

Comparación entre la protección contra las radiaciones ionizantes y la protección contra las radiaciones no ionizantes: Dos universos diferentes

Rodolfo TOUZET¹ y Abel Julio GONZÁLEZ^{2*}

¹ Comisión Nacional de Energía Atómica, Av. del Libertador 8250, Buenos Aires (1429), Argentina - rodolfotouzet@gmail.com

² Autoridad Regulatoria Nuclear, Av. del Libertador 8250, Buenos Aires (C1429 BNP), Argentina - abel_j_gonzalez@yahoo.com

Resumen: El propósito de este artículo es analizar la dicotomía existente entre la protección contra las radiaciones ionizantes (RI) y la protección contra las radiaciones no ionizantes (RNI).

El sistema de seguridad internacional e intergubernamental para protección contra las RI es:

- aprobado globalmente;
- basado en un consenso científico aceptado internacionalmente, acordado por el Comité Científico de las Naciones Unidas sobre los Efectos de la Radiación Atómica (UNSCEAR) y endosado por la Asamblea General de las Naciones Unidas;
- cimentado sobre un paradigma de protección desarrollado a lo largo de los años por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) que es universalmente aceptado;
- implementado por un régimen intergubernamental de normas internacionales que son copatrocinadas por todos los organismos internacionales pertinentes y establecidas bajo la égida del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA);
- formalizado por obligaciones legal- o políticamente vinculantes contraídas por los Estados; y,
- provisto de disposiciones para aplicaciones prácticas apoyadas por todas las organizaciones internacionales relevantes.

Nada parecido se halla vigente para la protección contra las RNI. Existe una Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP), creada por la Asociación Internacional de Protección contra las Radiaciones (IRPA) en 1992 pero, después de 30 años, su trabajo no reemplaza el esfuerzo combinado de UNSCEAR, ICRP y las agencias intergubernamentales para establecer un sistema de seguridad internacional e intergubernamental para protección contra las RNI.

La comunidad internacional requiere respuestas claras a preguntas tan básicas como las siguientes:

- ¿Cuál es la ciencia consensual respaldada internacionalmente sobre los efectos detrimentales de las RNI?
- ¿Cuál es la base ética del paradigma de protección y cuales son los principios de protección que se utilizan para RNI?
- ¿Cuál es el régimen intergubernamental de normas y obligaciones legalmente o políticamente vinculantes que ateste la seguridad del uso de RNI en los Estados?
- ¿Cuáles son las provisiones internacionales para la aplicación global de dichas normas y obligaciones?

El documento concluye que parece haber llegado el momento de cerrar la brecha entre la protección contra la RI y la protección contra la RNI. Las diferencias en los enfoques de protección entre RI y RNI van en contra de la ética fundacional de la profesión de la protección contra la radiación en general y del IRPA en particular. El interés de IRPA, sus sociedades constituyentes y sus miles de miembros profesionales, debería ser resolver la brecha entre los enfoques de protección entre la RI y la RNI.

PALABRAS CLAVE (KEYWORDS): Radiación ionizante; Radiación no ionizante; Protección contra la radiación.

1. INTRODUCCIÓN

La mayoría de los profesionales de la protección radiológica agrupados en sociedades nacionales de radioprotección, y estas mismas sociedades, las que -debidamente asociadas- han constituido la Asociación Internacional de Protección Radiológica (IRPA), parecen estar convencidos de los beneficios que otorga disponer de un sistema de seguridad radiológica internacional e intergubernamental. Esto es un sistema que sea:

- aprobado globalmente;

- basado en un consenso científico aceptado internacionalmente;
- cimentado sobre un paradigma de protección universalmente aceptado;
- implementado por un régimen intergubernamental de normas internacionales;
- formalizado por obligaciones legal- o políticamente vinculantes contraídas por los Estados; y,
- provisto de disposiciones para las aplicaciones prácticas de esas normas.

Pues bien, la protección contra la radiación ionizante (IR) puede mostrar con orgullo un sistema de este tipo. Desafortunadamente, este no es el caso de la protección contra la radiación no ionizante (RNI).

Siendo consciente de los desafíos presentados por la protección contra las RNI, IRPA creó muy tempranamente un Comité Internacional de Radiación No Ionizante y luego, en 1992, la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP). Se suponía que la propia IRPA y sus sociedades constituyentes serían debidamente informadas y asesoradas por ICNIRP sobre la evolución de un sistema de protección para RNI. Pero esto no se materializó por varios motivos que serán explorados en este trabajo. Por las distintas razones, importantes diferencias en los enfoques de protección entre RI y RNI se hicieron manifiestas a lo largo del tiempo.

El propósito de este trabajo es explorar la dicotomía entre la protección contra la RI *vis-à-vis* la protección contra la RNI y fomentar la resolución de la brecha existente entre ambas. Esta exploración ya había sido hecha en el Congreso del IRPA 15 llevado a cabo en Seúl, Corea, en el 2021 y se repite aquí para el ámbito latinoamericano.

2. BASES CIENTIFICAS DE LA PROTECCIÓN

2.1. Radiación Ionizante

Las bases científicas consensuadas para la protección contra las RI son proporcionadas por el Comité Científico de las Naciones Unidas sobre los Efectos de la Radiación Atómica (UNSCEAR). Esta organización señera fue establecida por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1955. Si bien su nombre se refiere a la "radiación atómica" (es decir, da la impresión de que podía tratar tanto con RI como con RNI), su mandato, lamentablemente, fue limitado a evaluar e informar los niveles y efectos de la exposición a RI [1] Los gobiernos y organizaciones de todo el mundo descansan en las estimaciones y consensos de UNSCEAR como la base científica para establecer medidas de protección contra las RI.

UNSCEAR ha proporcionado estimaciones actualizadas sobre la atribución de efectos sobre la salud derivados de la exposición a RI y también sobre la inferencia de riesgos conjeturales asociados con la exposición a las RI [2]. La Asamblea General de las Naciones Unidas ha recibido con aprecio unánime el informe científico del UNSCEAR sobre este tema [3]. Las estimaciones del UNSCEAR han sido resumidas por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) [4] y condensadas en una relación simplificada de la respuesta a una exposición a RI en términos de probabilidad de efectos y el nivel de exposición, la que se presenta en la Figura 1.

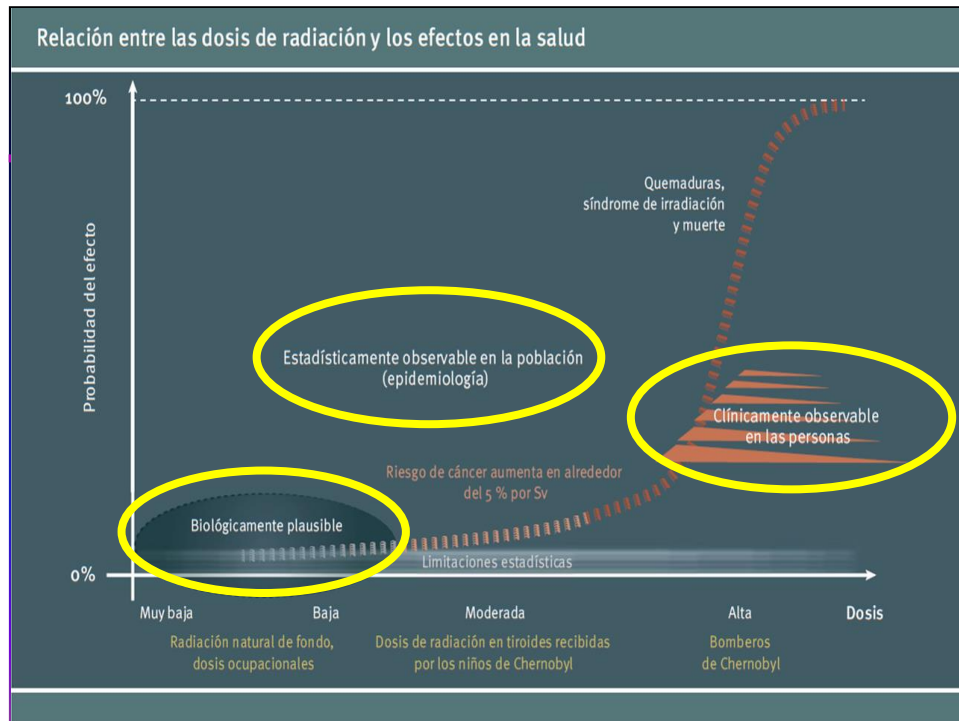


Figura 1: Relación exposición-respuesta de RI simplificada

La relación exposición-respuesta de la RI de la Figura 1 presenta tres zonas claramente diferenciadas (marcadas con óvalos en la figura), como sigue:

- niveles de exposición para los que los efectos son clínicamente observables en individuos expuestos;
- niveles de exposición para los que los efectos no son clínicamente observables en individuos expuestos, pero son epidemiológicamente observables en cohortes de poblaciones expuestas; y,
- niveles de exposición donde los efectos no son observables, ni individualmente ni colectivamente, pero son biológicamente plausibles.

Es importante subrayar esta diferenciación, porque el paradigma de protección contra las RI se basa en proteger aún las personas expuestas a conjeturas de inferencia de riesgos sobre efectos que se consideran biológicamente plausibles pero que no son observables.

2.2. Radiación no-ionizante

No existe un proceso similar al de las RI que permita lograr un consenso científico internacional sobre los efectos de RNI. No existe una organización intergubernamental internacional similar al UNSCEAR que alcance una aquiescencia tan necesaria al más alto nivel gubernamental.

.El ICNIRP ha tratado de jugar el papel de UNSCEAR pero para las RNI. Pero el ICNIRP no es una organización intergubernamental como el UNSCEAR y su nivel jerárquico no es comparable al de UNSCEAR. Y debe destacarse que es difícil de lograr una ciencia consensual sobre las radiaciones e general que sea reconocida internacionalmente, es decir no solo por la comunidad científica sino también por los Estados. Solo como ejemplo, se recuerda que ha habido

divergencias entre el ICNRP e instituciones científicas relevantes sobre el tema crucial de la plausibilidad biológica de los efectos cancerígenos después de la exposición a RNI.

El ICNRP llegó a conclusiones que no siempre fueron aceptadas por otros organismos científicos nacionales prestigiosos [5]. Es que muchas otras instituciones prominentes han estado investigando la plausibilidad cancerígena de RI, incluyendo la prestigiosa Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), una agencia intergubernamental que forma parte de la Organización Mundial de la Salud (OMS), y cuyo papel es realizar y coordinar la investigación sobre las causas del cáncer [6]. La bibliografía sobre la plausibilidad de los efectos cancerígenos de RNI es amplia. Por ejemplo, se puede encontrar una compilación sustantiva en los documentos de Criterios de Salud Ambiental de la OMS que brindan revisiones críticas internacionales sobre los efectos de RNI en la salud humana y el medio ambiente. Además, expertos del IARC hicieron presentaciones [14] [15] donde se analizan centenares de trabajos científicos aplicando los criterios para proporcionar pruebas epidemiológicas de una relación causal entre una presunta causa y un efecto observado [16] los que concluyeron que, con un alto grado de certeza científica, la causa del aumento de la mortalidad por tumores cerebrales, que ha sido observada en diferentes países que cuentan con estadísticas epidemiológicas, es efectivamente la exposición del cerebro a RNI.

Sin embargo, a pesar de la gran disponibilidad de información que analiza la plausibilidad biológica de que la exposición a RNI sea cancerígena, parece que aún no existe un consenso internacional e intergubernamental para atribuir efectos inequívocamente perjudiciales para la salud a la exposición a RNI. Esto requerirá no solo de estudios epidemiológicos más amplios y bien diseñados de poblaciones humanas, además de los disponibles, sino además de un mecanismo institucional que permita arribar a un consenso adoptado y respetado en el ámbito internacional e intergubernamental.

En resumen, no existe un consenso internacional e intergubernamental sobre los efectos detrimentales de las RNI y, lo que es peor, no existe un organismo similar a UNSCEAR construyendo tal consenso.

Esta situación conlleva a una pregunta básica sin respuesta: ¿Cómo construir un paradigma de protección universalmente aceptado para las RNI si no hay una ciencia consensuada internacional- e intergubernamentalmente que lo sustente?

3. PARADIGMA DE PROTECCIÓN

3.1. Radiación Ionizante

El paradigma universal que rige la protección contra RI ha sido desarrollado a lo largo de casi un siglo por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), la que recomienda su utilización. La ICRP es una organización benéfica sin fines de lucro registrada en la Comisión de Organizaciones de Caridad de Inglaterra y Gales. Fue establecida en 1928 en el segundo Congreso Internacional de Radiología para responder a las crecientes preocupaciones sobre los efectos de la RI que se observaban en la comunidad de radiólogos. Desde entonces elaboro un paradigma de protección contra las RI que se utiliza en todo el mundo

La ICRP se presenta a sí misma como una organización internacional independiente que promueve la ciencia de la protección contra las RI para el beneficio público, en particular brindando recomendaciones y orientación sobre todos los aspectos de la protección contra las RI.

El paradigma recomendado por la ICRP se ha construido a lo largo de los años sobre la base de doctrinas éticas sólidas y valores fundamentales consecuentes a esas doctrinas, lo que ha dado como resultado las recomendaciones de la ICRP (las últimas fueron emitidas en el año 2007 [7]).

Las doctrinas éticas básicas que dan base al paradigma ICRP han sido discutidas en la literatura [8]. Comprenden doctrinas éticas orientadas al individuo y doctrinas éticas orientadas a la sociedad, a saber:

- Las éticas orientadas al individuo incluyen:
 - la *ética deontológica*, basada en el deber, la responsabilidad y la obligación hacia los individuos (bajo el epígrafe *no hagas a los demás lo que no deben hacerte a ti*), de la que se deriva el principio de limitación (o restricción) de las exposiciones individuales a las RI; y,
 - y la *ética arête* (ἀρετή), basada en la virtud y el bien (bajo el epígrafe *haz el bien a los demás aunque no sea devuelto*). de la que se deriva el principio de *protección futura* contra las RI, es decir la protección de individuos de las generaciones futuras y de su medio ambiente (este principio está integrado en los principios de la ICRP; no obstante, las organizaciones intergubernamentales internacionales lo reconocen como un principio aparte).
- Las éticas orientadas a la sociedad incluyen:
 - la *ética teleológica*, basada en la consecuencia y el resultado (bajo el epígrafe *los fines justifican los medios*), de la que se deriva el principio de la *justificación* de decisiones que involucran cambios en la exposición a RI; y,
 - la *ética utilitaria*, basada en la utilidad y la eficacia (bajo el epígrafe *hacer el mayor bien para el mayor número de personas*). de la que se deriva el principio de la *optimización de la protección* contra las RI.

La ICRP ha utilizado un equilibrio adecuado de estas doctrinas éticas de alguna manera dispares para formular los principios del paradigma de protección de RI. Sobre estas bases éticas se han construido los principios básicos de justificación, optimización y limitación sobre los que se basa el paradigma de la protección contra RI [7].

Los fundamentos éticos del paradigma RI se han traducido en los valores fundamentales del sistema de protección RI. Estos han sido informados por la ICRP [9] e incluyen los siguientes:

- *beneficencia y no maleficencia*, que evita efectos nocivos para los seres humanos y el medio ambiente;
- *prudencia*, que permite tener en cuenta las incertidumbres;
- *justicia*, que garantiza la equidad social y la equidad en las decisiones; y,
- *dignidad*, que considera el respeto que se debe tener por las personas.

Finalmente, debe recordarse que el paradigma ICRP analiza separadamente los distintos tipos de situaciones que dan lugar a la exposición a RI, es decir

- situaciones existentes,
 - situaciones planeadas y
 - situaciones emergencia,
- y el tipo de exposición, a saber:
- ocupacional,
 - pública y
 - médica.

En resumen el paradigma de protección contra las RI es un sofisticado sistema cimentado en doctrinas éticas universales, el que ha sido desarrollado a lo largo de muchos años y cuenta con un consenso universal. Se lo ha resumido simplifícadamente con el cubo de Rubik presentado en la Figura 2,

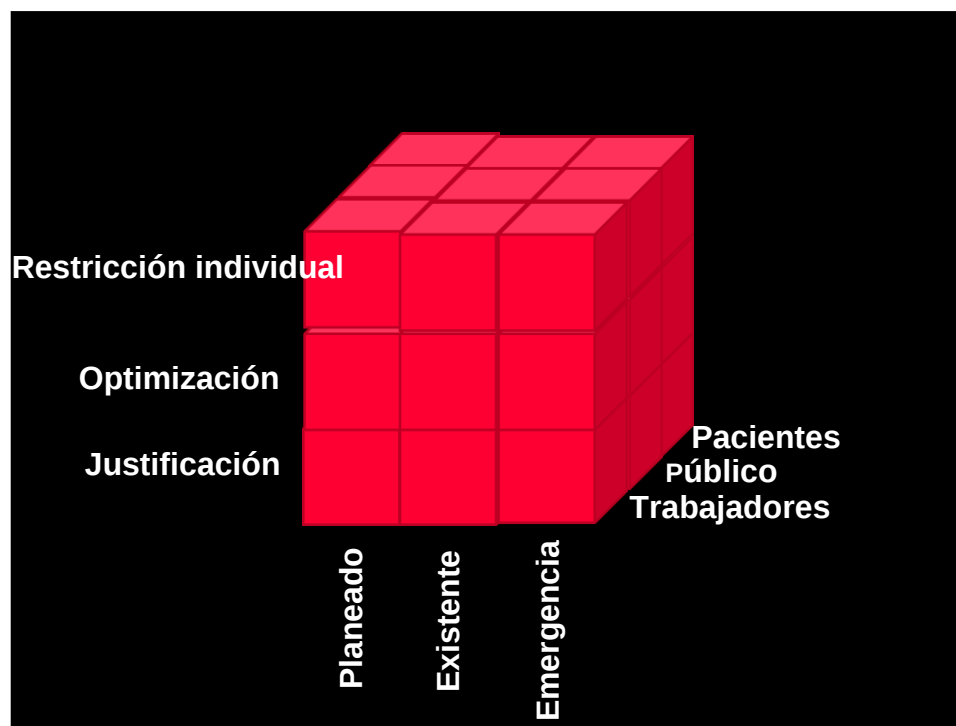


Figura 2: Resumen del paradigma de la protección contra las RI

3.2 Radiaciones no ionizantes

No existe un paradigma claro para las RNI que sea conocido universalmente. Sin embargo, la principal función prevista por IRPA para ICNIRP parece haber sido desarrollar y recomendar un paradigma de protección para la protección contra RNI. Es posible que la idea haya sido acomodar, *mutatis mutandi*, a la RNI, el paradigma construido a lo largo de los años por ICRP para la protección contra RI. No queda claro, sin embargo, sobre qué bases éticas se construiría el paradigma de protección RNI. Como resultado, no está claro cuáles deberían ser los principios de protección de ese paradigma.

Después de varios cuestionamientos, hace relativamente poco tiempo, casi seis lustros después de su constitución, la ICNIRP emitió una '*Declaración de la ICNIRP sobre los principios para la protección contra las radiaciones no ionizantes*' (Principios ICNIRP-2020) [10]. En estos principios se declara que los principios generales para la protección RNI se basan en los principios bien establecidos por la ICRP (en 2007) y los valores éticos subyacentes publicados por ICRP.

Sin embargo, los Principios ICNIRP-2020 poseen ciertas características novedosas que nos satisface destacar:

- a) Fueron revisados por expertos del ICRP, el IRPA, el UNSCEAR, la OMS y la Organización Internacional del Trabajo (OIT), lo que establece una gran diferencia con documentos anteriores del ICNIRP, los que no habían sido sujetos a una revisión de pares.

- b) Implícitamente propone establecer un marco único de protección para todo el espectro de radiaciones, es decir para RI y RNI ionizantes.
- c) Establece el concepto de dosis, reconociendo que el daño depende del producto de la intensidad y la duración de la exposición, que se debe medir y controlar.
- d) Recomendaba trabajar sobre bases científicas sólidas que no se fundamenten en un estudio sino en el conjunto de la información científica aplicando los criterios para proporcionar pruebas epidemiológicas de una relación causal entre una presunta causa y un efecto observado [16], para determinar la probabilidad de causalidad.
- e) Recomendaba aplicar los principios de protección establecidos en el paradigma de protección de las RI, aun en el caso en que subsista alguna duda sobre los efectos producidos por la exposición a la RNI.
- f) Reconoce el principio de precaución que gobierna al paradigma de protección contra las RI, indicando que el proceso de protección incluye la toma de decisiones informadas incluso si no se dispone de un conocimiento completo sobre los riesgos asociados con la exposición

Esta declaración de la ICNIRP fue muy bien acogida, porque por primera vez en muchos años se declaró un marco claro de principios para la protección contra RNI. Sin embargo, no está claro cómo se implementará adecuadamente en la práctica. Por ejemplo:

- Para el principio de justificación, tanto la ICRP como la ICNIRP establecen que cualquier decisión que altere la situación de exposición a la radiación debería hacer más bien que mal, el que ha sido ajeno al uso indiscriminado de RNI.
- Para el principio de optimización, mientras que la ICRP apunta a la mejor protección bajo las circunstancias prevalecientes, la ICNIRP declara que cuando las restricciones de exposición establecidas por la ICNIRP están muy por debajo de los niveles de umbral para los efectos adversos para la salud [?], una mayor reducción en los valores límite no genera beneficios adicionales para la salud y, por lo tanto, no es necesaria la optimización [!].
- Para el principio de limitación, mientras que la ICRP recomienda límites de exposición individual para restringir los riesgos inferidos de efectos estocásticos a bajas dosis, es decir, efectos que son biológicamente plausibles pero no necesariamente atribuibles, y que están muy por debajo de los umbrales para efectos deterministas y los límites epidemiológicos para detectar aumentos en la incidencia de efectos estocásticos, la ICNIRP: declara que la exposición se debe limitar por debajo del nivel con un riesgo aceptado de efectos adversos, o por debajo del nivel umbral de efectos adversos para la salud, cuando sea factible reducir la exposición por debajo de estos umbrales
- Para el principio de protección del futuro y el medio ambiente, que está implícitamente reconocido por la ICRP y establecido en los fundamentos de seguridad internacionales, mientras que la ICRP recomienda limitar la exposición comprometida, y controlar el compromiso futuro de exposición, en lugar de la exposición incurrida, parecería que estos no son los criterios en los principios de la ICNIRP. Mas aun el paradigma de la ICRP requiere explícitamente que el medio ambiente sea protegido para mantener la seguridad biológica, y la diversidad, y para garantizar la conservación de las especies y proteger la salud y el estado de los hábitats naturales, las comunidades y los ecosistemas, y no está claro cuál es la posición de la ICNIRP sobre estos temas cruciales de protección ambiental.

Parecería entonces que hay un desajuste entre las intenciones del paradigma ICRP y la comprensión de ICNIRP. .

4. REGIMEN NORMATIVO DE PROTECCIÓN

4.1. Radiación Ionizante

Durante más de medio siglo, el conjunto de organizaciones internacionales e intergubernamentales ha construido un régimen normativo muy completo sobre la seguridad de las actividades que involucran la exposición a RI. Fue iniciado y se desarrolla bajo la égida del OIEA y cuenta con el patrocinio conjunto de la Comunidad Europea de la Energía Atómica (Euratom), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Organización Marítima Internacional (OMI), la Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (AEN/OCDE), la Organización Panamericana de la Salud (OPS), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), además del OIEA [11]. El régimen se sustenta en Principios Fundamentales de Seguridad [12] que incluyen:

- responsabilidad por la seguridad;
- rol del gobierno;
- liderazgo y gestión para la seguridad;
- justificación de acciones;
- optimización de la protección;
- limitación de riesgos para las personas;
- protección de las generaciones presentes y futuras;
- prevención de accidentes;
- preparación y respuesta ante emergencias; y,
- acciones de protección para reducir los riesgos de radiación existentes o no regulados.

Además de estos Principios Fundamentales de Seguridad, el sistema incluye una plétora de Requisitos de Seguridad y Guías de Seguridad, a saber:

- Los Requisitos de Seguridad son un conjunto integrado y coherente de documentos reglamentarios que establecen lo que se debe cumplir para garantizar la protección de las personas y el medio ambiente frente a la radiación ionizante, tanto ahora como en el futuro. El requisito *primus inter pares* para la protección contra RI son las denominadas Normas Básicas de Seguridad [13]. Si no se cumplen los requisitos, se deben tomar medidas para alcanzar o restablecer el nivel de seguridad requerido. El formato y estilo de estos requisitos internacionales facilitan su uso para el establecimiento, de manera armonizada, de un marco regulatorio nacional.
- Las Guías de Seguridad brindan recomendaciones y orientaciones sobre cómo cumplir con los requisitos de seguridad, indicando un consenso internacional de que es necesario tomar las medidas recomendadas (o medidas alternativas equivalentes). Las guías de seguridad presentan buenas prácticas internacionales, y reflejan las mejores prácticas, para ayudar a los usuarios que se esfuerzan por lograr altos niveles de seguridad.

El corpus de fundamentos, requisitos y guías de seguridad comprende cientos de documentos que establecen estándares de seguridad precisos para la protección contra RI.

4.2. Radiación no ionizante

Nada equivalente o incluso similar al régimen internacional e intergubernamental de seguridad para las RI descrito existe para las RNI. El establecimiento de un régimen de seguridad internacional e intergubernamental de estándares y obligaciones para la protección contra RNI está más allá de la competencia legal de ICNIRP y ninguna organización intergubernamental ha tomado el desafío de desarrollarlo.

6. PROVISIONES PARA APLICAR EL REGIMEN DE PROTECCIÓN

6.1. Radiación Ionizante

Existe un sistema para proveer a la aplicación de las normas y guías establecidas por el régimen internacional intergubernamental de seguridad, el que incluye, entre otros elementos:

- proporcionar asistencia técnica a los Estados solicitantes;
- fomentar el intercambio de información entre especialistas;
- promover la educación y la formación de los nuevos profesionales;
- coordinar la investigación y el desarrollo entre centros y laboratorios especializados; y por último, pero no menos importante,
- prestar servicios de evaluación para corroborar el cumplimiento de las normas internacionales

6.2. Radiación no ionizante

Para RNI no existe nada equivalente o incluso similar que el sistema de disposiciones para la aplicación de las normas para IR, salvo algunas iniciativas menores tales como el Taller Internacional RNI que se planeó en el marco de IRPA15 y tuvo que cancelarse.

7. CONCLUSIONES

La protección contra las RI y las RNI son responsabilidades de la comunidad profesional de la protección contra las radiaciones y está dentro del ámbito de competencia de IRPA. El sistema de protección contra RI precede a IRPA y fue adoptado de facto por el IRPA. A pesar de las buenas intenciones del IRPA de fomentar la creación de un sistema similar para las RNI, 30 años después de la constitución del ICNIRP, quedan varias preguntas fundamentales que merecen respuestas inequívocas.

Los años están pasando y muchos colegas podrían cuestionarse si estamos tratando la protección contra RNI con las mismas consideraciones éticas que hemos tratado con la protección de RI. Parece esencial que las sociedades nacionales de protección radiológica que constituyen la IRPA y su plétora de profesionales de la protección radiológica, así como la propia IRPA, indaguen por respuestas incuestionables a preguntas tan básicas como las siguientes:

- ¿Cuál es la ciencia consensual respaldada internacionalmente sobre los efectos detrimentales de las RNI?
- ¿Cuál es la base ética del paradigma de protección y los principios de protección fácticos que se utilizan para RNI?
- ¿Cuál es el régimen intergubernamental de normas y obligaciones legalmente vinculantes que asegure la seguridad del uso de RNI por los Estados?
- ¿Cuáles son las disposiciones para la aplicación global de dichas normas?

. ¡Parece que ha llegado el momento de cerrar la brecha entre la protección contra RI y la protección contra RNI! La dicotomía entre los sistemas va en contra de las raíces fundamentales de la profesión de la protección contra las radiaciones en general y las del IRPA en particular. Está en el interés de IRPA, sus sociedades constituyentes y los miles de profesionales que forman IRPA, resolver esta brecha.

8. REFERENCIAS

[1] UNGA. Resolution 913 (X) [the UNSCEAR founding resolution], 3 December 1955.

- [2] UNSCEAR. Report of the UNSCEAR fifty-ninth session. UNGA. Annex A: Attributing health effects to ionizing radiation exposure and inferring risks. New York; UN; 2015.
- [3] UNGA. Resolution 67/112, Effects of atomic radiation, adopted on 18 December 2012.
- [4] UNEP. Radiation: effects and sources. UNEP, Nairobi, 2016;
- [5] ICNIRP. ICNIRP Note: Critical Evaluation of Two Radiofrequency Electromagnetic Field Animal ... Magnetic Fields (1 Hz – 100 kHz)” - Health Phys 118(5):533-542; 2020
- [6] IARC. Non-ionizing radiation. Radiofrequency electromagnetic fields. IARC Lyon, France. 2011 ISBN 978 92 832 1325 3 (NLM Classification: W1).ISSN 1017-1606.
- [7] ICRP. The 2007 Recommendations of the ICRP, Publication 103, Elsevier, 2007.
- [8] González, A:J. Las bases éticas de los principios internacionales de la protección radiológica. Radioprotección, No.69, Volumen XIX, 2011.
- [9] ICRP. Ethical Foundations of the System of Radiological Protection. ICRP Pub. 138, 2018.
- [10] ICNIRP. ICNIRP Statement: Principles for Non-Ionizing Radiation Protection. Health Phys 118(5):477–482; 2020.
- [11] IAEA. The Agency's Health and Safety Measures, INFCIRC/18, IAEA, Vienna [1960] and INFCIRC/18/Rev. 1, IAEA, Vienna [1976].
- [12] EURATOM, FAO, IAEA, ILO, IMO, OECD/NEA, PAHO, UNEP, WHO. Fundamental Safety Principles: Safety fundamentals. IAEA, Vienna, 2006.
- [13] IAEA. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards: General Safety Requirements. IAEA safety standards series, ISSN 1020-525X; no. GRS Part 3... IAEA, Vienna, 2011, STI/PUB/1531. ISBN 978–92–0–120910–8
- [14] Christopher J. Portier “Expert Report” on brain tumor risk from exposure to radio frequency (RF) radiation used in cellphone technology. Exhibit C. Murray et al. v. Motorola, Inc. et al. Superior Court for the District of Columbia. March 1, 2021. <https://drive.google.com/file/d/1we0YEJslrmQkr2qzSFnQyqdsTqXbqSd/view>
- [15] Michael Carlberg and Lennart Hardell, “Evaluation of Mobile Phone and Cordless Phone Use and Glioma Risk Using the Bradford Hill Viewpoints from 1965 on Association or Causation”. BioMed Research International, Volume 2017, Article ID 9218486, 17 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2017/9218486> .
- [16] Hill, Austin Bradford (1965). «The Environment and Disease: Association or Causation?». Proceedings of the Royal Society of Medicine 58 (5): 295-300.