin embargo, en ocasiones, paralelamente a las ventajas que se observan en la contemporaneidad, debido al devenir de la ciencia y la técnica, es vital que se tenga en cuenta el talento humano y la humanización del servicio. Las radiaciones ionizantes pueden producir efectos biológicos y efectos adversos, razón por la cual, el tecnólogo debe no solo adaptarse a los

cambios tecnológicos sino mantenerse éticamente en los criterios de la protección radiológica.

En este estudio descriptivo se pudo hacer correlación y se determinó que, aunque las capacitaciones pueden funcionar, aún hay falencias que tendrían que corroborarse con intervenciones constantes y una labor docente en concienciar y sensibilizar al estudiante de la importancia de la protección radiológica; así como se recomienda evaluar el desarrollo de las cátedras base, para optimizar y mejorar la conducta de los estudiantes. De igual manera, es importante la creación de una cultura del autocuidado en lo que tiene que ver con los conocimientos básicos de la protección radiológica, y el uso adecuado de los mecanismos y elementos de radioprotección.

## Referencias

1. Organización Mundial de la Salud. [Internet] 2016 abr. 29. Radiaciones ionizantes: efectos en la salud y medidas de protección. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs371/es/>
2. Brusin J. Radiation Protection. Radiologic technology. 2007;5(78):378-392.
3. Azpeitia J, Puig, J, Soler R. Manual para técnico superior en imagen para el diagnóstico y medicina nuclear. Bogotá: Panamericana. 2016.
4. Andisco D, Blanco S, Buzzi AE. Dosimetría en tomografía computada. Revista Argentina de Radiología. 2014;78(3):156-160.
5. Andisco D, Blanco S, Buzzi AE. Dosimetría en radiología. Revista Argentina de Radiología. 2014;78(2):114-117.
6. Johnson M. Radiation protection education in fluoroscopy. Radiologic Technology. 2015;86(5):511-530.

7. Saucedo V, Barajas J. Protección radiológica. *Rev Sanidad Militar Mex.* 2004;58(4):302-315.
8. Bushong S. *Manual de radiología para técnicos.* 8va ed. España: Elsevier. 2005.
9. Colangelo J, Johnston J, Killion J, Wright, D. Radiation biology and protection. *Radiologic Technology.* 2009;80(5):421-441.
10. Brookfield H, Manning-Stanley A, England A. Light beam diaphragm collimation errors and their effects on radiation dose for pelvic radiography. *Radiologic Technology.* 2015;86(4):379-391.
11. Dewar C. Occupational radiation safety. *Radiologic Technology.* 2013;84(5):467-486.
12. Comisión Internacional de Protección Radiológica. *Las recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica.* Madrid: Senda Editorial S.A. 2008.
13. Ortega X. Dosimetría personal y protección radiológica. *Rev. Nucleus.* 1998;(24):28-35.
14. Slechta A, Reagan F. An examination of factors related to radiation protection practices. *Radiologic Technology.* 2008;79(4):297-305.
15. Alhasan M, Abdelrahman M, Alewaidat H, Khader Y. Radiation dose awareness of radiologic technologists in major Jordanian hospitals. *International Journal of Radiation Research.* 2016;(2)14:133-138.
16. Seeram E, Brennan P. Diagnostic reference levels in radiology. *Radiologic Technology.* 2006;77(5):373-384.
17. Holmström A, Ahonen S. Radiography students' learning: a literature review. *Radiologic Technology.* 2016;87(4):371-379.
18. Moore Q. Medical radiation dose perception and its effect on public health. *Radiologic Technology.* 2014;85(5):247- 254.
19. Ros L. Formación en radiología: un apasionante compromiso a asumir. *Revista Argentina de Radiología.* 2009;73(1):91-96.
20. Del Cura J, Martínez A, Sendra F, Rodríguez R, Puig H, Alguersuari A. La enseñanza de la radiología en los estudios de la licenciatura de Medicina en España. Informe de la Comisión de Formación de la SERAM. *Radiología.* 2008;(50):177-182
21. Puig, J. Formación en habilidades complementarias y radioprotección. *Rev. Radiología.* 2011;53(3):220-225.
22. Del Cura J. Formación en Radiología. Retos e incertidumbres. *Rev. Radiología.* 2007;49(4):221-224.