

## EL VALOR SOCIAL DE LA ALFABETIZACION CIENTIFICA EN RADIOBIOLOGIA

Güerci, A.M.<sup>1,2</sup> y Grillo C.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones en Genética Básica y Aplicada (CIGEBA), Facultad de Ciencias Veterinarias, <sup>2</sup>Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP, La Plata, Argentina.

[Recibido en Mayo de 2005, aceptado en Agosto de 2005]

### RESUMEN(Inglés)

*El objetivo de este trabajo es analizar el grado de concienciación de individuos laboralmente expuestos a radiaciones ionizantes (RI) respecto al riesgo genotóxico que implica el manejo de las mismas. El instrumento de exploración consistió en entrevistas basadas en un guión estandarizado, no presecuencializado, aplicado a 57 trabajadores del área de radiodiagnóstico de la ciudad de La Plata. Los resultados reflejaron que la mayoría de los trabajadores manifestó conocer el riesgo del manejo de fuentes de RI, y que la mitad de los individuos creen que no se cumple la normativa vigente. Además, se observó una correlación positiva en cuanto al nivel de estudios alcanzados (Universitarios-Terciarios) en relación al perfeccionamiento profesional. Sin embargo, independientemente del medio en el cual desarrollan su tarea y de la dimensión de su formación, los trabajadores manifestaron la necesidad de una constante actualización para incrementar la conciencia del riesgo de las RI.*

**Palabras claves:** Ciencia-Tecnología-Sociedad; alfabetización científica; riesgo radiobiológico.

### INTRODUCCION

La creciente importancia de la actualización del conocimiento en todos los ámbitos, plantea el desafío de desarrollar indicadores que permitan evaluar la evolución de las relaciones Ciencia- Tecnología-Sociedad (CTS) en sus dimensiones relevantes: la percepción pública, la cultura científica y la participación ciudadana. Esta evaluación refleja el estado de la cultura científica en la sociedad, que si bien es una consecuencia intangible, constituye un beneficio importante para mejorar la calidad de vida (Vaccarezza, López Cerezo, Luján, Polino y Fazio, 2003). En resumen, la educación científica tiene que contribuir hoy a conocer, manejar y participar (Martín y Osorio, 2003). En tal sentido, se considera, entre otras cosas, que la alfabetización científica permite mejorar la comprensión de la realidad, por medio de la indagación de destrezas y habilidades indispensables para la participación en decisiones tecnocientíficas.

El conocimiento científico y tecnológico constituye parte del movimiento educativo que plantea diversas propuestas referidas al significado del concepto y a cómo lograrlo (Marco, 2000). Se ha convertido en un elemento esencial para el funcionamiento de las sociedades modernas. En la resolución de las temáticas medioambientales se identifican problemas individuales, educativos y sociológicos que dificultan la adquisición de la alfabetización en Ciencia y Tecnología. A nivel individuo, considerando de manera *restringida* a este conocimiento, se arguye que los contenidos de Ciencia y Tecnología, poco motivadores, tienen escasas posibilidades de competir con éxito para captar la atención del público. De esta manera es fundamental considerar las inquietudes personales para la instrucción en el ámbito de competencia laboral, un factor importante es el uso pragmático de este conocimiento, especialmente si hay un riesgo percibido (Vaccarezza et al., 2003; Aznar, Fernandez y Raga, 2004). En tal sentido, de manera tradicional el riesgo por exposición a radiaciones ionizantes, ha sido estimado sobre la base de datos de exposiciones agudas y/o accidentales. Así, de manera equívoca, las exposiciones crónicas a dosis bajas de radiación se consideraron sólo desde una perspectiva. No obstante, un conjunto de fenómenos descritos en tiempos recientes, sugieren que el nivel de riesgo es mayor al esperado (Güerci, 2004). De acuerdo a lo expuesto y coincidiendo con Vilchez, Gil y Solbes (2001), consideramos la necesidad de una alfabetización científico-tecnológica, multidimensional, que no sólo comprende la utilización de un léxico y de métodos procedimentales específicos, sino también el dominio de esquemas conceptuales integrales. Particularmente, en este caso, la misma estaría dirigida al área de la radiobiología.

## **OBJETIVOS**

- 1.- Analizar el grado de concienciación del riesgo que implica el manejo de radiaciones ionizantes.
- 2.- Facilitar la articulación de la información significativa que constituye los cuerpos conceptuales pertinentes, con la disminución de los riesgos asociados a radiaciones ionizantes.

## **MATERIALES Y METODOS**

El instrumento de exploración consistió en entrevistas informales, basadas en un guión establecido anteriormente. La propia marcha del mismo permitió que la secuencia de las preguntas se fuese modificando de acuerdo con las respuestas de los entrevistados. Desde un punto de vista estructural dicha entrevista se puede considerar como estandarizada no presecuencializada, si bien las preguntas y cuestiones exploratorias se mantienen igualmente para todos los individuos, el orden se altera según las reacciones de éstos. Esta flexibilidad permite una actitud más natural y receptiva por parte del entrevistador (Denzin, 1978). Desde otra perspectiva, las entrevistas semiestructuradas se definen como: *"... las entrevistas se enmarcan bajo temas guías, pero son suficientemente abiertas como para permitir al entrevistador indagar en mayor profundidad en las áreas que le parezcan*

*particularmente interesantes a la luz de la respuesta del entrevistado"* (Cabero, Gallego, Pavón, Fera, Barroso, Román, Fernández Batanero, Castellanos, Ruiz, Fernández Cruz, Molina, Peña, Romero, Duarte Hueros, Córdoba y Aguaded, 2000).

Mediante el instrumento se pretendió recoger información sobre tres dimensiones principales (véase encuesta):

*a) Información Laboral*

En esta dimensión se recogen aspectos personales de los profesionales entrevistados, ofreciendo las características, tanto generales como específicas, de la tarea que desempeñan en la institución donde trabajan.

*b) Alfabetización - Operativa*

Esta dimensión permite averiguar tanto las condiciones operativas y el conocimiento de la normativa vigente en el área de "Diagnóstico por Imágenes", como también indaga el grado de concienciación en lo que respecta a radioprotección

*c) Alfabetización - Capacitación*

Mediante la misma se intenta evidenciar aquellos aspectos formativos más deficitarios que repercuten negativamente en el riesgo de la exposición a radiaciones ionizantes.

Se entrevistaron 57 trabajadores del área de radiodiagnóstico de distintos centros públicos y privados de la ciudad de La Plata, Buenos Aires, Argentina.

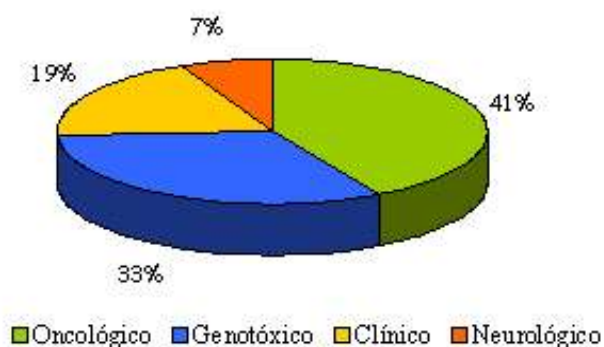
A partir de los datos obtenidos se realizó un análisis descriptivo de las dimensiones consideradas para posteriormente llevar a cabo clasificaciones específicas que permitan las comparaciones intergrupos pertinentes.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

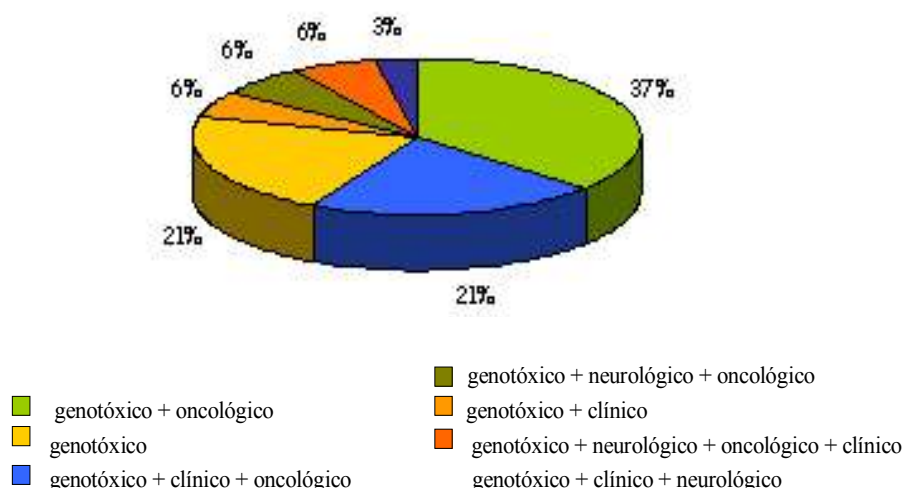
La muestra estaba constituida por un 32,6% de mujeres y un 61,4% de varones, presentando un rango etario entre 19-67 años, siendo la media igual a 39,7. El 72,5% de los entrevistados declaran tener estudios terciarios y el 21,6% universitarios.

En principio, el 96,4% de los trabajadores manifiestan conocer el riesgo del manejo de fuentes de radiaciones ionizantes. Teniendo en cuenta la caracterización del riesgo se consideró oportuno la discriminación en las clases que se manifiesta con mayor impacto. Así, al considerar el tipo de daño consecuente con esta exposición, la tendencia de respuesta se orientó a favor del oncológico y genotóxico respecto al clínico y neurológico (Figura 1). En la figura 2 se visualizan las asociaciones que los entrevistados manifestaron respecto al riesgo genotóxico en relación a los restantes tipos de riesgo analizados.

Los resultados demuestran una certera asociación entre el riesgo genotóxico y el oncológico. No obstante, no se manifiesta de manera explícita si esta correlación responde a un esquema conceptual integrado. Esto constituiría uno de los ejes fundamentales que serviría de base para el posterior trabajo de alfabetización.



**Figura 1.-** Porcentaje de respuestas que discriminan los tipos de daño inducido por radiaciones ionizantes.



**Figura 2.-** Porcentaje de respuestas que evidencian los distintos tipos de asociaciones con el riesgo genotóxico.

En cuanto a la protección radiobiológica, teniendo en cuenta la disponibilidad y uso de dosímetros personales, los resultados reflejan que tan sólo el 53,6% de los individuos tienen acceso a estos dispositivos. Un análisis particular entre entidades públicas y privadas resalta que las dos terceras partes de estos individuos se desenvuelven en instituciones públicas (relación público/privado 2,32). Por otro lado, en referencia a la disponibilidad de chalecos plomados la misma se satisface en el 96,4% de la muestra. A pesar de ello, tanto en instituciones privadas como en las dependientes de Salud Pública se observa que sólo la mitad de los encuestados los utilizan. Estos resultados llaman la atención respecto a la disponibilidad y uso de dosímetros personales e indumentaria. Lo esperado sería que la totalidad de los individuos que trabajan en este área puedan acceder a ellos y utilizarlos de manera adecuada. Sin embargo, se observa cierta falencia en el acceso a dosímetros y negligencia en el uso de la indumentaria que poseen. No obstante, pese a la difícil situación por la que atraviesa la Salud Pública en nuestro país, se podría sugerir un cumplimiento más adecuado de las medidas mencionadas en el sector público.

Haciendo referencia a la presencia de cierta intranquilidad y/o preocupación en materia de control de calidad respecto a la radioprotección el 51,85% contestan afirmativamente. Al indagar sobre las acciones que desarrollan al respecto sorpresivamente el 57,9% de la muestra no contesta. Dentro del porcentaje restante, el 25% responde que "no hace nada". De los que asumen una respuesta las mas frecuentes son:

- "Informar a los alumnos y nuevos técnicos".
- "No hay respuesta de las autoridades".
- "Exijo protección sin respuesta alguna".
- "No se a quien dirigirme".
- "Trato de utilizar indumentaria de radioprotección".
- "Trato de cuidarme más".
- "No existen leyes de protección".
- "Trabajar a conciencia".
- "Trabajo en Radiofísica Sanitaria de la provincia de Buenos Aires".

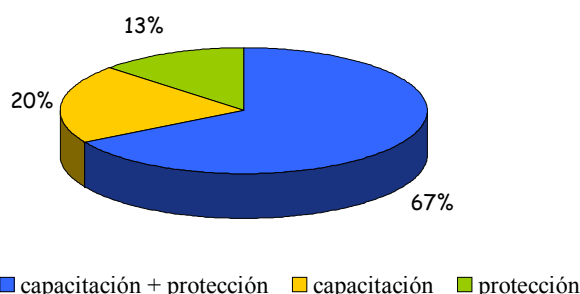
Al analizar las respuestas referidas al conocimiento de las normativas de radioprotección existentes en el país sólo el 39,62% declara conocerlas.

En resumen, la correlación de los datos refleja cierta preocupación en cuanto a la alfabetización operativa propiamente dicha, dado que el 44,23% de los individuos manifiestan su intranquilidad declarando que no se cumple la normativa vigente. De ellos, el 39,13% destaca la falta de acceso a dosímetros personales. Al respecto, cabe mencionar, que esta inquietud es ampliada por ciertos responsables del servicio, que reclaman la necesidad de contar con controles de calidad tanto de la protección plomada y accesorios de radioprotección individual, como en lo referente a las instalaciones.

En cuanto a la normativa referida al área, un conjunto de leyes encuadran medidas de radioprotección (ICRP, 1990); la Ley 17.557 constituye la legislación básica para la regulación radiosanitaria del diagnóstico radiológico, la misma se implementa a través de decretos específicos que fijan pautas exigibles para su cumplimiento. Teniendo en cuenta la intranquilidad manifestada por los encuestados respecto al cumplimiento parcial de la normativa vigente, se podría considerar una mejora de la eficiencia de los procesos reguladores básicos, licenciamiento y control de las instituciones y actividades. En tal sentido, cabría esperar una normativa adaptada a las circunstancias actuales a fin de mejorar procesos relacionados con la seguridad y la protección radiobiológica. Se asume el interés tácito en la posibilidad de ejecutar y profundizar criterios que refuercen dicha protección.

Considerando la radioprotección individual manifestada a través de la frecuencia con la que los individuos toman los recaudos necesarios al momento de efectuar su tarea, se observó una correlación positiva en cuanto al nivel de estudios alcanzados

(Universitarios-Terciarios). La misma, también se corroboró al analizar la capacitación en el postgrado (Figura 3).



**Figura 3.-** Relación entre la capacitación adquirida y las medidas de protección tomadas al momento de la exposición laboral a radiaciones ionizantes.

Al evaluar la capacitación sobre el riesgo de exposición a radiaciones ionizantes un alto porcentaje de la muestra (87,5%) declara haber recibido información al respecto. En adición, al analizar exclusivamente la alfabetización científica-tecnológica se evidencia que la mayoría (78,3%) la alcanza principalmente a través de la realización de cursos como también jornadas-talleres y discusión de artículos de divulgación.

Esta investigación ha aportado el dato significativo que la mayoría de los individuos encuestados declara haber recibido capacitación en el área pertinente. No obstante, independientemente del medio (público o privado) en el cual desarrollan su tarea y a la dimensión de formación (técnicos radiólogos, médicos y auxiliares) los encuestados perciben que es necesario e importante la constante y secuencial actualización. Al respecto, personal jerárquico manifiesta que la capacitación no sólo debe efectuarse en la institución formadora de profesionales, sino también de manera reglamentaria e institucional desde el propio lugar de trabajo, con la potenciación de cursos, seminarios y proyectos de innovación. Sin embargo, llama la atención la tendencia observada en el ámbito de la alfabetización operativa donde se visualiza cierta falencia en la comprensión de la información recibida. Estudios previos realizados por Wynne (1995) muestran que el enfoque de la cultura científica es limitado, en tanto que se considera al conocimiento como fijo y certero. En tal sentido, este trabajo alude específicamente a la noción ortodoxa que presentan los encuestados respecto del riesgo a radiaciones ionizantes, extrapolada generalmente del modelo lineal sin umbral. Sin embargo, las evidencias presentadas en los últimos años, parecen sugerir que este riesgo debe contemplar en forma simultánea, no sólo el modelo citado sino también otros modelos vigentes (Güerci, Dulout y Seoane, 2004, Bonner, 2003). De esta manera el tránsito hacia una mayor capacitación mejoraría los conceptos preexistentes mediante el trabajo interactivo e interdisciplinario a través de la incorporación de paquetes cognitivos indispensables para el tipo de demanda requerida.

Por último al indagar sobre el conocimiento de la existencia de sitios web referidos a temáticas específicas las tres cuartas partes de los individuos manifiestan desconocerlos. De la fracción restante, aproximadamente la mitad (42,8%) la

consulta. La alfabetización científica implica entre otras cosas, la comprensión crítica de los argumentos procedentes de distintas fuentes, por ejemplo artículos de investigación, revistas, internet, etc. De manera específica, desde una perspectiva educativa se puede definir al espacio virtual como un entorno cooperativo donde los investigadores y creadores comparten ideas, co-construyen nuevos conceptos e interpretaciones, permitiendo así interacciones entre actividades de indagación, construcción y expresión. (Barrujel, 2000). De acuerdo a lo expuesto y considerando el desarrollo de internet en los últimos tiempos, llama la atención la falta de conocimiento de los encuestados sobre la existencia de sitios web y consecuentemente la escasa visita a páginas relacionadas a temáticas específicas.

## **CONCLUSIONES**

Tal como es sostenido de manera universal el desarrollo del factor educativo, se fundamenta en una fuerte trilogía: La educación como base del conocimiento - El conocimiento como base de la información - La información como base del desarrollo. A menudo, este circuito es interrumpido y en consecuencia la educación trabaja con datos y hechos sin que su factor esencial "el conocimiento" garantice la solidez conceptual, el pensamiento crítico y la perspectiva compleja. La mera cuestión informativa, aún la más actualizada no siempre es sinónimo de calidad de conocimiento (Merino, 2004). La alfabetización científica y tecnológica considera contenidos básicos que convierten a la educación científica en parte de una educación general. Esto permitiría una toma de decisiones crítica sobre cuestiones públicas tecnocientíficas. Al respecto, en los últimos años ha crecido considerablemente la participación de ciertos núcleos interesados en fomentar la interacción Ciencia-Tecnología-Sociedad. Así, emerge la necesidad social de adaptar de manera pertinente las medidas de protección radiobiológicas que consideran el riesgo particular asociado. Recíprocamente y prestando atención a factores motivacionales intrínsecos (intranquilidad) manifestados por trabajadores del área, se evidencia la necesidad consensuada de una gestión del riesgo integrado, la cual demandaría programas de alfabetización a los grupos interesados.

Entre otras perspectivas, este trabajo coincide con Fourez (1997) en tanto que permitiría mediante un mayor grado de concientización, una negociación más racional con la práctica, al intentar suministrar una representación conceptual más elaborada de la misma. Consecuentemente, la interacción mencionada (CTS) se convierte en una dimensión esencial para la adecuada educación científica en aquellos ámbitos que lo requieran. Se merece destacar la opinión de Polino y colaboradores (2003) quienes mencionan que la comprensión de la ciencia también depende del entorno social en el cual el conocimiento se vuelve operativo.

Considerando lo expuesto de manera introductoria se recuerda que la restricción del conocimiento científico refiere al plano de conductas individuales detectadas a través de encuestas y de otros instrumentos de exploración que las ponen en evidencia, de cuya sumatoria se pueden abstraer afirmaciones sobre los contenidos de representación, prácticas, pautas y normas sociales a través de las cuales se visualiza el papel de la Ciencia y la Tecnología en la sociedad.

La divulgación de temáticas referidas a cuestiones científicas generalmente tiende a transmitirse a través de información simplificada y distorsionada. Como resultado de esta investigación se puede advertir una serie de problemas que requieren la continuidad y profundización de trabajos orientados a ampliar y actualizar las discusiones teóricas acerca de los conceptos involucrados. Así, se debería considerar la posibilidad de diseñar e implementar currículas que complementen las ya existentes, subsanando en parte las falencias percibidas. De esta manera, se integrarían los conocimientos significativos pertinentes con las habilidades propiamente dichas, al menos en lo concerniente a los modelos vigentes de riesgo por exposición a radiaciones ionizantes.

En definitiva las capacidades necesarias para intervenir en la toma de decisiones tecnocientíficas pueden y deben ser educadas (Acevedo, Vazquez, Martín, Oliva, Acevedo, Paixao y Manassero, 2005). Por lo tanto, este trabajo plantea la necesidad de una mayor alfabetización científica y tecnológica a trabajadores del área de radiodiagnóstico como un ingrediente fundamental para que los individuos puedan participar de forma crítica y efectiva en la resolución democrática de los problemas medioambientales. Consecuentemente, un aumento de la seguridad radiológica podría ser beneficiosa tanto para los trabajadores del área en particular como para los pacientes en general.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, J.A., VAZQUEZ, A., MARTÍN, M., OLIVA, J.M., ACEVEDO, P., PAIXAO, M.F., MANASSERO, M.A. (2005). Naturaleza de la Ciencia y Educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 2 (2), pp. 121-140. En línea en: [http://www.apac-eureka.org/revista/volumen2/numero\\_2\\_2/Vol\\_2\\_num\\_2.htm](http://www.apac-eureka.org/revista/volumen2/numero_2_2/Vol_2_num_2.htm).
- AZNAR, F. J., FERNANDEZ M., RAGA J.A. (2004). Alfabetización científica y tecnológica para todas las personas: su importancia para la participación activa y democrática en la resolución de los problemas medioambientales. El papel de la información, pp. 1-20. En línea en: [http://www.cibersocietat.net/public/documents/47\\_4x5e.pdf](http://www.cibersocietat.net/public/documents/47_4x5e.pdf).
- BARRUJEL, A. G. (2000). Internet en las situaciones de enseñanza y aprendizaje. *Quaderns Digitals/Quaderns* 28. En línea en: <http://www.quadernsdigitals.net>.
- BONNER, W. (2003). Low-dose radiation: Theresholds, bystander effects, and adaptative response. *PNAS*. 100 (9), pp. 4973-4975.
- CABERO, J., GALLEGU M. J., PAVÓN, F., FERIA, A., BARROSO, J., ROMÁN, P., FERNÁNDEZ BATANERO, J.M., CASTELLANOS, A., RUIZ, G., FERNÁNDEZ CRUZ, M., MOLINA, E., PEÑA, M. A., ROMERO, R., DUARTE HUEROS, A., CÓRDOBA M., AGUADED, J. I. (2000). En *Las nuevas tecnologías para la mejora educativa*. Kronos, Sevilla pp.467-558.
- DENZIN, N. K. (1978) *The research act. A theoretical introduction to sociological methods*. Nueva York. Mc Grow Hill Book Co.



- FOUREZ G. (1997). Un modelo para un trabajo interdisciplinario. En *Alfabetización Científica y Tecnológica*, Ed. Colihue, Buenos Aires, Argentina 5, pp. 105-138.
- GÜERCI A.M., F.N.DULOUT, A.I. SEOANE (2004). DNA damage in Chinese hamster cells repeatedly exposed to low doses of X-rays. *Cytogenetic and Genome Research*, 104, pp. 173-177.
- GÜERCI, A. M. (2004). *Evolución de alteraciones citogenéticas y lesiones genómicas inducidas por irradiación crónica con dosis bajas de radiación ionizante*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UNLP.
- ICRP (1990). Radiation Protection. Publication 60. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *The International Commission on Radiological Protection*. Pergamon Press. Oxford, New York, Frankfurt, Seoul, Sydney, Tokyo.
- MARCO, B. (2000) La alfabetización científica. En F. Perales y P. Cañal (Eds.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Alcoi: Marfil; pp.141-164.
- MARTÍN, M.; OSORIO, C. (2003). Educar para participar en ciencia y tecnología Un proyecto para la difusión de la cultura científica *Revista Iberoamericana de Educación* 32, pp. 165-210.
- MERINO, G. (2004). La popularización de la ciencia y la tecnología: una estrategia para la socialización del conocimiento. *Material Didáctico del Seminario Ciencia, Tecnología y Sociedad de Carrera Docente Universitaria UNLP*.
- POLINO, C. , FAZIO, M.E., VACCAREZZA, L. (2003). Medir la percepción pública de la ciencia en los países iberoamericanos. Aproximación a problemas conceptuales. *Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología Sociedad e Innovación*. Organización de Estados Iberoamericanos para la educación la ciencia y la cultura. En línea en: <http://www.campus-oei.org/revistactsi/numero5/articulo1.Htm>.
- VACCAREZZA, L, LÓPEZ CERREZO, J. A., LUJÁN, J. L., POLINO, C. Y FAZIO, M. E. (2003). Proyecto Iberoamericano de indicadores de percepción pública, cultura científica y participación ciudadana (RICYT/CYTED - OEI) *Documento N° 7*. En línea en: <http://www.centroredes.org.ar>
- VILCHES, A., GIL, D., SOLBES, J. (2001). Alfabetización científica y tecnológica. *Actas V Jornades de la Curie*, pp. 72. En línea: <http://www.ticat.ua.es/curie/curiedigital/2001/VJ/AV72-81.pdf>.
- WYNNE, B. (1995). Public Understanding of Science. En *Handbook of Science and Technology Studies*, Sheila Jasanoff, Sage.

## AGRADECIMIENTOS

Las autoras desean expresar su agradecimiento a las autoridades de los centros de salud de la ciudad de La Plata que permitieron llevar a cabo la encuesta, como también a todos y cada uno de los encuestados quienes dispusieron de tiempo y buena disposición para contestar voluntariamente el instrumento de exploración necesario para llevar a cabo este trabajo.

## SUMMARY

*The aim of this work is to raise awareness about ionizing radiations (I.R.) among exposed workers, regarding the genotoxic risk implied by the usage of such radiations. Fifty-seven radiologists were inquired in the city of La Plata. The analysis was made in a descriptive form and through intergroup comparisons. The results showed that most of the workers knew about the risk of handling I.R., being the tendency oriented to the oncologic and genotoxic risk instead of to the clinical or neurological risk. About half of the workers stated that the current regulations are not complied. A positive correlation between the achieved level of studies and the safety measures fulfillment was observed. Nevertheless, the workers showed the necessity of a constant updating to increase the risk awareness of I.R., which could be carried out by the implementation of a sequential alphabetization within work. Thus, the coordination and the organization of the pertinent concepts would be allowed, in order to prevent the deterministic effects and to decrease the occurrence of stochastic effects by exposition to ionizing radiations.*

**Key words:** *Science-Technology- Society; alphabetization; radiological risk.*