

El control de la salud pública en las ciudades intermedias: El caso de la protección radiológica en Milagro.

Fabrizio Zanzzi

Fecha de recepción:
1 de septiembre, 2014

Fecha de aprobación:
5 de junio, 2015

Resumen

La presente investigación se realizó en la ciudad de San Francisco de Milagro con la finalidad de analizar la ejecución de las medidas de control para con la población (operarios y vecinos) de la utilización de los rayos X en el diagnóstico clínico de la medicina. La evidencia encontrada sugiere la necesidad de mejorar el control a fin de -por prudencia- reducir las probabilidades de que los operarios expuestos y vecinos del lugar pudieren resultar afectados negativamente en su salud por los niveles de radiación recibidos. Entre las principales causas de un incremento en este riesgo se encontraron la escasa cantidad de centros de salud supervisados (25%) por las organizaciones de control, las escasas medidas voluntarias de prevención personal (20%), la casi nula observación de la norma legal vigente (10%), etc. Se espera que esta investigación motive a las autoridades de salud pública a poner en práctica las sugerencias ofrecidas aquí en otras ciudades intermedias donde el problema muy posiblemente se estaría presentando, y a otras instituciones latinoamericanas de educación superior a replicarla en sus áreas geográficas de influencia.

Palabras clave: salud ocupacional, radiación ionizante, rayos X, control público.

Abstract

This research was conducted in the city of San Francisco de Milagro in order to analyze the implementation of control measures for the population (workers and neighbors) that use X-ray for clinical diagnosis in medicine. The evidence found suggests the need to improve the prudential control to reduce the likelihood that workers and locals exposed might prove their health adversely affected by the levels of radiation received.

Among the main causes of an increase in this risk are: the small number of health centers supervised by control organizations (25%), the few voluntary personal prevention measures (20%), almost no observation of legal regulations (10%), etc. It is hoped that this research will encourage the public health authorities to implement the suggestions offered here in other middle cities where the problem most likely would be taking; and, to other Latin American higher education institutions to replicate them in their geographic areas of influence.

Keywords: occupational health, ionizing radiation, X-rays, public control.

Docente universitario. Doctor en Economía por ESEADE (Arg). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Km. 30,5 Perimetral. 0997364158. pzanzzi@espol.edu.ec
Universidad Estatal de Milagro, Ecuador

Introducción

Este trabajo busca describir la situación, en una ciudad intermedia latinoamericana, de la falta de ejecución de las medidas de control para con la población (operarios y vecinos) de la utilización de los Rayos X en el diagnóstico clínico de la medicina. Se ancló el análisis para el caso Ecuador en la evidencia empírica de la ciudad de Milagro. Sus resultados tienen aplicación en el campo de la salud pública, pues la exposición excesiva causa problemas a los individuos, como se detallará más adelante.

Primero se explica el marco conceptual de la radiación, luego sus efectos en el ser humano, posteriormente se pasa a la descripción de la realidad para, finalmente, llegar a conclusiones.

Breve recorrido: del átomo al uso de la radiación ionizante de los Rayos X en la medicina.

El átomo es la base de cualquier elemento, así lo indica la Agencia Para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR, 1999). Si la proporción de neutrones en relación con los protones al interior del núcleo del átomo fuera muy elevada o muy baja se dice que dicho núcleo es inestable y que su átomo es radioactivo. Todo material que contenga átomos radioactivos constituye un material radioactivo. Esta radiactividad se puede alcanzar de manera natural o por la mano del hombre (artificial) y en el proceso emite radiación (ionizante), esta incluye partículas alfa, partículas beta, rayos X y rayos gama; a los tipos de radiación electromagnética que no poseen energía suficiente para producir ionización se las llama Radiación No Ionizante, entre ellas se encuentran las radioondas, microondas, ultrasonido, radiación infrarroja, luz visible y ultravioleta

(ATSDR, 1999). A la radiación ionizante no se le puede sentir, pero contamina la materia, de esta manera se corrompen los alimentos o directamente afecta la salud del individuo. Los tres principales tipos de radiación ionizante son la alfa (α), beta (β) y gama (γ). Los Rayos X (se diferencian de los Rayos Gama porque) son de origen extra nuclear, de tipo electrónico, fundamentalmente generados por la rápida desaceleración de los electrones al chocar con un blanco metálico, a partir de una determinada longitud de onda mínima. Toda la instrumentación necesaria para su producción controlada requiere un tratamiento especializado.

Debido a que una parte de los Rayos X al interactuar con la materia son absorbidos y otra parte transmitidos, se le ha encontrado en medicina y otras áreas que no son motivo de esta investigación la utilidad para complementar los diagnósticos a través de las denominadas radiografías, indica en su apartado de *Radiación* el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS, 2013).

La cantidad de energía, proveniente de la radiación, absorbida por el cuerpo se denomina “dosis absorbida” y se mide en Grays (Gy) (Aquino, Avilés, Romero, Bojorge & Ramírez, 2010, p. 232) y -dependiendo del tipo de radiación y de otros factores biológicos que infringieran daños diferentes- se habla de la *dosis equivalente* y se mide en Sievert (Sv) que mide la dosis de radiación absorbida por la materia viva. Cada órgano del cuerpo tiene una diferente vulnerabilidad, por lo que la dosis equivalente será corregida por un factor de ponderación de cada tejido, resultando en la *dosis equivalente efectiva*, que se mide en Sievert (Sv), también. Sin embargo de ello, la medida más utilizada es el milisievert (mSv) debido a que el Sievert:

Es una medida demasiado grande en relación con los límites permitidos (...) Así, un mSv equivale a: 50 veces la dosis recibida por una placa de Rayos X, ó la mitad de la dosis anual media recibida por un individuo por fuentes naturales, ó 50 veces la dosis media anual recibida por cada individuo y que procede de la precipitación radioactiva de las explosiones nucleares habidas hasta el momento. (ISTAS, 2013) (Tabla 1).

Los efectos de la radiación en las personas.

El ADN es el blanco biológico más crítico. Mientras mayor sea el período, mayor será la probabilidad de recuperación (Morales, 2003). Puede generar cientos de lesiones en sus moléculas de ADN, y no todas son reparables (Pascual & Gadea, 2011, p. 3), por lo que derivará en mutaciones cuya tasa parece ser proporcional a las dosis. Se puede inferir que una única partícula ionizante que atraviese el ADN sería suficiente para causar una mutación genética. Esta aclaración es tan importante que incluso se encuentra indicada en los procesos licitatorios de cada país, como por ejemplo en Colombia (Ministerio de la Protección Social, Licitación No. MPS-2005). Habrá cambios en número y estructura de los cromosomas. La relación dosis-efecto para

las mutaciones cromosómicas en linfocitos de sangre humana está determinada con bastante exactitud, por ello este método se puede utilizar como dosímetro (mecanismo que permite medir la dosis de radiación recibida por un individuo) biológico útil (Cherry, 1998).

En cuanto a la supervivencia celular una dosis grande puede inhibir la mitosis y la división celular. Por otro lado, la radiación logra que el tejido se atrofie, en especial de la médula ósea, la epidermis, la mucosa intestinal, etc. Existen otras clasificaciones (Bernar, Gómez, García & Fernández, 2009, p. 30) que no se ha abordado en este marco teórico.

Así mismo, “los individuos son, durante el desarrollo fetal, diez veces más sensibles que los recién nacidos” (Comisión Europea, 1999). Ciertos efectos como la esterilidad, la catarata, el eritema, el síndrome agudo por radiación, pueden evitarse si no sobrepasan los umbrales de 0,5 gray (Gy) en el caso de exposición aguda y de 0,1 Gy en el de exposición crónica. Los límites anuales de dosis efectiva recomendados por la Comisión Internacional de Protección Radiológica es de 20 mSv en trabajadores (8 por cada 10000) y de 1 mSv en miembros de la población (5 por cada 100000) (Arias, 2006).

Tabla 1. Equivalencias de 1 mSv

Magnitud Equivalencia	Unidad antigua	Sistema Internacional
Dosis absorbida 100 Rad	Rad	Gray (Gy) 1 Gy = 100 Rad
Dosis equivalente	Rem ¹	Sievert (Sv) 1 Sv = 100

Nota de la Tabla: 1) 1 rem = 0,01J/Kg. En el Sistema Internacional de Unidades, se lo sustituyó por el Sievert: 1Sv = 100 rem.

Fuente: International Atomic Energy Agency

La prevención y el control en la protección radiológica.

En cuanto a la normativa internacional relacionada con la protección radiológica, han surgido varias organizaciones como la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP)¹, que fue fundada por la Sociedad Internacional de Radiología y aunque mantiene su sede en el Reino Unido, su secretaría científica se encuentra en Suiza, y cuyas recomendaciones han sido recogidas en la normativa legal de varios países como España y Colombia; o el Consejo Nacional de Protección Contra la Radiación y Mediciones (NCRP)²; o el Comité Científico de Naciones Unidas Sobre los Efectos de la Radiación Atómica, UNSCEAR, que fue fundada por la ONU con la delegación de científicos de 21 países para investigaciones; y la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA) conocida como *Átomos para la paz*, fue fundada en 1957 con sede en Vienna, Austria.

En el caso ecuatoriano, la organización encargada de la seguridad en el manejo de equipos de Rayos X y otras radiaciones ionizantes es la Subsecretaría de Control, Investigación y Aplicaciones Nucleares (SCIAN) del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER). La norma legal que se aplica para los operarios y organizaciones que utilizan equipos de Rayos X en sus funciones está regida por la Constitución de la República del Ecuador, la Ley de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, el Reglamento de Seguridad Radiológica (RSR) y el Reglamento para el Trámite de Establecimiento de Infracciones en el Uso Indebido de Radiaciones Ionizantes. De estos cuerpos legales sólo se consideró al tercero, por cuanto los demás están fuera del alcance de nuestra observación.

Breve explicación metodológica.

La presente investigación es de tipo descriptiva, en modalidad de campo con un diseño no experimental transeccional, pues busca analizar si la seguridad radiológica se aplica con corrección en Ecuador. Las unidades de análisis son los centros de salud en los que se utilizan equipos de Rayos X para complementar el diagnóstico clínico de los pacientes.

Ya que el número de centros de salud con equipos de Rayos X en la Ciudad de San Francisco de Milagro es bajo (aproximadamente 35) y el costo marginal de analizarlos también, se consideró no aplicar una selección de muestra, sino administrar el instrumental investigativo a todos aquellos operarios de equipos de Rayos X que así lo desearan, mismo que ascendió al número de 25. Cabe destacar que no hubo base de datos estatal a este respecto por lo que se hizo un levantamiento directo de tal información en el terreno.

El instrumental para la recolección de los datos estuvo conformado por encuestas a los operarios de los equipos de Rayos X y a los vecinos contiguos a los centros de salud, dosímetros personales de película³, que se asignaron a cada operario; así como también la aplicación de entrevistas confidenciales para la determinación de especificidades. Debido a pruebas previas se decidió no considerar en esta investigación a los pacientes ni al personal directivo o administrativo de las organizaciones de salud (al suponerse no vulnerables ni de aproximación frecuente a las emisiones).

¹Antes llamado Comité Internacional de Protección Ante los Rayos X y el Radio.

²Antes de 1964. llamado Comité Consultivo de EEUU Para la Protección Ante los Rayos X y el Radio.

³Loxford MK2, de película Kodak de Bromuro de Plata, con seis filtros en pares de cadmio, aluminio o cobre, y plomo-estaño.

Para la agrupación y sistematización del análisis numérico, a fin de descubrir posibles regularidades se procedió a agrupar los datos a través de porcentajes. El acercamiento al análisis se realizó a través del Método de Frecuencias Relativas complementado con gráficas de columnas apiladas al 100% para obtener una visión panorámica del problema y lograr una caracterización. La formulación responderá a:

(Ecuación 1)

$$p_i = \left(\frac{x_i}{N} \right) \cdot 100 \text{ y } \sum_{i=1}^n p_i = 100\%$$

$$\sum_{i=1}^n = \text{Sumatoria desde "i" hasta "n"}$$

donde :

i: categoría,

n: número de categorías,

p: proporción de la categoría "i",

x: observaciones en la categoría "i",

N: observaciones totales

Análisis e interpretación de lo observado en San Francisco de Milagro.

Se eligió la ciudad de Milagro por ser una de las cuatro ciudades intermedias (Michelini & Davies, 2009, p. 8) no capitales provinciales, con más de 150 mil habitantes (INEC, 2011), más importantes del país. En este tipo de ciudades es menos dificultoso tomar acciones para prevenir errores que en las ciudades grandes ya vienen cometiendo los órganos de control (Llop, 1999), y que pueden funcionar como un espejo para las ciudades más pequeñas. Además, disponen de un solo municipio y gobierno, entre otras características específicas.

Se decidió que toda la información individual entregada por los operarios a nuestro equipo de investigadores sería confidencial y bajo ningún motivo fuera divulgada; sin esta garantía quizá no hubiera sido posible recibir información de los operarios. Cooperaron en esta investigación 20 operarios de máquinas de rayos X y vecinos cuya vivienda se encontraba contigua o alrededor de dichos centros de salud.

Es necesario mencionar el rol de las siguientes instituciones colaboradoras: a) la institución de control es la Subsecretaría de Control, Investigación y Aplicaciones Nucleares (SCIAN) del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), la cual tenía unos pocos operarios registrados y bajo control periódico; b) la Sociedad de Lucha Contra el Cáncer del Ecuador (SOLCA), que presta, permanentemente, el servicio de dosimetría a muy pocos operarios de Milagro que solicitan su experticia, cuyos resultados son confidenciales y están más dirigidos a la detección de la enfermedad denominada *cáncer*; y c) el Instituto Nacional de Higiene y Medicina Tropical "Leopoldo Izquieta Pérez" (INHMTLIP), que presta el servicio de dosimetría a muy pocos operarios de Milagro que solicitan su experticia. Colaboró en la lectura de los mismos en esta investigación.

En relación con los Operarios, la estadística nos muestra que en *protección personal* una cuarta parte de los casos analizados nunca usó mandil (revestido de plomo u otros materiales atenuantes), y absolutamente nadie se protege los ojos con gafas especiales. Eso sí, en casi todos los casos la máquina de Rayos X es fija, su consola de operación está ubicada fuera de la sala de radiación y ha habido la precaución de manipular materiales con pinzas. Nótese que en 9 de cada 10 casos el individuo no viste

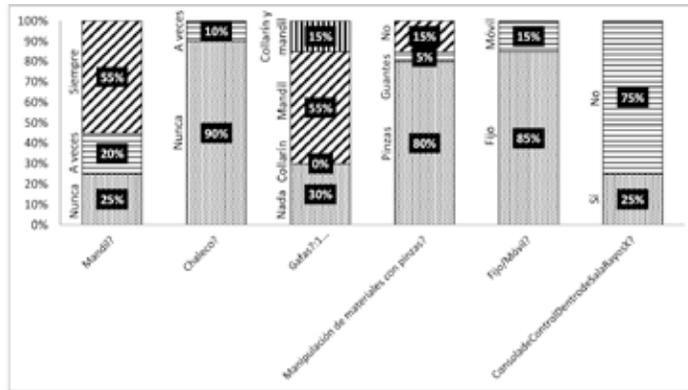


Figura 1. Operarios, su protección personal

un chaleco; sin embargo ello no implica que tampoco esté vistiendo un mandil (se deja constancia de que no se previó esta especificación al momento de diseñar la encuesta). No se mencionan prendas en el RSR (Figura 1).

En cuanto a las *medidas preventivas personales* -todas ellas incluidas en el RSR- las estadísticas nos muestran que la mitad de ellos no han contratado servicios de dosimetría personal (art. 5) y en 3 de cada 10 casos nunca se ha verificado el funcionamiento correcto de los instrumentos de control (art. 4) por parte de un funcionario externo a su organización (Figura 2).

Por otro lado, en 9 de cada 10 casos, el operario se retira de manera inmediata del sitio una vez que ha concluido el proceso de emisión de Rayos X con fines de diagnóstico médico a sus pacientes (art. 7).

Ningún operario ha utilizado servicios de dosimetría de lectura directa (art. 5); sin embargo una parte sí utiliza dosimetría personal de película. Se debiera, también, incrementar la señalización/demarcación, actualmente, la mitad cumple con esta norma (art. 6).

En cuanto a la *protección del lugar* (evitar fugas de energía), hay altas posibilidades debido a que en 4 de cada 10 casos los

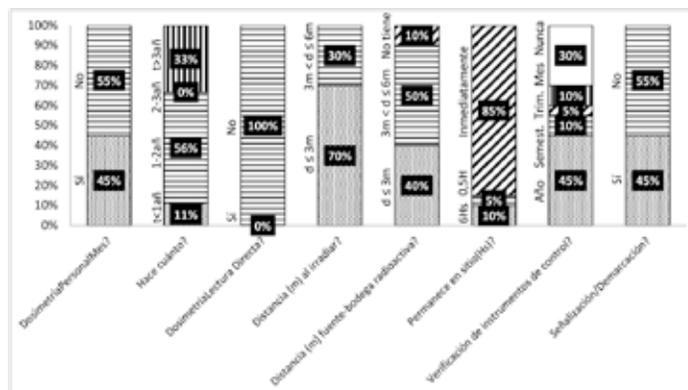


Figura 2. Operarios, medidas preventivas personales.

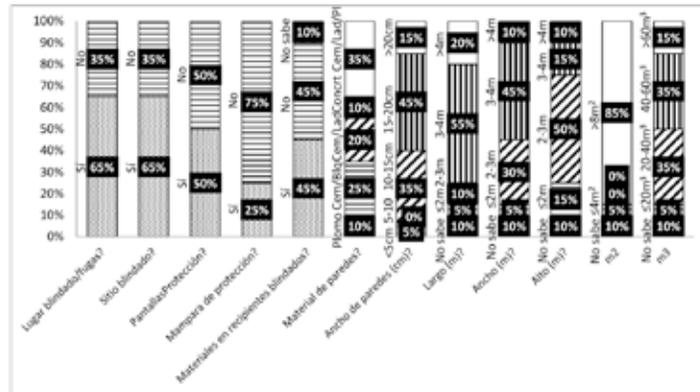


Figura 3. Operarios, protección del lugar.

operarios respondieron que el lugar no estaría blindado (art. 42), en 5 de cada 10 casos no se contaría con pantallas de protección, y en 8 de cada 10 no se utilizarían las mamparas de protección. Tampoco se estarían utilizando recipientes blindados para el depósito de los materiales (art. 18) en casi 6 de cada 10 casos. Se puede considerar positivo el dato de la altura de las paredes de las instalaciones físicas (art. 79), pues en 8 de cada 10 casos se cumple con la norma, y en el material, su ancho y revestimiento, también (Figura 3).

Ya entrando a la *caracterización de los operarios*, el 55% de ellos son propietarios de las máquinas de Rayos X, el 65% son mujeres,

y -como se puede notar en la Figura 4- 7 de cada 10 han recibido formación académica superior (capacitación formal indirecta) en medicina, enfermería o tecnologías médicas (art. 44), es decir conocen de los efectos de la sobre exposición a la radiación.

En el tema de la salud, los *chequeos médicos* se vuelven cruciales para mantener un nivel de calidad de vida óptimo, pues las afectaciones negativas de la radiación suelen producirse en el mediano y largo plazo, y suelen ser difíciles de revertir. Para el caso en estudio, de cada 10 operarios 6 nunca se han realizado chequeos médicos (art. 4) y 4 nunca se realizaron un examen de sangre (art.

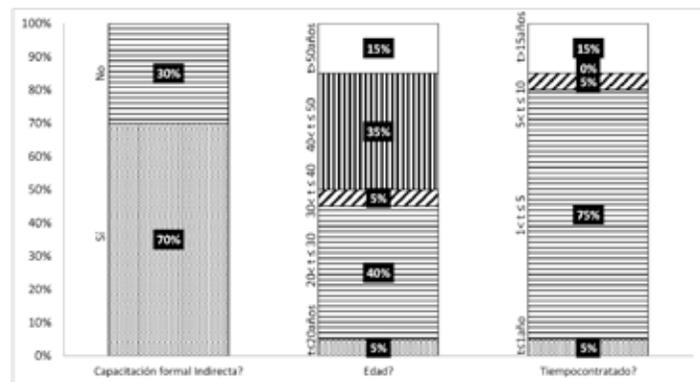


Figura 4. Operarios, caracterización personal

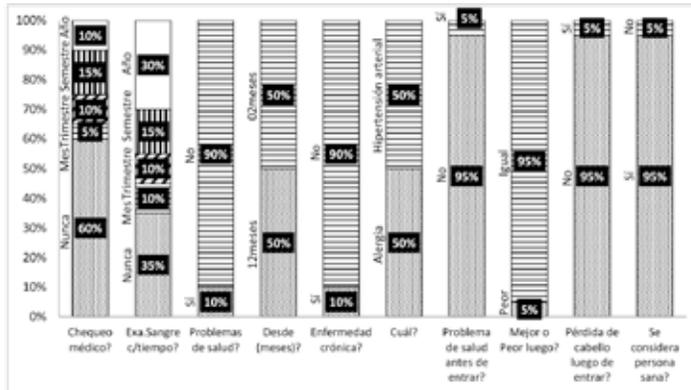


Figura 5. Operarios, exámenes de salud

9) para verificar que su salud sea normal. Los porcentajes de afectaciones negativas a la salud son bajas entre todos los operarios, no obstante ello no quiere decir que no haya afectación, sino que implica que para poder llegar a conclusiones determinantes fuera necesario investigaciones de medicina, de mayor plazo (Figura 5).

Las columnas “Desde (meses)” y “Cuál?” corresponden a las respuestas “Si” a la preguntas de la encuesta “Problemas de salud?” y “Enfermedades crónicas?”, respectivamente.

En cuanto a la *salud de los familiares* del operario, como se puede observar en la

Figura 6, si bien sí tiene parientes con malformaciones físicas o retardo intelectual, ello no corresponde a sus hijos -afectación genética- y tampoco a aquellos que habitan su misma casa, por tanto se dificulta una posible correlación. Igual ocurre en el caso de las enfermedades crónicas detectadas. Aun así, es llamativo el 35% de esto último.

Las columnas “Cuáles?” y “Cuál?” corresponden a las respuestas “Si” a las preguntas “Familiares enfermedades crónicas?” y “Familiares enfermedad desde Ud. entró?”, respectivamente.

En la *administración de desechos*, como se puede observar en la Figura 7, es claro el

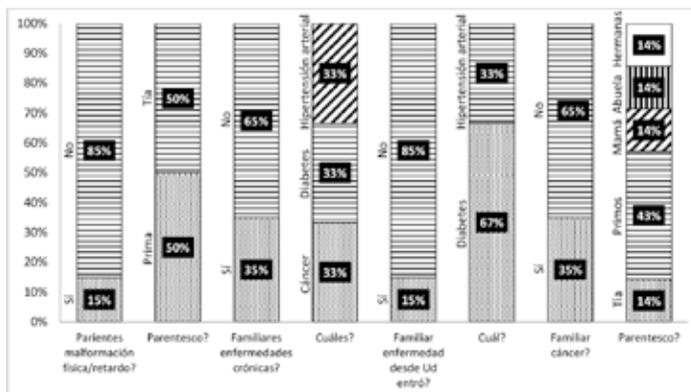


Figura 6. Operarios, salud de sus parientes cercanos.

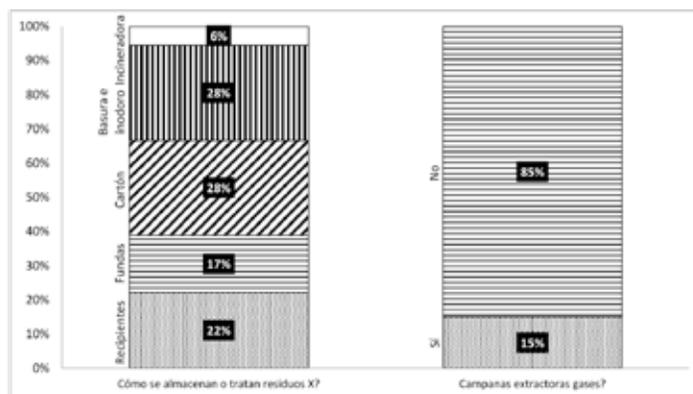


Figura 7. Operarios, administración de desechos

descuido por parte de los administradores, pues -según las respuestas de los operarios- en la gran mayoría de los casos no se estaba respetando la normativa legal de tratamiento de residuos (art. 6) ni se contaba con una campana extractora de gases (art. 13), lo cual pudiera afectar la salud.

En lo relacionado con el *mantenimiento de los equipos de Rayos X*, se pudiera interpretar como un descuido de los administradores, pues en 7 de cada 10 casos no se revisan las fugas, en 8 no se calibran las máquinas, y en 6 ni siquiera se les habría dado mantenimiento cada semestre, tal como lo indica la norma legal (art. 37) (Figura 8).

El último de los aspectos, el *control de calidad*, tan sólo en el 25% de los casos analizados se pudo obtener qué agencia evaluaba su administración de los equipos de Rayos X, y sólo 4 de cada 10 operarios respondieron que sí tienen un asesor en radiación. Aquí no hay obligación legal (Figura 9).

Finalmente, se incluye la pregunta informal: ¿Conoce el caso de algún operario o centro de salud sancionado? La respuesta fue negativa en el 100%.

En relación con los Vecinos, es necesario destacar que no fue posible encontrar algún tipo de clara regularidad en el

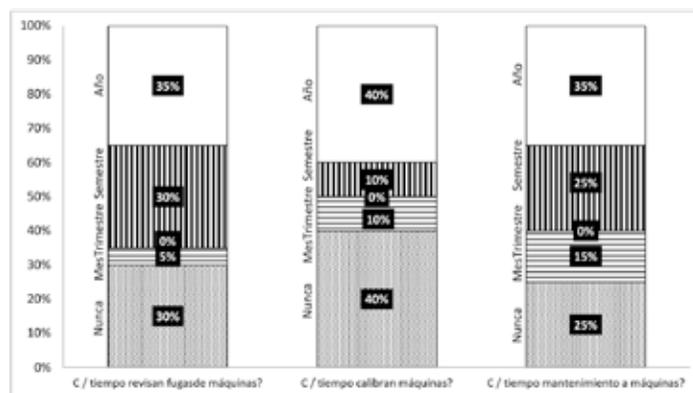


Figura 8. Operarios, mantenimiento de equipos

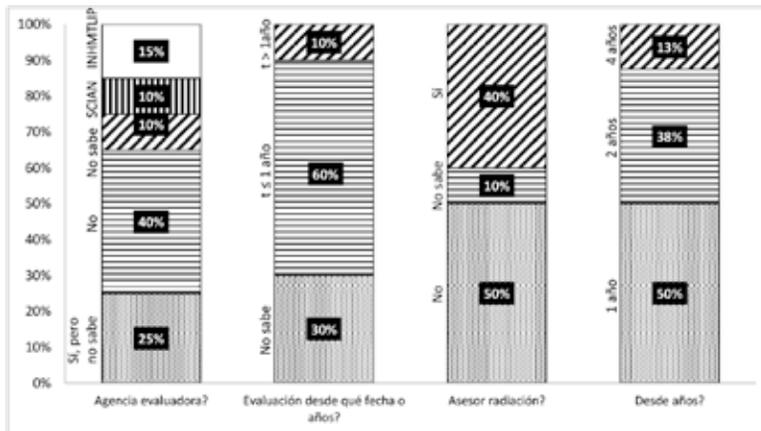


Figura 9. Operarios, control de calidad

comportamiento de las variables. Para ello es de suponerse fuera necesaria la intervención a el largo plazo de investigadores del área biogenética, y no sólo desde la perspectiva de las políticas de salud pública, como aquí.

Al respecto, los vecinos de los centros de salud carecen de una adecuada información sobre la radiación ionizante y los Rayos X, y sólo en 1 de cada 4 casos los operarios les han comentado sobre los riesgos de la sobre exposición. Ningún vecino usa un dosímetro, aunque dos terceras partes consideran que los Rayos X pudieran estar enfermándolos.

Hay un dato más preocupante: 8 de cada 10 vecinos pasan más de tres horas cada día al otro lado del muro donde se encuentra la instalación de la máquina de Rayos X. Quizá estén en riesgo por sobreexposición. (Figura 10).

Interpretación global de los resultados numéricos

En general, se puede observar un control estatal casi ausente, un muy reducido cumplimiento voluntario de la normativa legal vigente por parte de los operarios, unos niveles de blindaje de las instalaciones

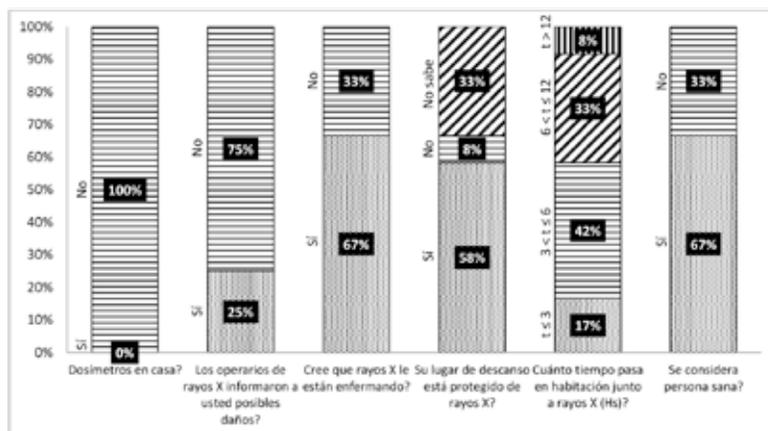


Figura 10. Vecinos, protección y prevención personal

que necesitan mayor control, y un posible descuido por parte de los propietarios de las máquinas de Rayos X que al parecer es en general y no en contra de sus empleados. Tal parece que las afectaciones negativas de la radiación no se han verificado ante la sociedad porque el uso de tales máquinas no es aún muy alto o, quizá, porque aún no ha pasado el tiempo necesario que posibilite su detección; sin embargo es muy difícil pensar que se deba a políticas preventivas de las instituciones estatales de control.

Discusión y otras limitaciones de lo investigado.

La más importante limitación es la baja cantidad de operarios que participaron en el estudio. Otra limitación es de tipo conceptual, pues al encontrarnos en el ámbito social no se puede asegurar que lo mismo acontezca en otras ciudades, sino sólo sugerir que se investigue. Ambas se irán reduciendo en la medida en que se replique este estudio en otras ciudades intermedias.

Conclusiones y recomendaciones

Esta investigación deja en claro que el sector salud, en cuanto al diagnóstico radiológico, de la ciudad de San Francisco de Milagro no está siendo controlado como se debiera -art.120 y otros del RSR, que incluso indica las enfermedades de derivación profesional (art. 129)-, lo cual en el futuro pudiera ser perjudicial para su población y en la de otras ciudades más pequeñas para las que actúa como centro referencial y de operaciones. Además, el problema pudiera estarse repitiendo en otras ciudades intermedias latinoamericanas, lo cual pudiera no ser público ni notorio debido a un mejor control observado en las ciudades grandes.

En cuanto a la dosimetría, si bien la dosis recibida por los operarios no mostró

resultados preocupantes, aún se puede corregir el descuido de la institución de control y de los propios operarios o administradores de los centros de salud, pues ello no exonera a ninguno del cumplimiento de la norma legal, que busca prevenir antes que reaccionar, lo que además es menos oneroso de ejecutar. No hay que subestimar el hecho de que sólo 1 de cada 10 operarios está cumpliendo con ella, y 5 de cada 10 estarían incumpliendo hasta la mitad de lo reglamentado; en los aspectos preventivos sólo 2 operarios de cada 10 serían cumplidos. Aun así, no se conocen sancionados (más detalles negativos en el texto).

Se espera que esta investigación sea replicada en otras ciudades intermedias de América del Sur, a fin de registrar y dejar en evidencia este posible descuido de las autoridades estatales de control, ya que los efectos solo se evidenciarán a largo plazo. Para el caso ecuatoriano, fuera buena idea que esta investigación se replique en ciudades intermedia como Durán, Quevedo, Manta, Otavalo, etc., pues al presentar altos niveles de actividad comercial pudieran ser centros de referencia y operaciones de los habitantes de las ciudades más pequeñas que las circundan. Así mismo, es necesario que las instituciones de educación superior y los institutos de investigación llamen la atención del Estado hacia esta situación.

Agradecimientos

El autor agradece a Alonso Ortiz por su colaboración (especialmente, en la síntesis teórica física) en esta investigación y en el texto de este informe escrito, además de la asistencia prestada en la supervisión de las actividades ejecutadas por todos los intervinientes. Agradece, también a Miguel Reinoso por su exhaustiva revisión final enmarcada en la física.

Referencias

- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). (1999). *Resumen de Salud Pública Sobre Radiación Ionizante*. Recuperado de http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs150.pdf
- Aquino, M., Avilés, P., Romero, M., Bojorge, J. y Ramírez, V. (diciembre, 2010). Cuantificación de la dosis absorbida por medio de dosimetría termoluminiscente en radiología dental. *Revista Odontológica Mexicana*, 14(4), 231-236. Recuperado de <http://www.journals.unam.mx/index.php/rom/article/view/23965>
- Arias, C. (agosto-septiembre, 2006). La regulación de la protección radiológica y la función de las autoridades de salud. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 20(2-3), 188-197. Recuperado de http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1020-49892006000800015
- Bernar, J., Gómez, A., García, F. y Fernández, A. (2009). *Efectos biológicos de la exposición a dosis bajas de radiación ionizante*. Recuperado de <http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAAahUKEwjvbcvCzPTGAhWJj4AKHX6oBe4&url=http%3A%2F%2Fwww.unesa.es%2Fbiblioteca%2Fcategory%2F1-estudios%3Fdownload%3D40%3Aefectos-biologicos-de-la-exposicion-a-dosis-bajas-de-radiacion-ionizante&ei=2Z6yVZttiZ-CBP7QlvAO&usg=AFQjCNFDhxLHLopX6ergmOHcQZSf3J7jFw&bvm=bv.98476267,d.eXY>
- Cherry, R. (1998). *Radiaciones ionizantes*. En J.M. Stellman (Ed.). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. Organización Internacional del Trabajo. Recuperado de http://www.empleo.gob.es/es/publica/pub_electronicas/destacadas/enciclo/general/contenido/tomo3/sumario.pdf
- Comisión Europea. (1999). *Protección Radiológica 100. Guía para la protección del feto y los niños pequeños irradiados debido a la exposición médica de sus progenitores*. Dirección General, Medio Ambiente, Seguridad Nuclear y Protección Civil. Recuperado de http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/100_es.pdf
- Congreso Nacional del Ecuador (1979). *Reglamento de Seguridad Radiológica*. Registro Oficial No. 891. 8 de agosto de 1979.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos – INEC. (2011). *Ecuador, proyección de población por áreas y años calendario para provincias y cantones, período 2001 – 2010*. Recuperado de http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAAahUKEwjf_OelzvTGAhXCjA0KHQ1fAho&url=http%3A%2F%2Fwww.paho.org%2Fecu%2Findex.php%3Foption%3Dcom_docman%26task%3Ddoc_download%26gid%3D49%26Itemid%3D&ei=taCyVZ_OIMKZNo2-idAB&usg=AFQjCNFOaxU6OPfpMgKI_OKgy4rV7O-qZQ&bvm=bv.98717601,d.eXY
- ISTAS. (2013). *La prevención de riesgos en los lugares de trabajo. Guía para una intervención sindical*. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud. Recuperado de <http://www.istas.ccoo.es/descargas/La%20prevención%20de%20riesgos%20en%20los%20lugares%20de%20trabajo%202014.pdf>
- Jinette, G. y Jaramillo, M. (2009). *Programa de vigilancia epidemiológica radiaciones ionizantes*. Barranquilla, Colombia: Triple A S.A.

- Llop, J. (1999). *Ciudades intermedias y urbanización mundial*. Lleida, España: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Michelini, J. & Davies, C. (2009). *Ciudades intermedias y desarrollo territorial, un análisis exploratorio del caso argentino*. [Documento de Trabajo No. 5]. Madrid: Grupo de Estudios sobre Desarrollo Urbano.
- Ministerio de la Protección Social. Licitación No. MPS-2005. Recuperado de <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=14-1-115488>
- Morales, D. (2003). *Radiología básica* (2ª ed.). Guayaquil: Universidad Católica Santiago de Guayaquil.
- Pascual, A. & Gadea, E. (2011). *Radiaciones ionizantes, normas de protección*. Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España.

Para citar este artículo utilice el siguiente formato:

Zanzz, F. (junio de 2015). El control de la salud pública en las ciudades intermedias: El caso de la protección radiológica en Milagro. *YACHANA, Revista Científica*, 4(1), 33-45.