



"Evaluación de la aplicación de las normas de Radioprotección en los servicios que utilizan radiación ionizante, en el Hospital de Clínicas en el período mayo - agosto 2014"

Grupo 81

Br. Valentina Casal

Br. Roxana De León

Br. Pablo Figueira

Br. Olga Flores

Tutores:

Asist. Ana G. Sánchez

Prof. Adj. Nelson Bracesco

Laboratorio de Radiobiología - Departamento de Biofísica

Índice de contenidos:

Resumen	pág 3
Hipótesis	pág 3
Marco teórico	pág 3
Objetivos	pág 12
Metodología	pág 12
Resultados	pág 13
Discusión	pág 14
Gráficos y tablas	pág 16
Bibliografía	pág 21
Agradecimientos.....	pág 23
Anexos	pág 24

Resumen:

Introducción: En el Hospital de Clínicas de Montevideo se realiza una evaluación de la aplicación de las normas de Radioprotección en los servicios que utilizan radiación ionizante, en el período mayo-agosto 2014. **Objetivos:** Realizar un estudio poblacional en servicios del Hospital de Clínicas que utilicen radiaciones ionizantes para valorar el cumplimiento de normas de radioprotección y el uso de dosímetro. **Métodos:** Se realizó un estudio observacional, descriptivo, transversal, en los servicios de Hemodinamia, Radioterapia, Imagenología y Medicina Nuclear del Hospital de Clínicas. Simultáneamente se realizó una encuesta a los estudiantes de 6° año de la carrera Dr. en Medicina de la Facultad de Medicina, UdelaR. **Conclusiones:** A pesar de todos los programas e información disponible, y el conocimiento de las normas de radioprotección vigentes, encontramos notorias carencias en la aplicación de las mismas por parte del personal ocupacionalmente expuesto, así como una deficiencia en la formación en el grupo de estudiantes.

Hipótesis de trabajo:

Presunción del desconocimiento o dificultad en el cumplimiento de la reglamentación vigente por parte del equipo de salud y de los estudiantes en formación en el Hospital de Clínicas.

Marco teórico:

La protección radiológica es una rama de la medicina que surgió a principios del siglo XX, y se desarrolló notablemente durante sus últimas décadas. Nació después del descubrimiento de las radiaciones ionizantes (Roentgen, Becquerel, los esposos Curie, Villard) y de comprobarse su peligrosidad en virtud de las reacciones patológicas que producen en contacto con el organismo humano¹. Se observó que de igual modo podían curar y originar el

cáncer. Así surgió la necesidad de protegerse de ellas por parte de quienes las aplican en la terapéutica del cáncer, de esta forma comenzaron a crearse los medios de protección, incluidos los reglamentos. Dichas medidas conllevaron el nacimiento de esta importante disciplina donde se vinculan la física y la medicina¹. Innumerables aplicaciones derivadas de aquellos primeros conocimientos son hoy una práctica habitual en diversas áreas de la producción, la investigación, especialmente en medicina.

Este trabajo plantea que debido a la presunción del desconocimiento o dificultad en la transmisión de la reglamentación vigente por parte del equipo de salud, sumada a la existencia de un flujo de cientos de estudiantes que circulan a diario por los distintos sectores del Hospital de Clínicas "Dr. Manuel Quintela", el aumento de la demanda para estudios imagenológicos como apoyo diagnóstico, y el incremento de la "Medicina Defensiva", y el incremento de técnicas como (La radiología convencional, la tomografía computarizada, la radiología intervencionista, las técnicas de medicina nuclear, la tomografía por emisión de positrones y la radioterapia con fuentes radiactivas y aceleradores de partículas)²; Indican que resulta imprescindible el conocimiento, aplicación, difusión y control de las normas vigentes de radioprotección en el equipo de salud.

Conceptos Básicos de las Radiaciones

Radiación se define como energía que viaja por el espacio, esta energía puede viajar en forma de ondas: radiación electromagnética (ej.: rayos gamma o rayos X) o de partículas (ej.: partículas alfa y beta o neutrones)^{3,4}.

La clasificación de las radiaciones emitidas por sustancias radiactivas en los tres tipos llamados rayos alfa, beta y gamma, está hecha sobre la base del poder de penetración de las mismas en la materia, y de acuerdo con el orden creciente de espesores que pueden atravesar respectivamente.

La radiación alfa es la menos penetrante, siendo fácilmente absorbida en unos centímetros de aire o por unas hojas de papel. La radiación alfa está formada por partículas de carga +2e y masa de aproximadamente 4 uma, que se ha identificado como núcleos de $4\text{-}^2\text{He}$.

La radiación beta tiene poder de penetración intermedio, apreciablemente mayor que el de la radiación alfa, puede viajar varios metros en el aire o a través de varias hojas de aluminio antes de ser completamente absorbida. La radiación beta está formada por partículas con la misma carga, $-e$, y se han identificado como electrones.

La radiación gamma es la más penetrante, de hecho puede atravesar grandes espesores de plomo y su absorción no es total. Esta radiación carece de carga y de masa y se ha identificado como radiación electromagnética.

Es debido a la división arbitraria del espectro electromagnético que cuando se dice "radiación electromagnética ionizante" nos referimos a los rayos X y rayos γ . Las radiaciones electromagnéticas capaces de ionizar la materia lo hacen principalmente en forma indirecta, debido a que no presentan carga. Por convención llamamos rayos γ a los fotones que provienen del núcleo atómico y rayos X a los generados por cambios energéticos en orbitales electrónicos. Los rayos X se pueden emitir también debido a la desaceleración de electrones ^{5,6,7,8}.

La radiactividad es un fenómeno natural y las fuentes naturales de radiación son una característica del medio ambiente. Las radiaciones y las sustancias radiactivas tienen muchas aplicaciones beneficiosas, que van desde la generación de electricidad hasta los usos en la medicina, la industria y la agricultura. Los riesgos asociados a las radiaciones que estas aplicaciones pueden entrañar para los trabajadores y la población y para el medio ambiente deben evaluarse y, de ser necesario, controlarse ^{3,9}.

Para ello es preciso que actividades tales como el uso de la radiación con fines médicos, la explotación de instalaciones nucleares, la producción, el transporte y la utilización de material radiactivo y la gestión de los desechos radiactivos estén sujetas a normas de seguridad ^{10,11}.

Interacción con la materia: a su paso la radiación describe distintos tipos de interacción con la materia de tipo "choques elásticos" y según la energía incidente se pueden definir los efectos fotoeléctrico, Compton y formación de pares; para partículas cargadas (α y β) puede afirmarse que la interacción

básica responde a la Ley de Coulomb entre cargas eléctricas, la cual da lugar a dos fenómenos elementales: la excitación atómica (o molecular) y la ionización⁸.

Interacción de la radiación electromagnética γ y X con la materia:

Efecto Fotoeléctrico: es la denominación que se asigna al proceso en el cual toda la energía de un fotón es entregada a un electrón orbital de las primeras órbitas, o sea, aquellos que están más fuertemente ligados al núcleo.

Efecto Compton: es el proceso en el cual el fotón incidente cede parte de su energía a un electrón orbital reteniendo el resto de la energía. El átomo resulta ionizado y el electrón es expulsado con cierta energía dando lugar a ionizaciones secundarias.

La disminución de la energía del fotón dispersado significa que la radiación electromagnética es derivada de su trayectoria original, aumenta su longitud de onda y disminuye su frecuencia. Cuando la radiación electromagnética interacciona con la materia a través del efecto Compton se produce la absorción y dispersión parcial de la energía que transporta. Así la atenuación de la intensidad de un haz de radiación en la dirección de su trayectoria inicial resulta ser la suma de dos procesos: la verdadera absorción de energía por parte del material y la dispersión de energía que se produce simultáneamente. Es prácticamente independiente del número atómico del material resultando ser aproximadamente iguales para todas las sustancias.

Formación de pares: cuando los fotones poseen suficiente energía (más de 1,02 MeV), la radiación electromagnética puede convertirse en materia como resultado de su interacción con el campo eléctrico del núcleo. Un fotón se convierte en dos partículas: un electrón y un positrón, cada una de estas partículas posee una masa cuyo equivalente energético es de 0,51 MeV por lo cual los fotones deben poseer una energía superior al doble para dar lugar a la formación de pares.

Como consecuencia de este proceso la radiación electromagnética incidente es absorbida y además dispersada, la dispersión no ocurre en la misma zona de incidencia sino a cierta distancia dada por el recorrido de los positrones antes

de recombinarse. La posibilidad de interacción por formación de pares aumenta con energías mayores, y la absorción y atenuación de energía por unidad de masa se incrementa aproximadamente con la primera potencia del número atómico del material absorbente.

De las diferentes formas en que un rayo X puede interactuar con la materia, sólo dos tienen particular importancia en radiología, el efecto Compton y el efecto fotoeléctrico. El efecto Compton provoca que la información de interés diagnóstico no alcance la placa. Por otra parte, el efecto fotoeléctrico causa la absorción total de los rayos X. La imagen radiográfica es producida por los rayos X que atraviesan el cuerpo del paciente sin experimentar interacciones^{3,7,13,14}.

Radioactividad: se define como la desintegración espontánea de átomos de un radionúclido, la energía excedente es emitida en forma de radiación ionizante. Cada radionúclido se caracteriza por el tipo de radiación que emite, la energía de la radiación y su semivida.

Los seres humanos estamos expuestos a la radiación natural a diario. La radiación natural proviene de muchas fuentes (naturales, industriales y de uso médico).

La exposición a la radiación puede ser interna o externa, y puede tener lugar por diferentes vías. La exposición interna a la radiación ionizante se produce cuando un radionúclido es inhalado, ingerido o entra de algún otro modo en el torrente sanguíneo (por ejemplo, inyecciones o heridas). La exposición interna cesa cuando el radionúclido se elimina del cuerpo, ya sea espontáneamente (por ejemplo, en los excrementos) o gracias a un tratamiento. La contaminación externa se puede producir cuando el material radiactivo presente en el aire (polvo, líquidos, aerosoles) se deposita sobre la piel o la ropa. Generalmente, este tipo de material radiactivo puede eliminarse del organismo por simple lavado⁹.

La exposición a la radiación ionizante también puede resultar de la irradiación externa (por ejemplo, la exposición médica a los rayos X). La irradiación externa se detiene cuando la fuente de radiación está blindada o la persona

sale del campo de irradiación. La absorción de la radiación por la materia viva es función tanto de la calidad y cantidad del haz de radiación como de la estructura y composición del tejido absorbente ^{7, 8, 14, 15, 16}.

Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes:

El daño que causa la radiación en los órganos y tejidos depende de la dosis recibida, o dosis absorbida, que se expresa en una unidad llamada gray (Gy). El daño que puede producir una dosis absorbida depende del tipo de radiación y de la sensibilidad de los diferentes órganos y tejidos ^{3, 8, 15}.

La clasificación de los efectos biológicos de las radiaciones puede hacerse según diferentes criterios, entre ellos por el tejido afectado, el tiempo de latencia entre exposición y efecto y en estocásticos y no estocásticos. Con respecto al sitio de acción, podemos hablar de efectos somáticos, los producidos sobre las células que componen los diferentes tejidos del organismo y efectos genéticos cuando la actuación se produce sobre células germinales, por lo que van a afectar a las generaciones futuras. Según el tiempo pueden clasificarse en somáticos tempranos o tardíos, siendo los primeros en las primeras semanas postexposición y los últimos, cuando su aparición tarda varios años o incluso décadas desde la exposición. Los efectos estocásticos (probabilísticos) de las radiaciones ionizantes inducen daño en el genoma celular de manera probabilística, esto es que puede dañarse cualquier grupo de genes al azar, así, si bien la célula mutada está transformada, es viable. Mutagénesis y carcinogénesis son los efectos estocásticos principales, se caracterizan por no presentar umbral de dosis. Los efectos no estocásticos (determinísticos), están relacionados con reversibilidad e irreversibilidad de los efectos celulares. La probabilidad de que se produzcan tales efectos es nula a dosis pequeña, pero por encima de un determinado nivel de dosis denominado umbral aumenta su frecuencia en dependencia con la dosis. Se entiende por dosis umbral a la dosis de radiación mínima necesaria para provocar el efecto por lo menos para el 5% de los individuos expuestos. Son ejemplos de este tipo de efectos las cataratas, aplasia medular radioinducida, radiodermatitis,

quemaduras radiológicas, esterilidad, efectos teratogénicos y hereditarios ^{8, 7, 10, 11, 15,16}.

Por todas estas razones previamente mencionadas, es necesario conocer los límites y restricción de dosis y los niveles de referencia. La comisión internacional de protección radiológica (ICRP), ha ido estableciendo desde sus comienzos y periódicamente límites de dosis para trabajadores y público. Límite es la dosis recibida por individuos en Sv (excluyendo la radiación natural y las dosis recibidas en calidad de pacientes) que no debe de ser excedida por causa alguna. Los límites de dosis se aplican a los trabajadores y al público. El control periódico de que las dosis anuales no lleguen a los límites fijados, asegura que los efectos deterministas sean evitados y que la probabilidad de sufrir efectos estocásticos sean suficientemente bajos. A estos efectos, los trabajadores deben utilizar dosímetro en las áreas de trabajo y el público está protegido con dosimetrías periódicas en las áreas de circulación vecinas a los recintos donde hay procedimientos con fuentes de radiaciones ionizantes. Los límites de dosis efectiva para miembros del público se aplican a la dosis promedio en el grupo crítico, es decir, el grupo de la población representativo de las personas más expuestas a una fuente de radiación dada (por ejemplo: acompañantes). El sievert (Sv) es una unidad de dosis de radiación ponderada, también llamada dosis efectiva. Es una manera de medir la radiación ionizante en términos de su potencial para causar daño. El sievert tiene en cuenta el tipo de radiación y la sensibilidad de los tejidos y órganos. El sievert es una unidad muy grande, por lo que resulta más práctico utilizar unidades menores, como el milisievert (mSv) o el microsievert (μ Sv). Hay 1000 μ Sv en 1 mSv, y 1000 mSv en 1Sv. Además de utilizarse para medir la cantidad de radiación (dosis), también es útil para expresar la velocidad a la que se entrega esta dosis (tasa de dosis), por ejemplo en μ Sv/hora o mSv/año.

El límite de la dosis efectiva para el público es de 1mSv/año; en casos excepcionales se puede admitir un valor-año más alto, siempre que el valor promedio en 5 años no supere 1mSv/año.

El límite de dosis efectiva para el personal profesionalmente expuesto es de 20

mSv en un año. Este valor debe ser considerado como el promedio en 5 años consecutivos (100 mSv en 5 años), no pudiendo excederse los 50 mSv en un único año. Para verificar el cumplimiento de los límites de dosis citados previamente, se suma la dosis equivalente efectiva anual debida a exposición externa y la dosis efectiva comprometida debida a la incorporación corporal de material radiactivo durante el mismo año.

Los valores de restricción en la dosis son valores de dosis individual que proporcionan un nivel básico de protección para los individuos más expuestos a una o varias fuentes.

Para las exposiciones ocupacionales, los valores de restricción son definidos para cada instalación en particular y los mismos se implementan a los efectos de la optimización de la protección de trabajadores con determinada fuente, acotando las dosis máximas permisibles para dichas fuentes. Se considera personal ocupacionalmente expuesto a aquellos funcionarios que por su trabajo tienen riesgo de exponerse a dosis límites anuales mayores que el público general. Estos deben trabajar próximos a fuentes de radiaciones ionizantes en actividad, al ejecutar lo esencial de sus funciones en forma habitual y estar asignados a tareas que implican su permanencia en zonas controladas o supervisadas⁴.

Para la exposición pública, el valor de la restricción de dosis se fija en el límite superior en las dosis anuales que los miembros del público deberían recibir por las prácticas planificadas de cualquier fuente controlada.

Para pacientes se aplican métodos de reducción de dosis sin perder información valiosa para realizar un diagnóstico o planificar un tratamiento. Los mismos representan el nivel de dosis-riesgo, por encima del cual se juzga como inapropiado permitir que tengan lugar exposiciones y por debajo del cual debe implementarse la optimización de la protección (ALARA). Siempre teniendo en cuenta el criterio ALARA, las imágenes diagnósticas realizadas con RI, deben realizarse con la mínima dosis necesaria para llegar al diagnóstico. Deben tenerse presentes siempre las tres normas básicas de la protección de los profesionales y del público, que son las siguientes: reducir el tiempo o la

“cantidad de radiación”, aumentar la distancia y poner blindaje^{10, 11, 18, 19, 20 21}.

Marco legal:

La protección radiológica adecuada de los trabajadores es esencial para el uso seguro y aceptable de la radiación, los materiales radiactivos y la energía nuclear.

La reglamentación relativa a la seguridad es una responsabilidad nacional. Sin embargo, los riesgos asociados a las radiaciones pueden trascender las fronteras nacionales, y la cooperación internacional ayuda a promover y aumentar la seguridad en todo el mundo mediante el intercambio de experiencias y el mejoramiento de la capacidad para controlar los peligros, prevenir los accidentes, responder a las emergencias y mitigar las consecuencias dañinas ^{10, 11, 17}.

El establecimiento de requisitos y orientaciones de seguridad sobre la protección radiológica ocupacional es un importante componente del apoyo a la seguridad radiológica que brinda la OIEA a sus Estados Miembros.

Las orientaciones sobre el cumplimiento de los requisitos de las normas básicas de seguridad para la protección ocupacional se presentan en tres guías de seguridad interrelacionadas, una que ofrece una guía general para la elaboración de los programas de protección radiológica ocupacional y dos que brindan una orientación más detallada sobre la vigilancia y evaluación de la exposición de los trabajadores debida a fuentes externas de radiación y a incorporaciones de radionucleidos, respectivamente ^{10,11,17}.

En nuestro país, en enero del año 2013 se redactó una Ley (19.056) cuyo Artículo N° 2 dice "El objetivo sustancial de la presente ley es asegurar la protección y la seguridad radiológica en cuanto a la protección del personal ocupacionalmente expuesto, al del público en general, a los bienes y al del medio ambiente, de los efectos negativos de las radiaciones, evitando riesgos y daños radioinducidos o mitigando los mismos, asegurándose asimismo la protección física de las fuentes e instalaciones. Al final de este trabajo, en la sección de "Anexos" se adjunta esta Ley.

Objetivo general:

Corroborar con qué regularidad se cumplen las medidas de radioprotección.

Objetivos específicos:

Realizar un estudio poblacional en servicios del Hospital de Clínicas que utilicen radiaciones ionizantes para valorar el cumplimiento de normas de radioprotección y el uso de dosímetro.

Establecer una relación entre el nivel de instrucción del personal y el grado de cumplimiento.

Objetivar un vínculo entre la cantidad de tiempo de trabajo con RI y el cumplimiento de reglamentación.

Metodología:

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, transversal, durante el período mayo-agosto de 2014 en los servicios de Hemodinamia, Radioterapia, Imagenología y Medicina Nuclear del Hospital de Clínicas. Simultáneamente se realizó una encuesta a los estudiantes de 6° año de la carrera Dr. en Medicina de la Facultad de Medicina, UdelaR.

El personal ocupacionalmente expuesto en estos servicios es de 228 personas, número que corresponde a la cantidad de dosímetros asignados (información a partir de los datos que aportó la base del programa de vigilancia proveniente del Centro de Investigaciones Nucleares (CIN) y la Unidad de Protección Radiológica del Hospital de Clínicas).

Se efectuaron encuestas previamente confeccionadas al personal de salud ocupacionalmente expuesto (ver anexo), entre ellos Técnicos, Lic. en Enfermería, Aux. en Enfermería, Practicantes Internos, Residentes y Médicos, donde se recabaron datos descriptivos y conductas del personal involucrado en la investigación.

Además se realizó una encuesta a estudiantes vía red social (Facebook), que constó de cinco preguntas estructuradas de respuesta binaria (si - no).

Resultados:

Se presentan a continuación los resultados de las encuestas realizadas al personal ocupacionalmente expuesto y a los estudiantes.

El personal ocupacionalmente expuesto en estos servicios es de 228 personas, número que corresponde a la cantidad de dosímetros asignados (información a partir de los datos que aportó la base del programa de vigilancia proveniente del Centro de Investigaciones Nucleares (CIN) y la Unidad de Protección Radiológica del Hospital de Clínicas). Se realizaron los cálculos correspondientes para calcular el tamaño muestral, con una seguridad del 95% y α 0,05, cuyo resultado fue de $n= 55,5$. Se procedió de igual manera para el n estudiantil, el resultado obtenido fue de $n=61,7$.

El gráfico nº1 muestra la distribución por sexo del personal, encontrándose prevalencia del sexo femenino (64.3%). En el gráfico 2 se muestra la distribución por edades del personal, observándose que la mayoría del personal expuesto se encuentra entre los 20 y 30 años.

La encuesta realizada entre el personal expuesto muestra una relación inversa entre la formación de las personas encuestadas y el cumplimiento con el uso del dosímetro (gráfico nº 3). En relación a los años de trabajo con radiaciones ionizantes y el uso del dosímetro se observa que el personal con menos años trabajados presenta un 36% promedio de No utilización de dosímetro, mientras que en el rango de mayor edad se observó en algunos casos 100% de No uso y otros 100% de uso de dosímetro (siendo el n en estos casos muy pequeño, lo que impide sacar conclusiones) (gráfico nº4).

Del grupo estudiantil se obtuvo una muestra de 100 individuos, en base a esta se presentan los siguientes resultados.

En el gráfico nº5 se muestra que cantidad conocen (80%) y aplican medidas de radioprotección (68 %).

Se realizó una pregunta sobre el cumplimiento del personal ocupacionalmente expuesto desde la perspectiva estudiantil, observándose que un 59 % opina que se cumple con las medidas de radioprotección (gráfico nº 6).

Otro de los ítems que se valoró con esta encuesta es, si consideran que se les advierte, para su protección en los diferentes servicios cuando utilizan radiaciones ionizantes, El resultado de esta encuesta da que 67 % plantea que a veces se les advierte y 22 % considera que Si se les advierte(gráfico nº7).

Discusión:

El cometido de este estudio fue realizar un relevamiento sobre el conocimiento y la correcta aplicación de normas de radioprotección, en los servicios que utilizan radiaciones ionizantes en el Hospital de Clínicas.

En nuestro país la regulación es llevada a cabo por la Autoridad Reguladora Nacional en Radioprotección del Ministerio de Industria, Energía y Minería y en el Hospital de Clínicas, la Dirección a través de la Unidad de Protección Radiológica. Además existe un Programa de Vigilancia Epidemiológica de los Trabajadores Expuestos a las Radiaciones Ionizantes del Departamento de Salud Ocupacional de Facultad de Medicina, UdelaR, que tiene como cometidos estudiar los lugares de trabajo, evaluando las condiciones y medio ambiente laboral y mantener actualizado el conocimiento, vigilar la zona de trabajo, las dosimetrías personales de los trabajadores expuestos y realizar la valoración comparativa de las dosimetrías personales con los valores de referencia vigentes a nivel nacional (Autoridad Reguladora Nuclear en Radioprotección) e internacional (Comisión Internacional de Protección Radiológica y el Organismo Internacional de Energía Atómica).

Este Programa de Vigilancia contribuye al mejoramiento de las medidas de control de exposición en tanto centraliza la información, interactúa con los Servicios y mantiene actualizada la lista de funcionarios expuestos.²³

A pesar de todos los programas e información disponible, y el conocimiento de las normas de radioprotección vigentes, encontramos notorias carencias en la aplicación de las mismas por parte del personal ocupacionalmente expuesto

Una de las observaciones que se realiza de los datos obtenidos en las encuestas es que gran parte del personal expuesto ocupacionalmente y que no cumple correctamente con las medidas de radioprotección se encuentran en el rango etario entre los 20 y 30 años, lo cual consideramos relevante ya que es personal que aún le quedan muchos años de trabajo, y además se encuentran en etapa genital activa lo que implica una alta sensibilidad a las radiaciones ionizantes (gráficos 1 y 2).

Se observó un uso deficiente de los dosímetros (gráficos 3 y 4), no pudo verificarse si se debe a una entrega irregular por parte de los servicios o negligencia del individuo expuesto en cuanto a su uso permanente y adecuado.

Respecto al uso de los mismos se encontró que cada persona expuesta tiene un dosímetro en cada lugar de trabajo y no se realiza un control de la sumatoria de dosis a la que el individuo está expuesto (Tabla I), considerándose como una deficiencia en el control, lo que incumple con el Artículo 5, numeral I de la Ley 19.056, recientemente implementada.

Con respecto al grupo de estudiantes, dado los resultados obtenidos (gráficos 5, 6 y 7) en la investigación, y considerando que en la carrera solo existe una instancia formativa respecto al tema radioprotección, consideramos que sería oportuno que este tipo de información fuera profundizada en la inmediatez previa al pasaje por cada uno de los servicios implicados.

Visto el avance tecnológico que revolucionó las prácticas en la salud, y el aumento de la medicina defensiva, sugerimos reflexionar acerca de la utilización de las tecnologías radiológicas y de la necesidad de una educación permanente, dirigida a estudiantes y personal expuesto a radiaciones ionizantes, así como sobre el cumplimiento de leyes y normas vigentes para una praxis segura.

El cumplimiento de estos puntos serán de fundamental importancia para la seguridad de los trabajadores y estudiantes, principalmente en lo que se refiere a la protección radiológica.

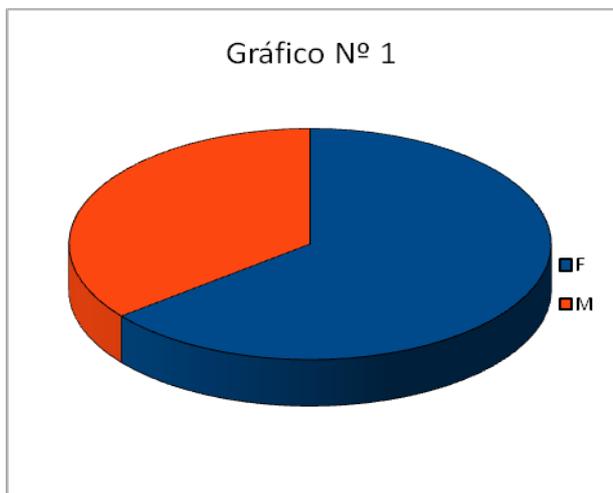


Gráfico 1. Distribución del personal según sexo

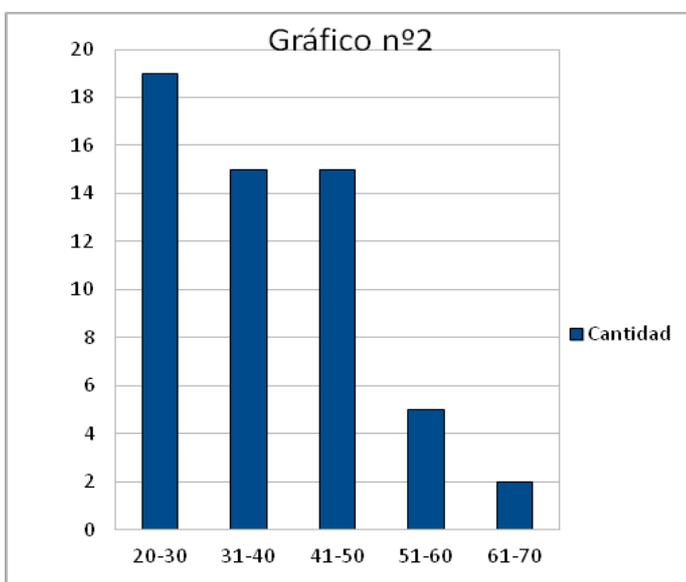


Gráfico 2. Distribución del personal por edad

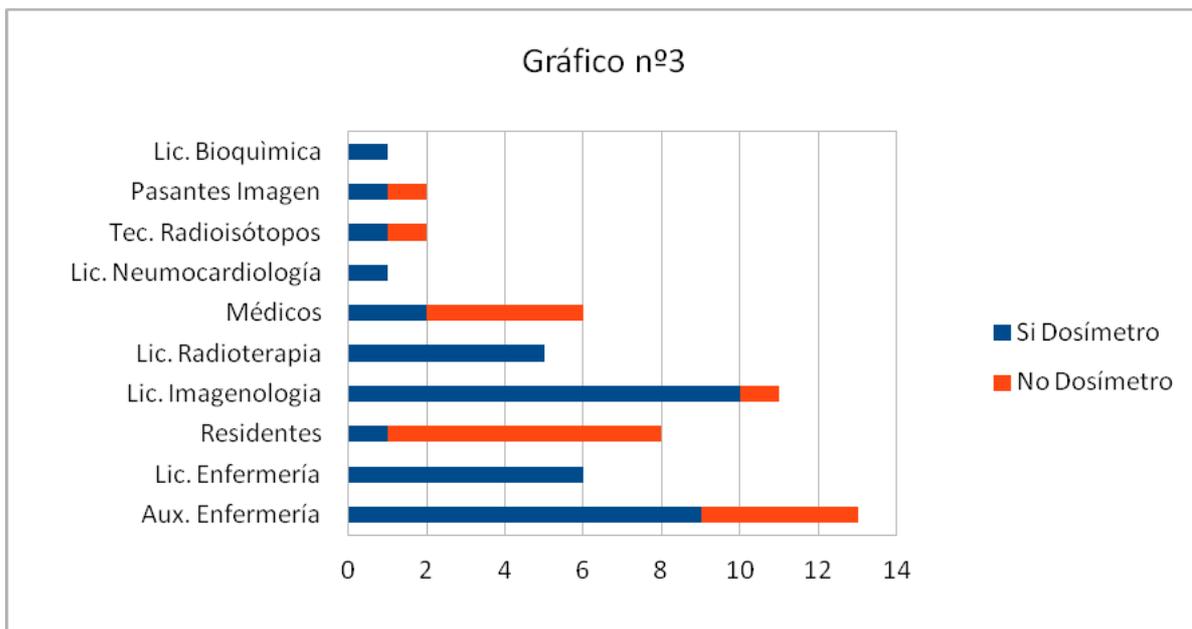


Gráfico 3. Distribución del personal por formación y uso de dosímetro

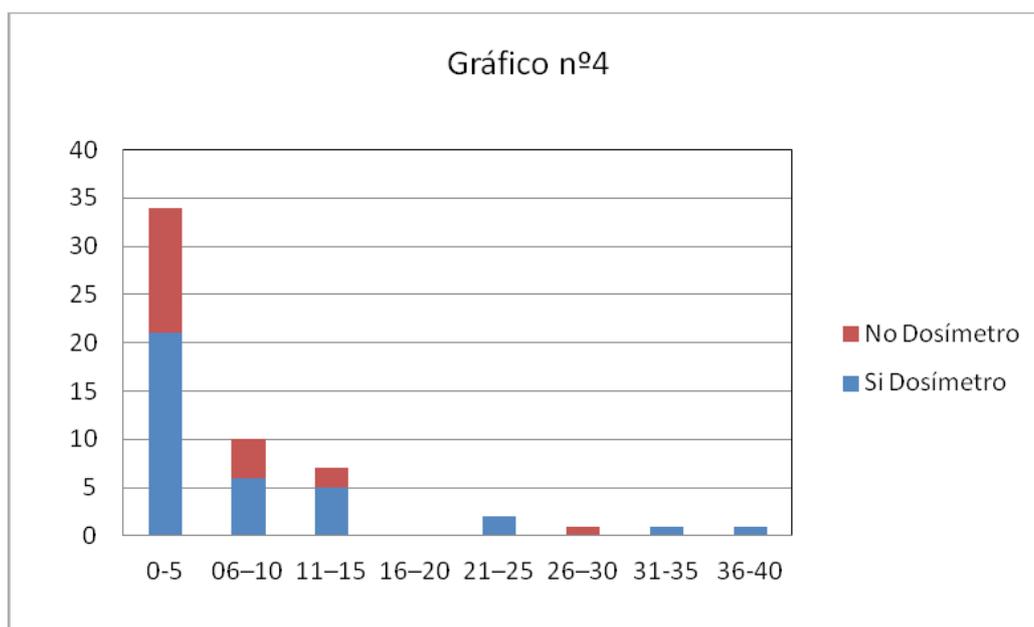


Gráfico 4. Distribución del personal según años de exposición a RI Vs utilización de dosímetros

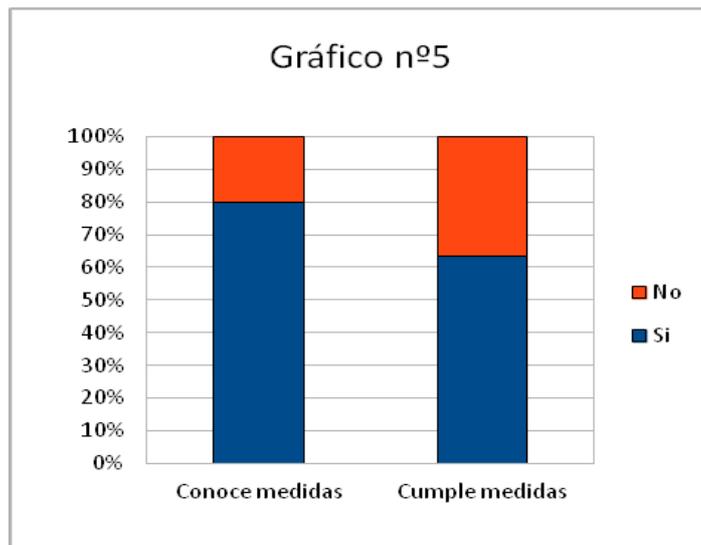


Gráfico 5. Distribución de estudiantes de 6º año en relación al cumplimiento de medidas de radioprotección.

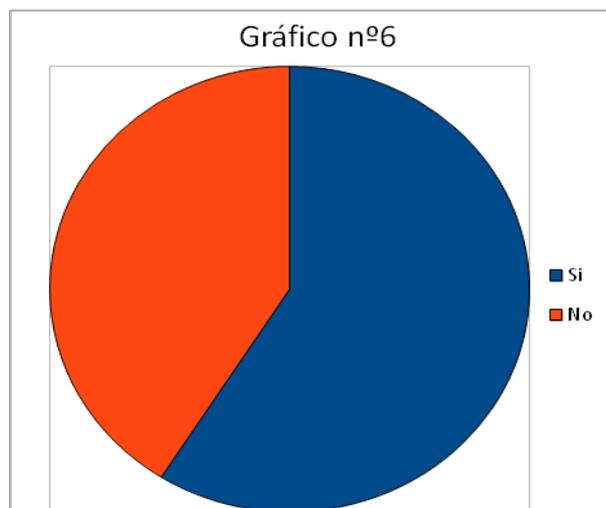


Gráfico 6. Percepción de estudiantes del cumplimiento de medidas de radioprotección por parte del personal expuesto.

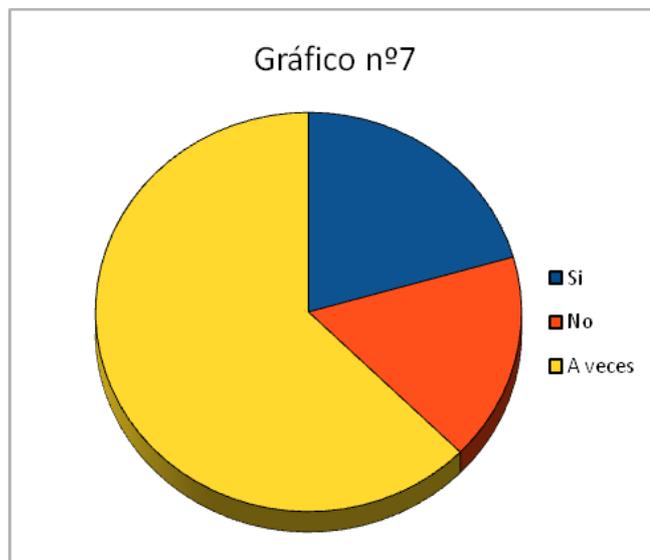


Gráfico 7. Proporción de estudiantes advertidos, no advertidos y a veces advertidos a la hora de utilizar radiaciones ionizantes.

TABLA I

Muestra la proporción de personal que posee más de un trabajo con RI y si usa o suma dosimetrías

Usa Dosímetro	Otros trabajos	Mismo Dosímetro en todos los trabajos
si	si	no
si	no	
si	no	
si	si	no
no	si	no
no	no	
no	no	
no	no	
no	si	no
no	si	no
si	no	
si	si	no
no	si	no
si	si	no
si	no	
no	no	
si	no	
si	si	no
si	si	no
si	no	
si	si	no
si	no	
si	no	
no	no	
no	si	no
no	no	
si	no	
si	si	no
si	si	no
si	no	
no	si	no
si	no	
no	si	no
no	si	no
no	no	
si	no	
no		
si	no	
si	no	
si	si	no
no	no	
si	si	no
si	no	
si	no	
a veces	no	
si	si	no
no	no	
no	no	
si	si	no
si	no	
si	si	no
si	si	no

Bibliografía:

- 1- Beldarraín LE, Beldarraín EC. Apuntes Históricos Sobre El Origen Y Desarrollo De La Protección Radiológica En Cuba. Rev Cubana Oncol 2000;16(3):192-7
- 2- Arias CF. La regulación de la protección radiológica y la función de las autoridades de salud. Rev Panam SaludPublica. 2006;20(2/3);188–97.
- 3- Nunes E, Gelos U, Barrios E. Oficina del Libro AEM. Edición revisada 2006.
- 4- Pedrosa CS, Casanova R. Diagnóstico por imagen: compendio de radiología clínica. Mc. Graw-Hill. Interamericana, 1987.
- 5- Bushong SC. Manual de Radiología para Técnicos. Física, Biología y Protección Radiológica. 6ª ed. Ediciones Harcourt España SA; España 1999.
- 6- Attix F. Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry. John Wiley & Sons, New York, 1986.
- 7- Kiefer Jürgen. Biological Radiation Effects. Springer-Verlag, Berlin. 1990. Lee y col. Radiology 231(2): 393-398, 2004.
- 8- Johns HE, Cunningham JR. The Physics of Radiology. 4ª edición, Charles C. Thomas publicaciones, USA, 1983.
- 9- Henkin, RE ed. Nuclear Medicine. 2nd ed. Philadelphia : Mosby, 2006.
- 10- ICRP. The 1990 recommendations of the ICRP. Pub. N°60. Ann ICRP. 21:p1-3, 1991.
- 11- ICRP. Protección radiológica en Medicina. Publicación 105. Traducción oficial al español. Sociedad Argentina de Radioprotección (SAR), 2011 ICRP.
- 12- Hall EJ. Radiobiology for the Radiologist. 4ª edición, J.B. Lippincott Company, 1994.
- 13- Nias AHW. An introduction to Radiobiology. John Wiley & Sons Ltd England. 1990.
- 14- Still G. Basic Clinical Radiobiology. Edgard Arnold Publishers Ltd. 3rd edition, 2002.
- 15- Keller BE. Física Radiológica Básica. Apéndice II. En: Oncología Clínica, un enfoque terapéutico multidisciplinario. Universidad de Rochester.

Eds: Dr. Rubin P, Dr. Bakemeier R, Dr. Salazar O. Traductor: Dr. Castro-Vita H. 1978.

16- Sutherland R. Principios Básicos de la Radiobiología. Apéndice III. En: Oncología

17- Coogle JE. Biological Effects of Radiation. Taylor & Francis Ltd. London, 1983.

18- Web del Departamento de Salud Ocupacional Facultad de Medicina UdelaR. Programa de Vigilancia Epidemiológica de los Trabajadores Expuestos a las Radiaciones Ionizantes de la UdelaR, 2014

19- Durán A. Protección Radiológica en Cardiología Intervencionista.

20- ICRU. Measurements of Dose Equivalents from External Photon and Electron Radiations. ICRU report N° 47. Bethesda, Maryland, USA, 1992.

21- Joiner M, van der Kogel A. Basic Clinical Radiobiology. 4º edición. Publicado por Hodder Arnold (UK Company), 2009.

22- UNSCEAR 2008 report. Sources and effects of ionizing radiation. Vol I. New York, 2010.

23- <http://www.dso.fmed.edu.uy/programa-de-vigilancia-epidemiologica-de-los-trabajadores-expuestos-las-radiaciones-ionizantes-de-la>

Agradecimientos:

En este espacio queremos agradecer a todas las personas y a los servicios de Imagenología, Hemodinamia y Medicina Nuclear del Hospital de Clínicas “Dr. Manuel Quintela” y a nuestros compañeros de la carrera Dr. en Medicina, quienes hicieron posible la realización del trabajo. Respecto a la elaboración del mismo, agradecemos a los tutores Dr. Nelson Bracesco y Ana Sánchez por su dedicación, correcciones y sugerencias.

Anexos:

Encuestas:

1- Encuesta realizada a Estudiantes

Conoce las medidas de radioprotección?

Conocen más de 3 medidas de radioprotección?

Si ha pasado por algún servicio que utilice radiaciones ionizantes, considera que se cumplen las normas de radioprotección por el personal de salud?

Como estudiante, cumple con las medidas de radioprotección?

Considera usted que a la hora de utilizar radiaciones ionizantes se advierte a los estudiantes para su protección?

2- Encuesta al personal ocupacionalmente expuesto.

Edad:

Servicio al que pertenece:

Cargo:

Cantidad de horas semanales de exposición a RI:

Tipo de radiación a la que se halla expuesto:

Cantidad de tiempo en el servicio:

¿Conoce las medidas de radioprotección?

Respecto a lo anterior, ¿Cumple con estas medidas?:

¿Usa dosímetro?:

¿Cuánto hace que trabaja con R.I.?:

¿Además de trabajar en el Hospital de Clínicas, lo hace en algún otro lugar también expuesto a R.I.?:

En caso de haber respondido afirmativamente a la pregunta anterior, por favor responda, ¿usa el mismo dosímetro en todos sus trabajos?:

República Oriental del Uruguay

Poder Legislativo

Ley 19.056

Montevideo, 4 de Enero de 2013

Díctanse normas tendientes a asegurar la protección y la seguridad radiológica

de personas, bienes y medio ambiente.

El Senado y la Cámara de Representantes de la República Oriental del Uruguay, reunidos

en Asamblea General, DECRETAN

Artículo 1º.- Esta ley se aplicará a todas las situaciones que involucren una exposición o el potencial de una exposición a la radiación ionizante, incluyéndose todas las actividades que refieran a la tenencia, uso, desarrollo, producción, aplicación, comercialización, transporte, distribución, reparación, importación, exportación y gestión de fuentes de radiaciones ionizantes y generadores de radiaciones, que se lleven a cabo dentro del territorio de la República Oriental del Uruguay.

Quedan exceptuados aquellos que sean expresamente excluidos por resolución fundada de la Autoridad Reguladora Nacional en Radioprotección.

Artículo 2º.- El objetivo sustancial de la presente ley es asegurar la protección y la seguridad radiológica en cuanto a la protección del personal ocupacionalmente expuesto, al del público en general, a los bienes y al del medio ambiente, de los efectos negativos de las radiaciones, evitando riesgos y

daños radioinducidos o mitigando los mismos, asegurándose asimismo la protección física de las fuentes e instalaciones.

Artículo 3º.- A los efectos de la presente ley, entiéndese por:

- Protección y seguridad radiológica: Protección de las personas contra la exposición a la radiación ionizante o a los materiales radiactivos, así como seguridad tecnológica de las fuentes de radiación, incluidos los medios para conseguir esa protección y seguridad tecnológica, así como los medios para prevenir accidentes y atenuar las consecuencias de éstos si ocurrieran.
- Seguridad tecnológica nuclear: Logro de condiciones de funcionamiento adecuadas, prevención de accidentes o mitigación de sus consecuencias, cuyo resultado es la protección de los trabajadores, del público y del medio ambiente frente a peligros excesivos causados por la radiación.
- Material radiactivo: Cualquier material que contenga elementos o materiales que emitan radiaciones ionizantes en forma espontánea. Al mencionar material radiactivo, se incluye al contenedor del mismo.
- Material nuclear: El plutonio 239, uranio 233, uranio 235, uranio enriquecido en los isótopos 235 o 233, uranio conteniendo una mezcla isotópica igual a la encontrada en la naturaleza, uranio empobrecido en el isótopo 235, torio con pureza nuclear o cualquier material que contenga uno o más de los anteriores.
- Radiaciones ionizantes: Las radiaciones capaces de producir pares de iones al interaccionar con la materia.
- Equipos generadores de radiaciones ionizantes: Cualquier tipo de equipo que, durante su funcionamiento, emita radiaciones ionizantes.
- Dosimetría: Método de medición directa, indirecta o por medio de cálculos de magnitudes radiológicas y demás técnicas asociadas.
- Instalación: Lugar o ambiente de cualquier tipo donde se extraen, producen, comercializan, manipulan, almacenan, gestionan o utilizan materiales radiactivos o nucleares y equipos generadores de radiaciones ionizantes.
- Fuente de radiaciones ionizantes: Aparato o material que emite o es capaz de emitir radiaciones ionizantes.

- Salvaguardias: Actividades que tienen por objeto organizar y mantener un sistema de registro

y control de todos los materiales y combustibles nucleares a efectos de verificar que no se produzca desviación alguna del uso pacífico de los mismos.

- Desechos radiactivos: Materiales, sea cual fuese su forma física, que quedan como residuos de prácticas o intervenciones y para los que no se prevé ningún uso posterior.

Artículo 4º.- La Autoridad Reguladora Nacional en Radioprotección, creada por los artículos 173 y 174 de la Ley Nº 17.930, de 19 de diciembre de 2005, como unidad ejecutora 011 del Inciso 08 “Ministerio de Industria, Energía y Minería”, es la autoridad competente para la aplicación de esta ley y sus reglamentaciones.

Artículo 5º.- Serán competencia de la Autoridad Reguladora Nacional en Radioprotección, las siguientes:

A) Promover y difundir, a nivel de los usuarios y de la sociedad en general, la normativa referente a la protección y seguridad radiológica, las actividades de la Autoridad Reguladora en materia de esta ley, así como los beneficios de los usos pacíficos de las radiaciones ionizantes.

B) Elaborar y fiscalizar el cumplimiento de toda la normativa referente a la protección y a la seguridad radiológica.

C) Elaborar normas, reglamentos técnicos, códigos de práctica y de seguridad para las actividades en las que se aplica la tecnología nuclear, debiendo actualizarlos en forma periódica en concordancia con la evolución tecnológica y las recomendaciones del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

D) Autorizar la importación, exportación y transporte de fuentes radiactivas, radioisótopos o equipos generadores de radiaciones ionizantes, de acuerdo con las normas vigentes.

E) Supervisar el cumplimiento de todo lo concerniente con el Acuerdo para la Aplicación de Salvaguardias, concertado entre Uruguay y el OIEA (Decreto-Ley Nº 14.541, de 20 de julio de 1976) y el Protocolo Adicional al mismo (Ley Nº

17.750, de 26 de marzo de 2004), que entró en vigencia para Uruguay a partir del 30 de abril de 2004.

F) Emitir licencias de operación a las instalaciones y autorizaciones personales a quienes justifiquen capacidad técnica para trabajar con materiales radiactivos y generadores de radiaciones ionizantes, así como emitir autorizaciones para operar a los equipos inspeccionados.

G) Revocar y suspender licencias o autorizaciones, pudiéndose clausurar instalaciones en forma temporaria o definitiva y decomisar material radiactivo, cuando se compruebe incumplimiento de las normas reguladoras vigentes.

H) Regular y controlar el cumplimiento de los servicios prestados por terceros que se relacionen con las aplicaciones de las radiaciones ionizantes.

I) Brindar al trabajador ocupacionalmente expuesto a las radiaciones ionizantes, la información sobre sus valores de dosis anuales, incluyéndose si fuera del caso el valor integrado si prestara funciones en más de una institución.

J) Promover y difundir, a nivel de los usuarios y de la sociedad en general, la normativa referente a la protección y seguridad radiológica, así como las actividades de la Autoridad Reguladora en la materia de esta ley.

K) Actuar como contraparte de los proyectos referidos a infraestructura reguladora financiados por el OIEA o por otras instituciones nacionales o internacionales.

L) Supervisar la actuación del Grupo de Intervención ante Emergencias Radiológicas (artículo 299 de la Ley N° 16.736, de 5 de enero de 1996) y participar en el marco del Sistema Nacional de Emergencias cuando se deba responder ante incidentes y accidentes radiológicos.

M) Vigilar y controlar la gestión y el almacenamiento de las fuentes radiactivas en desuso y de los desechos radiactivos que pudieran generarse como producto de las diferentes prácticas autorizadas. La institución responsable de la referida gestión y almacenamiento deberá contar con la licencia de operación correspondiente, emitida por la Autoridad Reguladora.

N) Mantener contacto con los organismos reguladores de otros países y

organizaciones internacionales pertinentes para el intercambio de información y cooperación multilateral y bilateral.

Ñ) Asegurar el cumplimiento de los términos estipulados en las normas nacionales y las normas internacionales aprobadas y ratificadas por el país.

O) Establecer mecanismos apropiados para informarle al público y a los usuarios sobre el proceso regulador y los aspectos de seguridad de la radiación de las prácticas reguladas.

Artículo 6°.- Prohíbense, sin la autorización de la Autoridad Reguladora Nacional:

A) Todas las actividades que involucren radiaciones ionizantes.

B) La importación, exportación y transporte de fuentes radiactivas, radioisótopos o equipos generadores de radiaciones ionizantes.

Artículo 7°.- Sin perjuicio de las tasas de protección y de seguridad radiológicas creadas por el artículo 167 de la Ley N° 15.903, de 10 de noviembre de 1987, en la redacción dada por el artículo 225 de la Ley N° 16.320, de 1° de noviembre de 1992, créase una tasa adicional de 200 UI (doscientas unidades indexadas) por otorgamiento de autorizaciones de importación y exportación de material radiactivo.

Artículo 8°.- Los recursos financieros necesarios para el cumplimiento de las competencias del órgano regulador serán los correspondientes a la unidad ejecutora 011 del Inciso 08 "Ministerio de Industria, Energía y Minería".

Artículo 9°.- La Autoridad Reguladora es la exclusiva en el país en materia de control de la emisión de radiaciones ionizantes, contará con independencia técnica y autonomía técnicoprofesional, permaneciendo institucionalmente separada de toda otra actividad que promueva o desarrolle la tecnología nuclear o provea servicios afines, con la única excepción de aquellos servicios esenciales a la seguridad y contralor del personal expuesto y del público, que

no sea brindado por otras instituciones públicas o privadas.

Artículo 10.- La Autoridad Reguladora, a fin de asegurar el cumplimiento de las disposiciones de la presente ley en cuanto al contralor, podrá disponer, cuando corresponda, de la asistencia de los poderes públicos.

Los inspectores autorizados de la Autoridad Reguladora tendrán libre acceso a los predios e instalaciones en los que se localizan las fuentes de radiación o se anticipa se localicen, con el fin de verificar el cumplimiento de los requisitos reguladores.

Artículo 11.- Los incumplimientos a la normativa serán sancionados por la Autoridad

Reguladora con las siguientes penas:

A) Apercibimiento.

B) Clausura temporaria por hasta ciento ochenta días.

C) Multas cuyo monto se fija entre 1.850 UI (mil ochocientas cincuenta unidades indexadas) y 92.750 UI (noventa y dos mil setecientas cincuenta unidades indexadas).

D) Revocación de licencias o autorizaciones, clausuras de instalaciones y decomiso de material radiactivo, de acuerdo con lo establecido en el literal G) del artículo 5º de la presente ley.

Para la determinación de la sanción a aplicar se tendrán en cuenta los antecedentes y la reiteración o reincidencia del incumplimiento verificado, y las mismas se aplicarán de forma gradual.

En todos los casos la Autoridad Reguladora notificará fehacientemente al usuario los fundamentos de la medida adoptada. La misma será recurrible de acuerdo con lo previsto por el artículo 317 de la Constitución de la República.

Para el caso de clausura temporaria o definitiva de una instalación, el acto administrativo deberá ser dictado por el Ministerio de Industria, Energía y Minería, previo dictamen de la Autoridad Reguladora.

Artículo 12.- El Poder Ejecutivo reglamentará la presente ley en un plazo no mayor a ciento ochenta días a partir de su promulgación.

Sala de Sesiones de la Cámara de Representantes, en Montevideo, a 20 de diciembre de 2012.

JORGE ORRICO, Presidente;

JOSÉ PEDRO MONTERO, Secretario.

MINISTERIO DEL INTERIOR

MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS

MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINERÍA

MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA

MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA

MINISTERIO DE TURISMO Y DEPORTE

MINISTERIO DE VIVIENDA, ORDENAMIENTO

TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE

MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL

Montevideo, 4 de Enero de 2013

Cúmplase, acútese recibo, comuníquese, publíquese e insértese en el Registro Nacional de Leyes y Decretos, la Ley por la que se establecen normas tendientes a asegurar la protección y la seguridad radiológica de personas, bienes y medio ambiente.

JOSÉ MUJICA, Presidente de la República; JORGE VÁZQUEZ; ROBERTO CONDE; FERNANDO LORENZO; ELEUTERIO FERNÁNDEZ HUIDOBRO; OSCAR GÓMEZ; ENRIQUE PINTADO; ROBERTO KREIMERMAN; NELSON

**LOUSTAUNAU; LEONEL BRIOZZO; ENZO BENECH; LILIAM KECHICHIAN;
RAQUEL LEJTREGER; LAURO MELÉNDEZ.**