

EDUCACIÓN EN PROBLEMÁTICAS DERIVADAS DE RADIACIONES NO IONIZANTES

**CORNEJO, JORGE¹; SAIDON, LILIANA²; BARRERO, CARMEN¹; BARBIRIC, DORIS¹;
ROBLE, MARÍA BEATRIZ¹ Y ROUX, PATRICIA¹**

1: Gabinete de Desarrollo de Metodologías de Enseñanza (GDME)
Facultad de Ingeniería - Universidad de Buenos Aires
Paseo Colón 850 – Ciudad Autónoma de Buenos Aires
e-mails: ¹lcornej@fi.uba.ar; ³cbarrerster@gmail.com; ⁴dbarbiri@fi.uba.ar;
⁵mbroble06@yahoo.com.ar; ⁶p-roux@hotmail.com

2: Integrante de Proyectos de Extensión e Investigación – Secretaría Académica - Facultad de Ingeniería
Centro Babbage – Aráoz 1960 - Ciudad Autónoma de Buenos Aires
²lilianasaidon@gmail.com; ²lms@centrobabbage.com; ²www.centrobabbage.com

Resumen. *A partir del empleo masivo de dispositivos de telefonía móvil las radiaciones no-ionizantes (RNI) se han transformado en un factor clave en la contaminación ambiental. En proyectos previos los autores del presente trabajo indagaron acerca del conocimiento sobre radiaciones ionizantes (RI) poseído por profesionales de la salud, profesores y estudiantes de enseñanza media, detectándose un importante desconocimiento de conceptos básicos, por lo que se realizó un amplio trabajo de difusión centrado en la acción biológica de las RI. Esta labor generó el interés por la problemática de las RNI. Dado que esta categoría incluye dispositivos de uso médico, elementos de empleo cotidiano y antenas emisoras ubicadas en distintos puntos de las ciudades, resulta necesaria la educación de la población en la temática. Se trata de extender el concepto ALARA, desarrollado originalmente para las RI, al campo del espectro que comprende ondas que, pese a su frecuencia relativamente baja, también interactúan con la materia viva. Mediante una encuesta escrita se indagará el conocimiento de distintos grupos poblacionales sobre la interacción de tales radiaciones con la biología humana. Se detectarán los errores más frecuentes, diseñando alternativas para ampliar la educación de la población en esta temática.*

Palabras clave: Radiaciones No-Ionizantes, ALARA, Educación, Telefonía Móvil, Contaminación Electromagnética.

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Portela *et al* [1], actualmente la exposición de la población a fuentes artificiales de radiaciones no-ionizantes (RNI) excede con creces a la producida por fuentes naturales. Estos autores anticipaban, hace ya treinta años, que el rápido incremento de esas fuentes, en número y potencia, llegaría a producir la denominada “contaminación electromagnética”. En efecto, el desarrollo tecnológico de las comunicaciones en las últimas décadas ha incrementado el uso de ondas de radio de frecuencias cercanas al rango de las micro-ondas en servicios que emplean WiFi o Bluetooth, teléfonos inalámbricos y celulares, entre otras fuentes. La contaminación electromagnética se ha transformado, en consecuencia,

en un tipo de polución intangible en la que vivimos inmersos.

El crecimiento de estas tecnologías, por otra parte, lejos de estancarse, se extiende día a día modificando permanentemente las condiciones de exposición de los seres humanos. Esto ha producido una creciente preocupación en la población, en los ámbitos académicos y en los gobiernos acerca de la inocuidad o no de tales radiaciones [2].

2. ADVERTENCIAS INTERNACIONALES Y NACIONALES

Organismos internacionales como EFSA (European Safety Authority), OMS (Organización Mundial de la Salud) y OPS (Organización Panamericana de la Salud), entre otros, así como comités y academias de Estados Unidos, Gran Bretaña y países desarrollados en general, advierten sobre los efectos biológicos adversos que podrían causar diversas fuentes de emisión electromagnética a las que estamos expuestos cotidianamente; entre ellas, las torres de telefonía celular, los teléfonos inalámbricos y los celulares. En los informes de dichas entidades se atribuyen posibles casos de neoplasias y gliomas cerebrales a los campos electromagnéticos emitidos por las radiofrecuencias utilizadas por celulares, afirmando que estos campos aumentan en un 40% la probabilidad del desarrollo de procesos tumorales.

En un anterior congreso PROIMCA, Luján *et al* [3] informaron sobre el efecto de la irradiación de embriones de pollo con celulares durante su gestación, detectando una tasa de mortalidad mucho más elevada que la del grupo testigo. Otros estudios, sin embargo, arribaron a conclusiones contradictorias. Por ejemplo, investigaciones realizadas en Suiza detectaron un aumento en la incidencia de cáncer en trabajadores de ferrocarriles eléctricos, incremento que no se encontró en las efectuadas en Estados Unidos.

El proyecto REFLEX encontró una vinculación importante entre el daño genético y la exposición de las células a ondas de radiofrecuencia y emisiones de frecuencia baja en general, pero al tratarse de un estudio exclusivamente realizado *in vitro* sus resultados no pueden extenderse inmediatamente a seres humanos [4]. El objetivo del estudio epidemiológico más relevante, el proyecto INTERPHONE, coordinado por la OMS y realizado por investigadores de 13 países europeos, fue determinar eventuales relaciones entre el empleo de teléfonos celulares y el desarrollo de tumores cerebrales. Realizado durante ocho años, debió superar resistencias para la publicación de sus resultados, en los que se encontró un importante aumento en la tasa de gliomas y meningiomas en los grupos de mayor exposición. La detección de sesgos estadísticos en la metodología empleada puso en discusión la validez de los resultados [5]. Pese a la falta de respuesta definitiva de las investigaciones científicas, el Principio de Precaución justifica todos los estudios, tanto técnicos como educativos, así como el respeto a normativas y recomendaciones desarrolladas y en continuo desarrollo sobre esta temática. En tal sentido, podemos referir a la Ley General del Ambiente 25675, sancionada y promulgada en 2002 y vigente actualmente en nuestro país, cuyos diez principios de política ambiental explicitan la adhesión al Principio de Precaución:

“Cuando haya peligro de daño grave o irreversible la ausencia de información o certeza científica no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces, en función de los costos, para impedir la degradación del medio ambiente”.

Finalmente, cabe enfatizar la recomendación de la Comisión Internacional de Protección

Radiológica (ICRP), organismo, de reconocido prestigio.

La ICRP urge a que en toda exposición, siempre debidamente justificada, se asegure que los beneficios de las radiaciones (ionizantes o no), superen a los riesgos. Por lo cual, la población debe contar con información que le permita implementar medidas sencillas de autoprotección.

2.1. En la Argentina

Según Bruni *et al* [6] en Argentina existe con referencia a las RNI una normativa específica, extensa y actualizada, pero se necesita un mayor número de estudios, relevamientos y mediciones concretas publicadas. La normativa referida fue establecida en 1988 por el Ministerio de Salud y Acción Social a partir de un estudio de relevamiento bibliográfico y recopilación de antecedentes. Como resultado del mismo se publicó el ya citado manual de Portela *et al* [1] en el que se establecieron los estándares y el marco teórico empleados para la determinación de los límites de seguridad en el campo de las RNI. En junio de 1995, mediante la resolución 202/95, el Ministerio aprobó los estándares fijados en 1988, mientras que en 2000 la Secretaría de Comunicaciones, por resolución 530/2000, dispuso su aplicación obligatoria a todos los sistemas de telecomunicaciones. Además, existen legislaciones específicas de cada provincia. Córdoba ha desarrollado un protocolo muy completo en lo referido a las normativas a cumplir por toda instalación que trabaje con RNI. En la Ciudad de Buenos Aires existe el proyecto “Antenas Amigables”, destinado a mejorar las comunicaciones de telefonía celular y simultáneamente reducir las dosis de RNI a las que están expuestos los usuarios, pero su real utilidad ha generado algunas dudas.

En 2016 el diputado nacional Juan Fernando Brügge presentó en la Cámara Baja el proyecto de ley “*Régimen Legal y Técnico para el Control de las Radiaciones No-Ionizantes y de Racionalización de uso del Espectro Radioeléctrico*”, a los efectos de adecuar la terminología, especificaciones técnicas y normativas generales en RNI a los avances producidos en las últimas tres décadas.

2.2. Regulaciones e iniciativas

Si bien el mencionado proyecto de ley aun no fue discutido en la Cámara, es de especial interés para nosotros el Artículo 10°, que establece que

“El ENACOM, promoverá campañas de educación y difusión sobre la inmisión que producen las nuevas tecnologías, como así también, sobre la máxima exposición permitida. Ello, con la única finalidad de concientizar a los ciudadanos de los posibles riesgos a la salud que conlleva la mala utilización de los dispositivos que producen radiaciones electromagnéticas”.

En esta misma línea, los autores de esta ponencia se encuentran dedicados a la educación de la población en la temática de las RNI mediante acciones encuadradas en un proyecto UBANEX de extensión universitaria, aprobado y subsidiado por la Universidad de Buenos Aires. En previos proyectos UBANEX se indagó el conocimiento de profesionales de la salud, profesores y estudiantes de enseñanza media sobre radiaciones ionizantes, detectándose un importante desconocimiento de conceptos básicos. Por ello se realizó una amplia tarea de difusión centrada en la acción biológica de los rayos X, gamma, alpha, beta y otras

radiaciones ionizantes [7], [8].

Asimismo, se revisaron y corrigieron contenidos y aspectos concomitantes incluidos en fuentes de consulta habitual, tales como Wikipedia [9].

Esta labor generó el interés por la problemática de la acción biológica de las RNI. Dado que esta categoría incluye dispositivos de uso médico (equipos de resonancia magnética nuclear), elementos de empleo cotidiano (teléfonos celulares, hornos de micro-ondas) y artefactos emisores ubicados en distintos puntos de las ciudades (antenas), resulta necesaria la educación de la población sobre la temática; por ejemplo, difundiendo medidas para un uso inteligente de celulares y otros dispositivos inalámbricos. Se trata de extender el concepto ALARA (“tan bajo como sea posible”, por las siglas en inglés), desarrollado originalmente para radiaciones ionizantes (RI), al campo del espectro correspondiente a ondas que, a pesar de su frecuencia relativamente baja, interactúan con la materia viva y le originan cambios y alteraciones.

3. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

En el presente trabajo indagaremos el conocimiento de distintos grupos poblacionales acerca de la interacción de las RNI con la biología humana, interacción inmersa en su respectivo contexto socio-ambiental. Se detectarán los errores más frecuentes y se postulará la necesidad de diseñar alternativas para ampliar la educación de la población acerca de esta temática. El instrumento utilizado es una encuesta escrita, administrada a 16 (dieciséis) ingenieros y/o docentes de facultades de ingeniería, 244 (doscientos cuarenta y cuatro) estudiantes de Ingeniería, 6 (seis) docentes de nivel medio, 6 (seis) estudiantes de medicina, biología o disciplinas afines, 26 (veintiséis) estudiantes secundarios y 42 (cuarenta y dos) miembros del público en general. Excluiremos del presente análisis a los estudiantes de ingeniería, a los que se dedicarán futuros estudios.

3.1. Ingenieros y docentes de la Facultad de Ingeniería

La encuesta destinada a ingenieros y docentes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA) consistió en las preguntas listadas a continuación.

<i>¿Recibió preparación académica específica acerca de los riesgos de trabajar con radiaciones? En caso afirmativo ¿considera que la instrucción recibida ha sido satisfactoria?</i>
<i>¿Conoce la diferencia entre radiaciones ionizantes y no-ionizantes? En caso afirmativo, ¿cuál es esa diferencia?</i>
<i>¿Considera que, con el paso del tiempo, el uso de teléfonos celulares puede tener efectos negativos sobre la salud? En caso de responder SI a la pregunta anterior, ¿puede informar algo al respecto? De responder NO, ¿por qué?</i>
<i>¿Tuvo usted (o alguien que usted conoce) algún efecto indeseable debido a su actividad laboral, vinculado con el uso de radiaciones no-ionizantes?</i>
<i>¿Considera que los campos electromagnéticos de las antenas pueden tener algún efecto sobre los seres humanos? ¿Ha realizado cursos sobre el tema? Si es así, mencione los más importantes</i>

Tabla 1. Contenido de la encuesta destinada a ingenieros y docentes de FIUBA

Cabe destacar que tratándose de una población directamente relacionada con el tema, de los 16 (dieciséis) encuestados solamente 2 (dos) manifestaron haber recibido durante su formación académica instrucción sobre los riesgos de trabajar con RNI. 10 (diez) afirmaron conocer la diferencia entre radiaciones ionizantes y no-ionizantes, pero sólo 6 (seis) desarrollaron una explicación completa de la misma.

A diferencia de las poblaciones que veremos a continuación hay un número significativo de respuestas relativas a que el uso prolongado de teléfonos celulares NO tendría efectos sobre la salud (5, más uno que manifiesta no saberlo). Dicha negativa se fundamenta en que: “*la casuística y estadística no comprueba efectos negativos*”, “*porque los niveles de potencia emitida y recibida se redujeron considerablemente en la actualidad en teléfonos celulares*”, “*mayor cantidad de radio-bases, reduciendo la distancia entre móvil y antena*”, entre las respuestas más explícitas.

Como era de esperarse, se advierte en esta población un cierto grado de conocimiento técnico sobre el tema; sin embargo, surge como dato importante la necesidad de una preparación académica específica en el mismo.

3.2. Docentes de nivel medio

La encuesta destinada a docentes de nivel medio consistió en las preguntas que se listan en la tabla que aparece a continuación.

<i>En su formación académica, ¿recibió instrucción acerca de las radiaciones? En caso afirmativo ¿considera que la instrucción recibida ha sido satisfactoria?</i>
<i>Preguntas omitidas en caso de tratarse de docentes del área Humanidades ¿Conoce la diferencia entre radiaciones ionizantes y no-ionizantes? En caso afirmativo, explique brevemente.</i>
<i>¿Considera importante conocer sobre las radiaciones ionizantes y no-ionizantes y sus efectos sobre el ser humano? ¿Por qué? ¿Conoce algún caso en particular? ¿Le interesaría recibir información?</i>
<i>¿Considera que, con el paso del tiempo, el uso de teléfonos celulares puede tener efectos negativos sobre la salud? En caso de responder SI a la pregunta anterior, ¿qué podría contar al respecto? ¿algún ejemplo? De responder NO, ¿por qué?</i>

Tabla 2. Contenido de la encuesta destinada a docentes de nivel medio

De los 6 (seis) docentes encuestados, 2 (dos) pertenecían al área de Ciencias Exactas y Naturales y 4 (cuatro) al área de Humanidades. Como era esperable, los primeros manifestaron haber recibido, durante su formación académica, instrucción acerca de las radiaciones, no así los segundos, quienes, sin embargo, en su mayoría consideraron importante recibir tal información.

Ninguno de los dos docentes del área de Ciencias Exactas explicó correctamente la diferencia entre radiaciones ionizantes y no-ionizantes, y en una de las respuestas se evidencia una confusión entre ambas.

Solo 1 (uno) de los 6 (seis) encuestados expresó que, con el paso del tiempo, el uso de teléfonos celulares NO tendría efectos negativos para la salud. Lo justificó afirmando que “*el ser humano sabe auto-regular sus propias producciones y sus instituciones*” y que esta autorregulación incluye el desarrollo de artefactos tecnológicos.

3.3. Estudiantes de medicina, biología y disciplinas afines

La encuesta dirigida a estos destinatarios consistió en la serie de preguntas que se despliegan en la siguiente tabla.

<i>¿Qué conocés acerca de las radiaciones?</i>
<i>¿Dónde lo aprendiste (en la escuela, por televisión, en revistas, libros, etc.)?</i>
<i>¿Conocés la diferencia entre radiaciones ionizantes y no-ionizantes?</i>
<i>¿Considerás que, con el paso del tiempo, el uso de teléfonos celulares puede tener efectos negativos sobre la salud?</i>
<i>En caso de responder SI a la pregunta anterior, ¿qué podrías contarnos al respecto? ¿algún ejemplo? Si la respuesta es NO, ¿por qué?</i>
<i>¿Considerás que los campos electromagnéticos de las antenas pueden tener algún efecto sobre los seres humanos?</i>

Tabla 3. Contenido de la encuesta destinada a estudiantes de medicina, biología y disciplinas afines

Las respuestas obtenidas evidencian, en el mejor de los casos, un conocimiento incompleto sobre RNI. En un caso se afirmó haber obtenido el conocimiento de una “*campaña de concientización*”, pero sin mencionarla. De los 6 (seis) encuestados, 5 (cinco) consideraron que el uso reiterado de teléfonos celulares puede tener efectos negativos en la salud y 3 (tres) de ellos lo justificaron a partir de daños celulares o genéticos, lo que es consistente con la formación de los encuestados. Respecto de los campos electromagnéticos de las antenas, 3 (tres) afirmaron que sí pueden causar efectos biológicos, 1 (uno) que no y 2 (dos) manifestaron desconocer el tema. Resultó interesante sólo una de las justificaciones, en la que se afirma que las antenas pueden afectar el “*campo electromagnético corporal*”, pero sin especificar a qué se referían con este último término.

3.4. Estudiantes secundarios

La encuesta dirigida a estos destinatarios, consistió en la serie de preguntas expuestas en la tabla N° 4. Los resultados señalan que prácticamente todos manifiestan haber recibido alguna información sobre RNI, en su gran mayoría en la escuela y en la televisión, con muy pocas menciones a libros (1) y a Internet (2). Independientemente de esto las respuestas sobre el conocimiento poseído sobre radiaciones, y la diferencia entre ionizantes y no-ionizantes, presentan una gran pobreza, registrándose sólo 1 (una) respuesta que se ajusta al conocimiento científico actual. 24 (veinticuatro) consideran que el uso prolongado de celulares puede generar problemas en la salud, frente a 2 (dos) que expresan lo contrario.

Ahora bien, al explicitar cuáles son esos efectos, mencionan principalmente daños en la visión (11), insomnio (5) y problemas asociados al estrés o a cambios de conducta (4), es decir, cuestiones vinculadas al uso del celular pero no con la acción de las RNI en el ser humano. Por lo tanto, concluimos que, para esta población, es necesaria una alfabetización científica básica en la problemática de las RNI, cuya misma existencia los estudiantes parecen desconocer.

<i>¿Qué conocés acerca de las radiaciones?</i>
<i>¿Dónde lo aprendiste (en la escuela, por televisión, en revistas, libros, etc.)?</i>
<i>¿Conocés la diferencia entre radiaciones ionizantes y no-ionizantes?</i>
<i>¿Considerás que, con el paso del tiempo, el uso de teléfonos celulares puede tener efectos negativos sobre la salud?</i>
<i>En caso de responder SI a la pregunta anterior, ¿qué podrías contar al respecto? ¿algún ejemplo? Si respondiste NO, ¿por qué?</i>

Tabla 4. Contenido de la encuesta destinada a estudiantes de medicina, biología y disciplinas afines

3.5. Público en general

La encuesta destinada al público en general, consistió en las preguntas listadas en la siguiente tabla.

<i>¿Qué conoce acerca de las radiaciones?</i>
<i>¿Dónde lo aprendió (en la escuela, por televisión, en revistas, libros, etc.)?</i>
<i>¿Conoce la diferencia entre radiaciones ionizantes y no-ionizantes?</i>
<i>¿Considera que, con el paso del tiempo, el uso de teléfonos celulares puede tener efectos negativos sobre la salud?</i>
<i>En caso de responder SI a la pregunta anterior, ¿qué podría contar al respecto? ¿algún ejemplo? Si respondió NO, ¿por qué?</i>
<i>¿Tuvo usted (o alguien que usted conoce) algún efecto sobre la salud vinculado con antenas, micro-ondas, transformadores u otros dispositivos que trabajen con ondas electromagnéticas?</i>

Tabla 5. Contenido de la encuesta destinada a público en general

Sólo el 7% de los encuestados define correctamente el concepto de radiación, mientras que en algunos casos se alude a una propiedad de las mismas (“hay en todos lados; hay diferentes tipos; están presentes en artefactos electrónicos o de diagnóstico”). Además, el 38% refiere que son perjudiciales para la salud. La fuente principal de adquisición del conocimiento son los medios masivos de difusión (diarios, TV, revistas, Internet), y en segundo lugar, los establecimientos educativos. La amplia mayoría (83%) afirma que el uso de teléfonos celulares puede tener efectos negativos con el paso del tiempo.

Entre las patologías mencionadas figuran: problemas auditivos, daño cerebral, cáncer, daño celular, menor producción de espermatozoides, afección cardíaca. Cuando refieren a problemas auditivos, dejan sin aclarar si los vinculan a las RNI o bien al volumen excesivamente alto cuando se los utiliza con auriculares, como radiorreceptores o reproductores de música.

Aquellos que rechazan calificarlos de nocivos afirman que aún es prematuro aseverarlo; que confían en que la ciencia ayudará a controlar los efectos negativos, si los hubiere; o que tal apreciación negativa es producto de lo difundido por los medios.

Cuando se les pregunta si conocen casos concretos de efectos producidos por los celulares en seres humanos las respuestas son vagas e imprecisas. Por lo tanto, si bien se acepta que los celulares podrían tener efectos negativos, no se ofrecen fundamentos sólidos al respecto, mientras que se advierte una cierta confianza en las mejoras tecnológicas que podrían producirse para disminuir tales efectos.

En general, esta es una población que requiere la alfabetización científica más intensa en el tema, para poder fundamentar desde un conocimiento sólido sus afirmaciones.

4. CONCLUSIONES

Se listan continuación las conclusiones preliminares que se han obtenido a partir de la presente investigación.

- Resulta necesaria una alfabetización científica básica destinada a estudiantes de nivel secundario sobre la problemática de las RNI, cuya misma existencia parecen desconocer. Alfabetización que lleve a comprender la entidad de una onda electromagnética, incluyendo nociones elementales sobre “radiación”, diferencia entre radiaciones ionizantes y no-ionizantes, distinción entre las altas y las bajas frecuencias.
- Dicha alfabetización debiera destinarse también a otras poblaciones.
- La difusión y divulgación en medios destinados a la población en general requiere la distinción de ejes conceptuales como el de ALARA generalizado y/u otros de similar potencia comunicativa. Es notoria la índole interdisciplinaria de tales ejes conceptuales, en tanto conjugan conocimientos provenientes de la física, la biología y la medicina, entre otros campos. Esto hace imperiosa la colaboración entre profesionales de estas áreas, bajo un común interés por el mejoramiento de la calidad de vida de la población.
- Los proyectos de extensión universitaria constituyen un vehículo apropiado para canalizar la alfabetización científica de la población.
- La inclusión de los equipos de investigación en el encuadre de redes de organismos internacionales dedicados a la salud así como al control desde el punto de vista técnico parecen requerir mayor impulso para propiciar el mejor asesoramiento a instancias de decisión normativa. Lo mismo se aplica a la necesidad de la participación de equipos de investigación en lo referido a proyectos y legislaciones nacionales, actualizadas según el conocimiento científico más avanzado disponible en el momento. Equipos de composición multidisciplinaria para confluir en áreas definitivamente interdisciplinarias.
- El consumo responsable de dispositivos móviles podría convertirse en uno de los ejes de configuración de la difusión, incluso para promover el control de las publicidades.

Control dedicado principalmente a las publicidades destinadas a los niños y/o a los más jóvenes. Tal control ya existe en lo relativo a otras adicciones (por ejemplo, al tabaco); quizás el primer paso sea generar consciencia respecto a que el uso excesivo del celular es en sí mismo una adicción.

- El estudio de las fuentes de consulta más habitual entre estudiantes e incluso docentes, devela la necesidad de responsabilizarse, desde ciertos niveles educativos, de la revisión y hasta de la edición de los contenidos.

Finalmente, digamos que los autores del presente trabajo, docentes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, estamos interesados en la formación de los ingenieros realizada con orientación social y atendiendo a los principios de la ética y la responsabilidad. En otras investigaciones hemos detectado el rol que les cupo a los ingenieros en la conformación del hábitat urbano de la Argentina hacia fines del siglo XIX y principios del siglo XX, épocas en las que la ingeniería, desde una postura higienista, buscó desarrollar escuelas, hospitales y, en general, ámbitos ciudadanos que sirviesen para mejorar la salud de la población y contribuir a la integración y el desarrollo social [10].

Hoy, en la segunda década del siglo XXI, la ingeniería, y la formación de los profesionales que la practican, se enfrenta a un nuevo desafío: el de un urbanismo que responda a los nuevos desarrollos tecnológicos centrándose en el bienestar, físico y psicológico, de los seres humanos. Por lo tanto, así como hemos expresado la necesidad de la alfabetización científica de la población, concluimos que es igualmente necesaria una formación social en los futuros ingenieros, que los capacite para diseñar y planificar trascendiendo las consideraciones estrictamente técnico-operativas o de mero beneficio económico.

REFERENCIAS

- [1] Portela, A y Skvarca, J., *Prospección de radiación electromagnética ambiental no ionizante*, Ministerio de Salud y Acción Social, Vol. I., (1988).
- [2] Vernieri, J. y Rodríguez, G., “Perfil de radiaciones electromagnéticas no-ionizantes”, *Actas de las II Jornadas de Investigación y Transferencia de la Facultad de Ingeniería*, UNLP, (2013).
- [3] Luján, J.C. y Ávila, N., “Irradiación de embriones de pollo con teléfonos celulares durante su gestación”, *Actas del Congreso sobre Contaminación Atmosférica e Hídrica en Argentina*. Tomo III, pp. 91-104, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza, (2015).
- [4] Gómez-Perretta de Mateo, C. “Informe sobre los resultados del proyecto Reflex sobre la interacción de campos magnéticos de muy bajas frecuencias”. Publicado en 2010 y disponible al 17/04/2017 en línea en: <http://tarifacontraelradar.detarifa.net/2010/01/14/informe-sobre-los-resultados-del-proyecto-reflex-sobre-la-interaccion-de-campos-magneticos-de-muybajas-frecuencias/>
- [5] Cruz, V. “Riesgo para la salud por radiaciones no ionizantes de redes de telecomunicaciones en Perú”. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 26(1), pp. 94-103, (2009).

- [6] Bruni, R. y Dujovne, D., “Evaluación de radiación electromagnética de fuentes no naturales”, *Actas del Congreso de Bioingeniería, SABI2003* Córdoba, Argentina, (2003).
- [7] Cornejo, J.; Speltini, C.; Roble, M.B. y Santilli, H. “¿Qué conocimientos se enseñan y se aprenden en la Escuela Media Argentina acerca de los efectos biológicos de las radiaciones?” *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación en Ciencias*, 7 (2), pp. 492-408, Cádiz, España, (2010).
- [8] Cornejo, J.; Roble, M.B.; Martín, A.M.; Bujjamer, J., “Cuestiones éticas, sociales y filosóficas planteadas por el empleo de la tecnología asociada a las radiaciones ionizantes, en imagenología y radioterapia”. *Revista Biophronesis*, Vol. 2, N° 2, *Revista de Bioética y Socioantropología en Medicina*, pp. 1-30, Buenos Aires, Argentina (2012).
- [9] Saidon, L. “Validez del conocimiento compartido del reniego a la edición electrónica”. *Actas del III Congreso Argentino de Ingeniería – CADI – IX Congreso de Enseñanza de la Ingeniería – CAEDI – Resistencia*, Argentina (2016).
- [10] Cornejo, J.; Barrero, C.; Roble, M.B.; Roux, P.; Suárez Anzorena Rosasco. J. y Condorí, B. “Los primeros pasos de la ciencia y la tecnología en la Argentina: los ‘Anales de la Sociedad Científica Argentina’”, *Anales de la Sociedad Científica Argentina*, 256 (2), pp. 5-15 (2016).

Nota: El presente trabajo se enmarca en el proyecto UBACYT 2014 – 2017 “La bioética en la formación del Ingeniero” y en el proyecto UBANEX 2016-2017 “Las radiaciones no-ionizantes y sus efectos sobre la salud humana”. Ambos proyectos han sido subsidiados por UBA.