

Ushuaia, 23 de Febrero de 2024.-

A la Presidente del Concejo Deliberante

Sra. Gabriela Muñoz Sicardi

A todos los Bloques legislativos del Concejo Deliberante

A quien corresponda

CONCEJO DELIBERANTE USHUAIA MESA DE ENTRADA LEGISLATIVA ASUNTOS INGRESADOS	
Fecha:	26 FEB. 2024 Hs. 11:35
Numero:	68 Fojas: 85
Expe. N°	
Girado:	
Recibido:	JEREZ Daiana Ayelen

Concejo Deliberante Ushuaia

De nuestra mayor consideración:

Tenemos el agrado de dirigirnos a ustedes con el objeto de hacerles llegar documentos los cuales se refieren al Asunto 10/2024 y cuyos autores son científicos de renombre mundial en investigación sobre el cáncer: **Rainer Nyberg, Julie McCredde y LENNART HARDELL “Oportunidades perdidas para la prevención del cáncer: evidencia histórica de alertas tempranas con énfasis en la radiación de radiofrecuencia”** y **“La Unión Europea evaluaciones de los riesgos para la salud radiológica de la radiofrecuencia - otra tuerca dura agrieta (Reve)”** traducidos al español, una carta elaborada por el **Prof. Dr. Andrés Ozols Doctor en Física y profesor consulto del Instituto de Ingeniería Biomédica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires** y otra carta del **Prof. Dr. Daniel Orfila Médico Otorrinolaringólogo especializado en cirugía otológica en tumores del ángulo pontocerebeloso e implantes cocleares, Miembro del CIPRACEM (Comisión Interamericana de Protección contra los Campos Electromagnéticos)** los que estando en conocimiento de la revisión propuesta por ese Concejo, respecto a la ordenanza N°6317 que declara “Ushuaia zona libre de radiaciones provenientes de la tecnología de comunicaciones 5g y toda tecnología de transmisión de datos de generaciones subsiguientes”, es que han tenido el sentir de hacer esta carta dirigida a ustedes, a otras autoridades y a toda la población en general; dando así a conocer de primera mano, algunos de los tantos y graves problemas que generan los Campos Electromagnéticos (CEM) que emiten Radiaciones No ionizantes.

Estamos esperanzados que a la hora de evaluar la mejor decisión que ustedes pueden llegar a tomar, tengan en cuenta cuán graves son las consecuencias de las radiaciones y así puedan priorizar la Salud de la población por encima de otros intereses.

Desde ya quedamos a vuestra disposición, les saludamos muy atentamente CoRTE (Tierra del Fuego)

Adjuntamos carta y el CV del Dr. Ozols y carta del Dr. Daniel Orfila y los documentos científicos (85 hojas)

Mail: corte.tdfar@gmail.com

Tel + 54-9-2901-534357

Ny
Fernando Uichi
23.2+3.965
1



Acceso abierto | Publicado por | De Gruyter | 17 de febrero de 2021 |

Oportunidades perdidas para la prevención del cáncer: evidencia histórica sobre alertas tempranas con énfasis en la radiación de radiofrecuencia

Lennart Hardell  y michael carlberg

De la revista *Reseñas sobre Salud Ambiental*

<https://doi.org/10.1515/reveh-2020-0168>

 Citations 18

Abstracto

Se discuten algunos aspectos históricos sobre las lecciones tardías de las alertas tempranas sobre los riesgos de cáncer con tiempo perdido en la prevención. Un ejemplo actual es el efecto cancerígeno de la radiación de radiofrecuencia (RF). Estudios realizados desde hace décadas han demostrado un mayor riesgo de cáncer en humanos. La quinta generación, 5G, para la comunicación inalámbrica está a punto de implementarse en todo el mundo a pesar de que no se han realizado investigaciones exhaustivas sobre los riesgos potenciales para la salud humana y el medio ambiente. Esto ha creado un debate sobre esta tecnología entre personas preocupadas en muchos países. En un llamamiento a la UE de septiembre de 2017, actualmente respaldado por más de 400 científicos y médicos, se requirió una moratoria en el despliegue de 5G hasta que se haya realizado una evaluación científica adecuada de las consecuencias negativas (www.5Gappeal.eu (<http://www.5gappeal.eu/>)). La UE no ha tomado en serio esa petición. La falta de una evaluación de riesgos adecuada e imparcial de la tecnología 5G hace que sea imposible prever los efectos adversos. Este desprecio se ejemplifica en el reciente informe de la Comisión Internacional sobre protección contra radiaciones no ionizantes (ICNIRP), en el que sólo se reconocen los efectos térmicos (de calentamiento) de la radiación de RF a pesar de una gran cantidad de efectos no térmicos informados. Por lo tanto, la ICNIRP no reconoce efectos sobre la salud de las personas.

electromagnéticos de RF no térmicos en el rango de 100 kHz a 300 GHz. Con base en los resultados de tres estudios de casos y controles sobre el uso de teléfonos inalámbricos, presentamos la fracción prevenible de los tumores cerebrales. Se encontró que el número de tumores cerebrales de tipo no definido aumenta en Suecia, especialmente en el grupo de edad de 20 a 39 años en ambos sexos, según el Registro Sueco de Pacientes Hospitalizados. Esto puede deberse a la alta prevalencia del uso de teléfonos inalámbricos entre los niños y en la adolescencia, que requiere un período de latencia razonable y a la mayor vulnerabilidad a la radiación de RF entre los jóvenes.

Palabras clave: amianto ; prevención de cáncer ; DDT ; dioxinas ; alertas tempranas ; glifosato ; ácidos fenoxiacéticos ; radiación de radiofrecuencia ; tabaco

Introducción

La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) de la Organización Mundial de la Salud (OMS) inició en 1969 un programa para evaluar los riesgos de cáncer humano causados por sustancias químicas. Posteriormente se amplió para incluir mezclas químicas, radiación y virus. Hasta el momento, este programa ha dado como resultado 125 Monografías. En general, como muestra la historia, ha pasado mucho tiempo entre los primeros informes sobre un mayor riesgo de cáncer y la clasificación del agente en cáncer. Por lo tanto, no se han tomado medidas preventivas a tiempo, con altos costos para la sociedad como consecuencia de un mayor número de casos de enfermedades que causan sufrimiento y costos de tratamiento, pérdida de actividad profesional y, eventualmente, muertes prematuras [1], [2], [3]. Por tanto, no se deben descuidar las alertas tempranas. De hecho, los falsos positivos sobre los riesgos ambientales son extremadamente raros [4]. A continuación se analizan algunos ejemplos históricos, seguidos de una revisión de la controversia actual sobre la radiación de radiofrecuencia (RF) y el cáncer. Estos ejemplos sirven como lecciones para las alertas tempranas [5], [6].

Sin duda, los informes de la Agencia Europea de Medio Ambiente sobre las lecciones tardías de las alertas tempranas pueden servir como documentos importantes para el enfoque de precaución. El volumen 1 se publicó en 2001 [5]. Se abordaron 12 lecciones clave sobre los peligros para la salud y el medio ambiente. El volumen de 2013 sobre lecciones tardías se agrupó en cinco partes que incluyen, por ejemplo, salud, ecosistemas, justicia y gobernanza [6]. Ambos volúmenes dan ejemplos de medidas que podrían haberse adoptado para prevenir daños. A continuación se analizan algunos ejemplos basados en parte en nuestras propias experiencias de investigación.

Ejemplos de alertas tempranas sobre riesgos de cáncer

La primera historia sobre las enfermedades profesionales fue escrita por el médico italiano Bernardini Ramazzini en su libro "De morbis artificum" (Enfermedades de los trabajadores), impreso en Módena, Italia, en 1700. Se le considera el "padre de la medicina del trabajo". Una segunda versión ampliada se imprimió en Padua en 1713. En el libro, 53 capítulos tratan de diferentes ocupaciones y enfermedades que ocurren en estas ocupaciones [7].

Respecto a las exposiciones profesionales específicas, el médico inglés Percival Pott fue el primero en describir que los hombres que trabajaban como deshollinadores y, por tanto, estaban expuestos al hollín, tenían un mayor riesgo de sufrir cáncer de escroto. Publicó sus hallazgos en 1775 [8]. Esta enfermedad se conocía como cáncer de deshollinadores. Se considera que es el primer informe sobre un factor ambiental que causa cáncer. Fue necesaria una larga campaña de campaña para impedir que se utilizara a los niños pequeños trepando por las chimeneas para limpiarlas. Más de 200 años después, la IARC clasificó el hollín como carcinógeno humano del Grupo 1 (cancerígeno) en 1985 [9].

Amianto

Otra sustancia tóxica tanto laboral como ambiental es el amianto. Ya en 1899, un inspector de factores del Reino Unido observó la naturaleza afilada, similar al vidrio, de las partículas de amianto [10]. El autor observó polvo de amianto en el aire de las salas de la fábrica y que " *se ha descubierto que sus efectos son perjudiciales*". Desde entonces, numerosos informes han descrito mayores riesgos, principalmente de cáncer de pulmón y mesotelioma. Ya en 1935 se informó de un hombre con asbestosis y cáncer de pulmón [11]. En 1953 se informó que un hombre que había trabajado con amianto murió de mesotelioma pleural [12]. Investigadores sudafricanos publicaron en 1960 un informe sobre el mayor riesgo de mesotelioma por exposición ocupacional y ambiental al amianto [13]. El médico estadounidense Dr. Irving Selikoff dio a conocer al público más amplio una visión sobre el espectacular aumento de la mortalidad por cáncer entre los trabajadores estadounidenses de aislamiento expuestos al amianto. Además, esa exposición ambiental aumentó el riesgo de mesotelioma [14]. Esto inició una batalla de larga data entre una industria multinacional que defiende su producto y los organismos reguladores y de salud pública [15], [16]. En 1977, la IARC evaluó que el amianto era cancerígeno para los seres humanos, grupo 1 [17]. Esto fue casi 20 años desde que se publicaron pruebas claras de los riesgos de cáncer a principios de la década de 1960. Se perdieron años en prevención y se produjo un mayor número de muertes.

Tabaco

El tabaco tiene una larga historia de efectos adversos para la salud. Cuando se introdujo por primera vez en Europa, fumar se recomendaba con fines médicos y, de hecho, como profilaxis para muchas enfermedades. En 1604, el rey Jaime I del Reino Unido escribió contra el uso del tabaco [18]. Sömmering afirmó en una tesis de 1795 que las pipas de tabaco inducían un mayor riesgo de cáncer de labio [19]. El cáncer de lengua se describió unos 100 años después, en 1890 [20]. En 1914 se informó de una alta proporción de enfermedades, incluido el cáncer de pulmón, entre fabricantes y vendedores de cigarros, camareros y posaderos [21]. Müller informó por primera vez en 1940 de un claro aumento de la incidencia de cáncer de pulmón [22]. Esta evidencia y otros estudios sobre el cáncer realizados en la década de 1940 en Alemania [23] y en los Países Bajos [24] fueron en su mayoría ignorados, omitiendo así la posibilidad de una prevención temprana. No fue hasta la década de 1950 cuando más estudios mostraron riesgos para la salud derivados del tabaco, principalmente para enfermedades como el cáncer de pulmón, el infarto de miocardio, las enfermedades vasculares periféricas y la enfermedad pulmonar obstructiva

crónica. El tabaco fue clasificado en 1986 por la IARC como carcinógeno humano, Grupo 1 [25]. Sin duda, la historia del tabaquismo muestra que en gran medida se descuidaron las alertas tempranas. El lavado verde por parte de la industria y sus expertos aliados tiene un historial de contrarrestar las medidas preventivas [26].

DDT

La bióloga marina Rachel Carson fue la primera en escribir un panorama general de los daños químicos al medio ambiente, la salud humana y animal en su libro *Silent Spring* publicado en 1962 [27]. Dio la primera descripción exhaustiva de la bioacumulación del insecticida DDT (*para,para'*-DDT -1,1'-(2,2,2-tricloro-etilideno)bis(4-clorobenceno)). El DDT fue descubierto en 1939 por el investigador suizo Paul Müller. Por ello recibió el Premio Nobel de Medicina en 1948. Sin duda, el libro de Rachel Carson encontró la oposición de la industria química, que incluso intentó impedir su publicación. De hecho, el DDT fue defendido por la Asociación Médica Estadounidense y la Fundación de Nutrición de Estados Unidos, unificada con 54 empresas de las industrias alimentaria, química y afines [28]. Los principales estudios en humanos sobre la carcinogenicidad humana del DDT y su principal metabolito DDE (1,1'-(2,2-dicloroetenilideno)-bis(4-clorobenceno)) se realizaron desde la década de 1990 en adelante [29].

El Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes se adoptó en 2001. Inicialmente proporcionó pruebas de la eliminación de 12 sustancias químicas, una de las cuales era el DDT [30]. El uso de DDT fue prohibido en la mayoría de los países en la década de 1970 [31]. En 1972, la EPA de EE.UU. emitió una orden de cancelación para el DDT [32]. La IARC evaluó que el DDT es probablemente cancerígeno para los humanos, Grupo 2A [29]. Anteriormente había sido evaluado como posiblemente carcinógeno humano, Grupo 2B [33]. Uno de los principales problemas tóxicos es la bioacumulación de DDT y sus metabolitos con un largo tiempo de semidesintegración en el medio ambiente [27]. El DDT todavía se utiliza en algunos países, por ejemplo para controlar la malaria. Debido a su comportamiento químico, sus metabolitos se pueden encontrar en el tejido humano [34], [35].

Ácidos fenoxiacéticos

En 1977, se publicó un informe sobre una serie de pacientes que habían estado pulverizando herbicidas fenoxi para el sector forestal sueco y que posteriormente desarrollaron sarcoma de tejidos blandos [36]. Los herbicidas de este tipo incluyen el ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) y el ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético (2,4,5-T). El 2,4,5-T estaba contaminado por 2,3,7,8,tetraclorodibenzo-p-dioxina (TCDD), una de las sustancias químicas más tóxicas del mundo. Esta observación clínica fue la primera en indicar un posible aumento del riesgo de cáncer por estas sustancias químicas. Sobre la base de ese informe, en un siguiente estudio de casos y controles se encontró un mayor riesgo de sarcoma de tejidos blandos tanto para estos herbicidas fenoxi como para los clorofenoles químicamente relacionados, principalmente la exposición al pentaclorofenol [37]. Estos resultados fueron corroborados en estudios adicionales realizados por nuestro grupo de investigación y otros; para obtener una descripción general, consulte [2].

Otro conjunto de estudios incluyó linfoma maligno, también iniciado por una observación clínica [38]. Esta observación clínica dio lugar a más estudios. Se encontró un mayor riesgo tanto de linfoma no Hodgkin (LNH) como de enfermedad de Hodgkin en personas expuestas a herbicidas fenoxi o clorofenoles [39]. Además, el aumento del riesgo de linfoma se confirmó en otros estudios; para una descripción general, consulte [2], [40].

Uno de los principales tipos de clorofenoles, el pentaclorofenol, fue clasificado por la IARC en 2019 como cancerígeno para los humanos, Grupo 1 [41]. El herbicida fenoxi 2,4-D fue clasificado en 2018 por la IARC como posiblemente cancerígeno para los seres humanos, grupo 2B [29]. Era la misma clasificación que en 1977, incluyendo también 2,4,5-T [42].

Dioxinas

Los herbicidas fenoxi 2,4-D, 2,4,5-T y los clorofenoles estaban contaminados con dioxinas. De gran preocupación fue el TCDD que contaminó 2,4,5-T y triclorofenol. Los resultados iniciales suecos sobre los riesgos de cáncer de este grupo de sustancias químicas fueron seguidos por estudios en otros países que confirmaron los hallazgos; para una descripción general, consulte [2], [40]. En 1991 se consideró que los veteranos de Vietnam expuestos al agente defoliante Agente Naranja, incluidos 2,4-D y 2,4,5-T, con contaminación por TCDD y que padecían sarcoma de tejidos blandos o linfoma maligno, tenían derecho a recibir una compensación relacionada con el servicio [43].

En 1976 se produjo un accidente en una planta química en Seveso, Italia, que producía 2,4,5-triclorofenol. De este modo, la zona circundante quedó contaminada con dioxinas y la población en general quedó expuesta a TCDD. Posteriormente se encontró en la población una mayor incidencia de enfermedades malignas, en particular sarcomas de tejidos blandos y neoplasias malignas hematolinfáticas [40], [44].

La industria química y sus expertos aliados postularon varias explicaciones *ad hoc para desacreditar los riesgos de cáncer* [2]. Sin embargo, en 1997 la IARC clasificó el TCDD como carcinógeno humano, Grupo 1 [45]. Anteriormente, en 1977, la IARC lo había evaluado como un posible carcinógeno humano, Grupo 2B [42]. Esto fue aproximadamente dos décadas después de las primeras publicaciones epidemiológicas sobre el aumento del riesgo de cáncer por herbicidas contaminados con TCDD.

Glifosato

En los estudios de casos y controles realizados por el grupo Hardell se evaluaron los factores de riesgo del LNH por exposición a todo tipo de herbicidas. Además de los ácidos fenoxiacéticos, también se demostró que el glifosato aumenta el riesgo [46], [47]. La leucemia de células pilosas (HCL) se considera un subtipo de LNH. En un estudio separado sobre HCL, el glifosato también fue un factor de riesgo para esa neoplasia maligna [48]. También se encontraron resultados similares en otros estudios [49], [50].

El glifosato fue probado como herbicida en 1970 y fue patentado por Monsanto [51]. Fue registrado para su uso en EE.UU. en 1974 con el nombre comercial 'Roundup'. Dado que la patente expiró, hoy en día lo producen muchos fabricantes. En 1996 se introdujeron

cultivos tolerantes al glifosato genéticamente modificados (Roundup Ready) y desde entonces su uso mundial se ha multiplicado por 15. En los últimos años, el glifosato ha sido el pesticida más utilizado [52].

La IARC de la OMS evaluó el glifosato en marzo de 2015 y lo clasificó como grupo 2A, un probable carcinógeno humano [53], [54]. Esto se basó en evidencia “limitada” de cáncer en humanos (de exposiciones que ocurrieron en el mundo real) y evidencia “suficiente” de cáncer en animales de experimentación (de estudios de glifosato “puro”). La IARC también concluyó que había pruebas “fuertes” de genotoxicidad, tanto para el glifosato “puro” como para las formulaciones de glifosato.

La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) es la agencia de la UE para la evaluación de riesgos relacionados con la seguridad alimentaria. En octubre de 2015, es decir, siete meses después de la evaluación de la IARC, la EFSA publicó su propia evaluación [55]. En resumen, la EFSA descartó sin una explicación clara cualquier asociación del glifosato con el cáncer. Todos los hallazgos sobre la carcinogénesis en estudios con animales se descartaron erróneamente como hallazgos fortuitos. Se ignoró la evidencia mecanicista sobre genotoxicidad. El estrés oxidativo se confirmó, pero se descartó como motivo de carcinogénesis [56]. Cabe señalar que la EFSA no reveló los nombres de los autores de los capítulos y las referencias fueron redactadas.

Monsanto, el principal productor de glifosato, contrató a un panel de científicos para defender el glifosato. Así, en 2016 se publicó un artículo de 17 páginas en *Critical Reviews in Toxicology*, conocida por ser una revista de defensa de productos favorable a la industria [57]. Se concluyó que “ *En resumen, la totalidad de la evidencia, especialmente a la luz de las extensas pruebas que ha recibido el glifosato, según lo juzgado por los Paneles de Expertos, no respalda la conclusión de que el glifosato sea un “probable carcinógeno humano” y, consistentemente con evaluaciones regulatorias previas, los Paneles de Expertos concluyen que es poco probable que el glifosato represente un riesgo cancerígeno para los humanos*”.

Esta revisión fue realizada por cuatro paneles de expertos. En la publicación inicial no se declararon conflictos de intereses. Todos menos seis de los 16 autores aparecieron con su afiliación universitaria u hospitalaria. Durante los juicios en EE. UU. sobre exposición al glifosato y la NHL, se reveló que los autores no eran independientes y que Monsanto estuvo profundamente involucrado en la organización, revisión y edición de la reseña. De hecho, Monsanto pagó a los autores a través de una empresa consultora, *Intertek* [58].

Como consecuencia, *Critical Reviews in Toxicology* se vio obligada a realizar un corrigendum dos años después: “ *Cuando este artículo se publicó originalmente el 28 de septiembre de 2016, las contribuciones, el estado contractual y los posibles intereses en competencia de todos los autores y contribuyentes no autores no se divulgaron en su totalidad. a revisiones críticas en toxicología. En concreto, los Reconocimientos y Declaración de Interés no estaban completos. Después de una mayor aclaración por parte de los autores, estas secciones se corrigen para reflejar las contribuciones completas, el estado contractual y los posibles intereses en competencia de todos los autores y contribuyentes que no son autores y se leen de la siguiente manera... Este documento de descripción general (artículo) es parte de un suplemento, el cuya preparación fue coordinada por Intertek Scientific & Regulatory Consultancy (Intertek) bajo el liderazgo de Ashley Roberts. Se preparó después de completar los cuatro manuscritos como una*

descripción general y presentó las opiniones y conclusiones de cuatro grupos del panel de expertos. Los paneles de expertos fueron organizados y apoyados administrativamente por Intertek. Monsanto Company, que es un productor y comercializador principal de glifosato y productos relacionados, proporcionó financiación a Intertek. Todos los panelistas expertos, excepto John Acquavella y Larry D. Kier, fueron compensados mediante un contrato con Intertek. John Acquavella y Larry D. Kier fueron compensados a través de contratos de consultoría existentes con Monsanto Company” [59].

La defensa del producto minimizando el riesgo parece haber sido una de las estrategias de Monsanto [60].

La empresa química alemana Bayer compró Monsanto en 2018. Se enfrenta a una gran cantidad de demandas por NHL y exposición al glifosato. Hasta ahora, en tres procesos los jurados han concedido alrededor de 200 millones de dólares [58]. Sin duda el uso de glifosato es de gran importancia económica tanto para los productores como para la agricultura. En 2017, la Comisión de la UE amplió el uso de glifosato hasta 2022 [61].

Radiación de radiofrecuencia

En 2011, la IARC de la OMS evaluó que los campos electromagnéticos de radiofrecuencia (RF-EMF) en el rango de frecuencia de 30 kHz a 300 GHz eran posiblemente cancerígenos para los humanos, Grupo 2B [62], [63]. Esto se basó en la evidencia de un mayor riesgo de glioma y neuroma acústico en estudios de epidemiología humana sobre el uso de teléfonos móviles y/o inalámbricos (DECT) [64], [65], [66], [67], [68], [69]. El mayor riesgo de cáncer fue respaldado por estudios de laboratorio [70], [71].

En 2001, la IARC evaluó los CEM de frecuencia extremadamente baja (ELF) como un posible carcinógeno humano, Grupo 2B [72]. Esta fue la primera vez que la radiación no ionizante a niveles de baja intensidad puede ser una posible causa de cáncer. Fue anterior al hallazgo de la IARC sobre RF-EMF en una década.

Desde entonces, la evidencia sobre la carcinogénesis por RF-EMF se ha fortalecido en base a nuevos estudios en humanos sobre el uso de teléfonos inalámbricos, como se revisó [73], [74]. Además, los estudios en animales muestran un mayor riesgo de cáncer, tanto en la exposición a RF-EMF de campo cercano [75], [76], [77] como en la exposición a campo lejano [78], [79]. Los estudios mecanicistas muestran un aumento de especies reactivas de oxígeno (ROS) [80], así como daños en el ADN [81]. Estos resultados respaldan el mayor riesgo de cáncer en humanos y animales sometidos a pruebas de laboratorio con radiación de RF. De hecho, los RF-EMF ahora pueden clasificarse como carcinógenos humanos, Grupo 1 [82], [83]. Sin embargo, dicha clasificación sólo puede realizarla la IARC.

Por supuesto, estos peligros para la salud bien documentados derivados de los RF-EMF no son bien aceptados por la industria de las telecomunicaciones y sus expertos aliados. Se utilizan varios métodos para crear dudas. Los estudios están desacreditados, sólo se citan parcialmente o incluso no se citan en absoluto [84], [85], [86]. De este modo, el lector uniformado recibe información errónea sobre los riesgos reales. Esto incluye también a las

agencias reguladoras y a los responsables de la formulación de políticas. Incluso las agencias destinadas a establecer pautas de exposición pueden incluir científicos pro-industria y sesgados que oscurecen los verdaderos riesgos [87], [88].

ICNIRP

La Comisión Internacional de Protección contra Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP) es una organización no gubernamental (ONG) privada registrada en Munich, Alemania. ICNIRP nombra a sus propios miembros y está cerrada a la transparencia. Se inició en 1992 con el biofísico Michael Repacholi como primer presidente, ahora miembro emérito. ICNIRP ha publicado tres artículos con directrices sobre la exposición a RF-EMF [86], [89], [90]. Sólo se reconocen los efectos térmicos (calentamiento) de la radiación de RF, excluyendo así todos los estudios que muestran efectos nocivos a intensidades no térmicas más bajas. A diferencia de ICNIRP, algunos otros paneles de expertos, como la Academia Europea de Medicina Ambiental [91], el grupo Bioinitiative [92] y la Comisión Rusa para la Protección contra Radiaciones No Ionizantes [93], tienen en cuenta los efectos de RF no térmicos. y sugieren pautas mucho más bajas para la exposición a RF.

ICNIRP ha logrado obtener un estatus de colaboración con la OMS, como se analizó anteriormente [88]. El objetivo es armonizar las directrices sobre radiación de RF en todo el mundo. En ese sentido, la ICNIRP ha tenido éxito. Las directrices están establecidas para permitir niveles de exposición muy altos para que el despliegue de esta tecnología no se vea obstaculizado, en beneficio de la industria pero en desventaja para la salud humana y el medio ambiente. De hecho, las directrices de la ICNIRP nunca han sido cuestionadas por la industria en artículos revisados por pares, lo que debe tomarse como una tarjeta verde para su aceptación por parte de la industria.

Fracción atribuible

La fracción atribuible (FA), a veces también llamada fracción etiológica, es el número de casos en los que la exposición jugó un papel etiológico. Esta es la fracción prevenible si la exposición no estuviera presente. En Belpomme et al. [73] publicamos metanálisis para el uso acumulado más prolongado de teléfonos móviles con odds ratio (OR) e intervalo de confianza (IC) del 95 %, tanto para el uso total como para el uso ipsilateral de teléfonos inalámbricos. Tenga en cuenta que sólo el grupo de Hardell evaluó también el uso de teléfonos inalámbricos (DECT). Presentamos aquí la FA basada en un aumento de riesgos estadísticamente significativo en los metanálisis. FA es la proporción de casos que pueden atribuirse a la exposición particular. Esto se calcula como la fracción de casos expuestos multiplicada por $[(OR-1)/OR]$.

Como se muestra en la Tabla 1, la FA para glioma se calculó en 4,88 %, IC del 95 % = 2,44–6,57 %, correspondiente a 211 casos prevenibles, IC del 95 % = 105–284 casos en el tiempo más largo para todo el uso acumulado de teléfonos inalámbricos. En cuanto al uso ipsilateral del teléfono inalámbrico, la FA fue de 6,03 %, IC 95% = 4,51–7,12 %, arrojando 150 casos; IC del 95%: 112–177 es prevenible.

Tabla 1:

Fracción atribuible (FA) basada en metanálisis de estudios de casos y controles sobre el uso de teléfonos inalámbricos con un mayor riesgo estadísticamente significativo. Para más detalles ver Belpomme et al. [73]. Se proporcionan el odds ratio (OR), el intervalo de confianza (IC) del 95% y los números (n).

Casos	Metaanálisis		AF	
	total	norte expuesto sustantivo, masculino— O	IC del 95%	FA, % IC del 95%
glioma^a				
Uso acumulado más largo ^b	4,319	445	1,90 1,31-2,76	4,88 2,44-6,51
≥ 1640 h				
Uso acumulado más largo ^b , ipsilateral				
≥ 1640 h	2.484	247	2,54 1,83-3,52	6,03 4,51-7,12
meningioma^a				
Uso acumulado más largo ^b , ipsilateral				
≥ 1640 h	2,241	119	1,49 1,08-2,06	1,75 0,39-2,73
Neuroma acústico^c				
Uso acumulado más prolongado, ipsilateral ≥ 1640 h				
	899	66	2,71 1,72-4,28	4,63 3,07-5,63

^a Basado en Interphone [67], Coureau et al. [101], Hardell y Carlberg [104], Carlberg y Hardell [102]. ^b Coureau et al. [101] ≥ 896 horas. ^c Basado en Interphone [68], Hardell et al. [108].

Para meningioma FA = 1,75%, IC 95% = 0,39-2,73 correspondió a 39 casos, se calculó IC 95% = 9-61 casos para el uso ipsilateral del teléfono inalámbrico. El cálculo de FA para el neuroma acústico arrojó 4,63%, IC 95% = 3,07-5,63% correspondiente a 42 casos, IC 95% = 28-51 casos para el uso ipsilateral del teléfono.

Tasas de tumores cerebrales en el registro nacional sueco de pacientes hospitalizados, código ICD D43

Las tasas de tumores cerebrales de tipo desconocido, D43, se estudiaron utilizando el Registro Sueco de Pacientes Hospitalizados (IPR) sin ninguna información de identificación personal [94]. Fue creado en 1964 y tiene una cobertura nacional completa desde 1987 [95]. Se dispone de datos del registro del D43 desde 1998. Actualmente se registran más del 99% de las altas hospitalarias. Para los pacientes ambulatorios los datos son menos fiables debido a la falta de información. La notificación de pacientes ambulatorios ha aumentado durante los años más recientes, por lo que estas tendencias temporales pueden dar resultados espurios, por lo que omitimos a los pacientes ambulatorios del análisis.

Los datos se analizaron para el período 1998-2019. Las tarifas estandarizadas por edad no están disponibles en el registro. En cambio, se informan cifras de pacientes por cada 100.000 habitantes. Se utilizó la versión 4.1.1.1 del programa Joinpoint Regression Analysis para examinar el número de pacientes por 100.000 en atención hospitalaria y la incidencia por 100.000 personas-año en el Registro Sueco de Pacientes Hospitalizados, ajustando un modelo de 0 a 3 puntos de unión utilizando pruebas de permutación con corrección de Bonferroni para pruebas múltiples para calcular el número de puntos de unión que mejor se adaptan al material [96]. Cuando se detectaron puntos de unión, se calcularon cambios porcentuales anuales (APC) y IC del 95% para cada segmento lineal. También se calcularon los cambios porcentuales anuales promedio (AAPC) para todo el período utilizando el promedio de los APC ponderados por la longitud del segmento. Para poder calcular APC y AAPC, los datos se transformaron logarítmicamente antes del análisis. Por lo tanto, no fue posible realizar un análisis de regresión de puntos de unión cuando hubo años sin casos durante ese período. Dado que los datos no incluyen ninguna identificación personal, no se necesitó aprobación ética.

En los hombres, la AAPC aumentó durante 1998-2019 con +1,77 %, intervalo de confianza (IC) del 95 % -0,02, +3,58 %, Tabla 2 ; Figura 1 . El aumento fue mayor en el grupo de edad de 20 a 39 años, +2,90 %, IC del 95 %: +1,66, +4,16 %, Figura 2 . AAPC aumentó de manera estadísticamente significativa en todos los grupos de edad, excepto en el de 0 a 19 años.

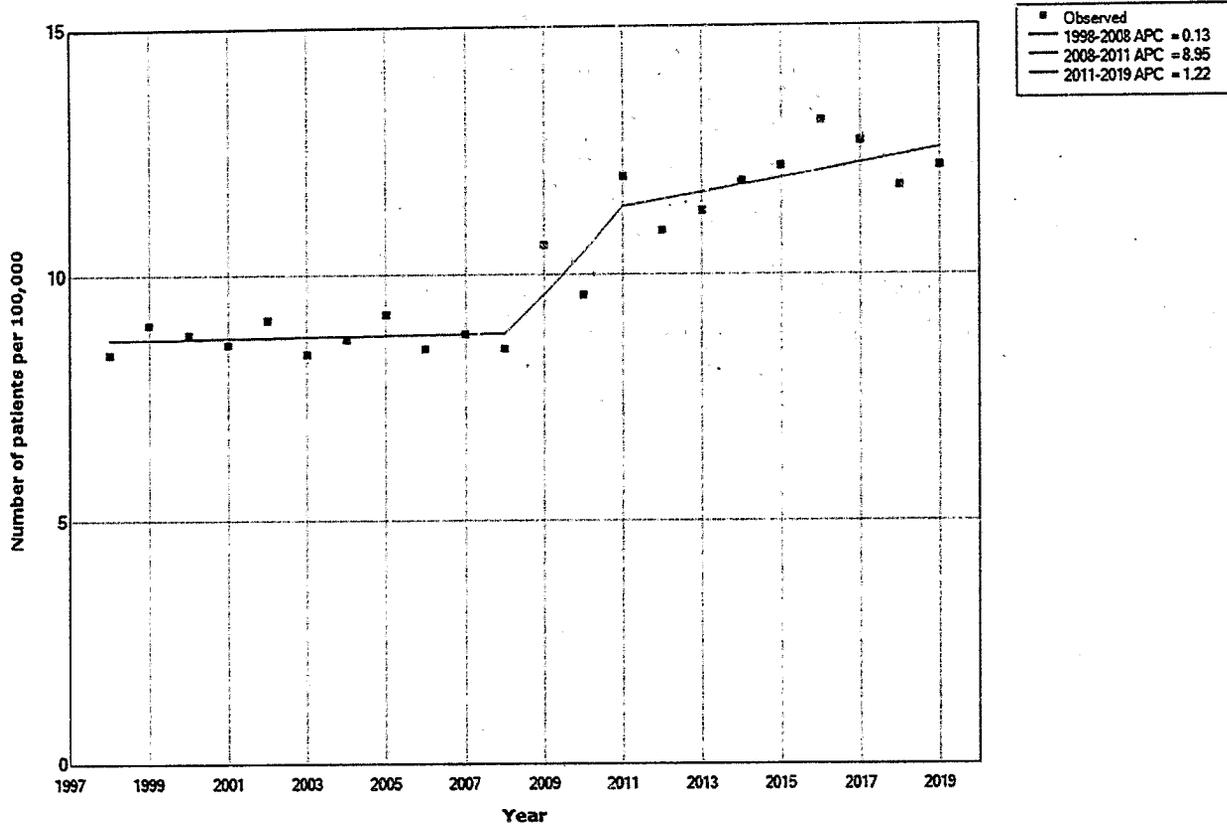
Tabla 2:

Análisis de regresión de Joinpoint de las tasas de tumores cerebrales (números por 100 000) en hombres en el Registro Sueco de Pacientes Hospitalizados 1998-2019, código ICD-10 D43 (https://sdb.socialstyrelsen.se/ef_par/val.aspx (https://sdb.socialstyrelsen.se/ef_par/val.aspx)).

CIE-10	Ubicación del punto de unión	APC 1 (IC del 95%)	APC 2 (IC del 95%)	APC 3 (IC del 95%)
D43	Todos los hombres 2008; 2011 (n=10.540)	+0,13 (-0,85, +1,12)	+8,95 (-3,99, +23,64)	+1,22 (-0,16, +2,60)
	0-19 años No se detectó ningún punto de unión (n=662)	-	-	-
	20-39 años No se detectó ningún punto de unión (n=1117)	-	-	-
	40-59 años No se detectó ningún punto de unión (n=2.799)	-	-	-
	60-79 años No se detectó ningún punto de unión (n=4.867)	-	-	-
	80+ años No se detectó ningún punto de unión (n=1.095)	-	-	-

APC, cambio porcentual anual (APC 1, tiempo desde 1998 hasta el primer punto de unión; APC 2, tiempo desde el primer punto de unión hasta 2019 o hasta el segundo punto de unión; APC 3, tiempo desde el segundo punto de unión hasta 2019); AAPC, variación porcentual anual promedio

Inpatient care, D43, men: All: 2 Joinpoints

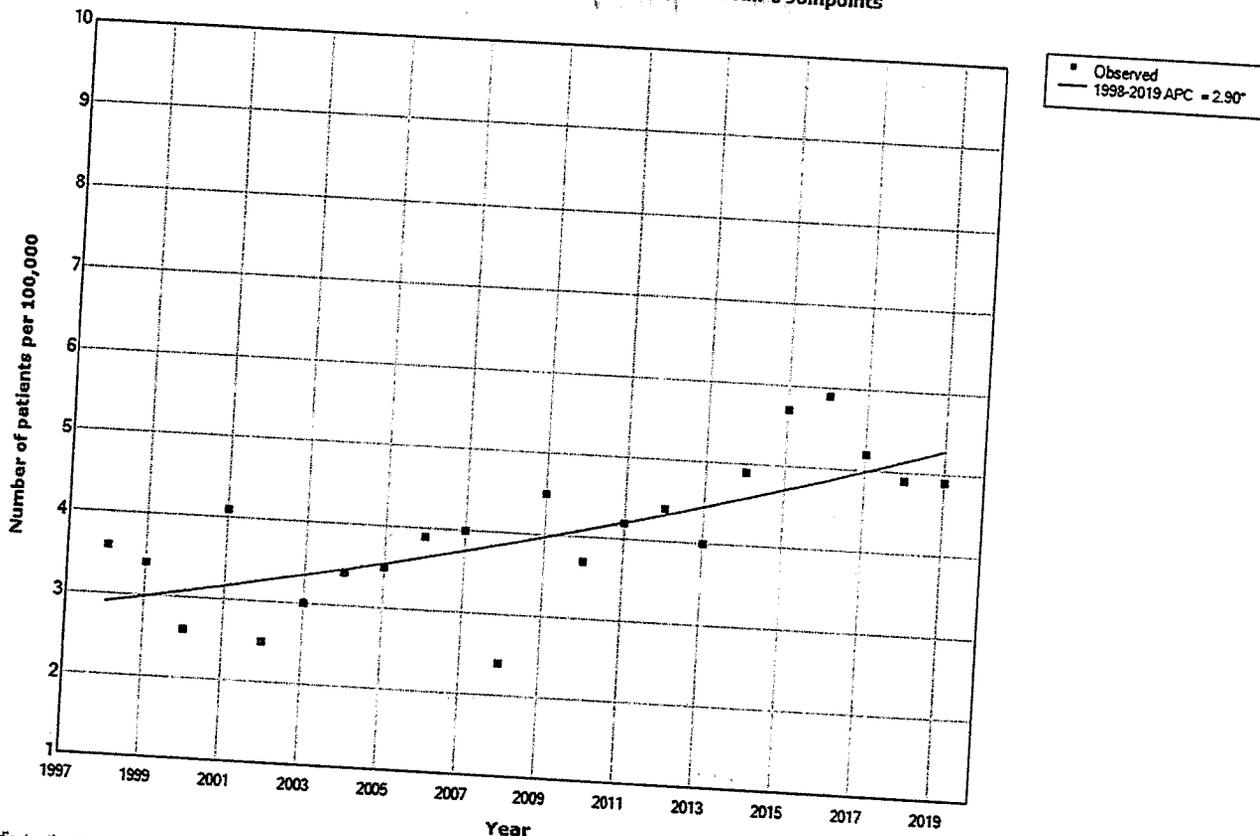


* Indicates that the Annual Percent Change (APC) is significantly different from zero at the alpha = 0.05 level.
Final Selected Model: 2 Joinpoints.

Figura 1:

Análisis de regresión de Joinpoint del número de pacientes por 100.000 habitantes. Según el Registro Nacional Sueco de Pacientes Hospitalizados para hombres, todas las edades entre 1998 y 2019 fueron diagnosticados con D43 = tumor de tipo desconocido en el cerebro o el SNC. Tenga en cuenta que en Suecia 1G (NMT, sistema nórdico de telefonía móvil) funcionó durante 1981-2007. 2G (GSM) comenzó en 1991, 3G UMTS) comenzó en 2003, 4G comenzó en 2015 y DECT comenzó en 1988 [97].

Inpatient care, D43, 20-39, men: All: 0 Joinpoints



* Indicates that the Annual Percent Change (APC) is significantly different from zero at the alpha = 0.05 level.
Final Selected Model: 0 Joinpoints.

Figura 2:

Análisis de regresión de Joinpoint del número de pacientes por 100.000 habitantes. Según el Registro Nacional Sueco de Pacientes Hospitalizados para hombres de 20 a 39 años durante 1998-2019 diagnosticados con D43 = tumor de tipo desconocido en el cerebro o el SNC.

Se encontraron resultados similares en mujeres con AAPC +1,70 %, IC 95 % +0,38, +3,05 % durante 1998-2019, Tabla 3 ; Figura 3 . También en las mujeres, el mayor aumento de AAPC se encontró en el grupo de edad de 20 a 39 años, +2,89 %, IC del 95 % +1,54, +4,27 %, Figura 4 . AAPC aumentó de manera estadísticamente significativa en todos los grupos de edad excepto en el de 0 a 19 años y en el de 80+ años. Se observó un aumento especialmente alto de APC en mujeres de 60 a 79 años durante 2005-2019, y en mujeres de 80 años o más durante 2010-2019.

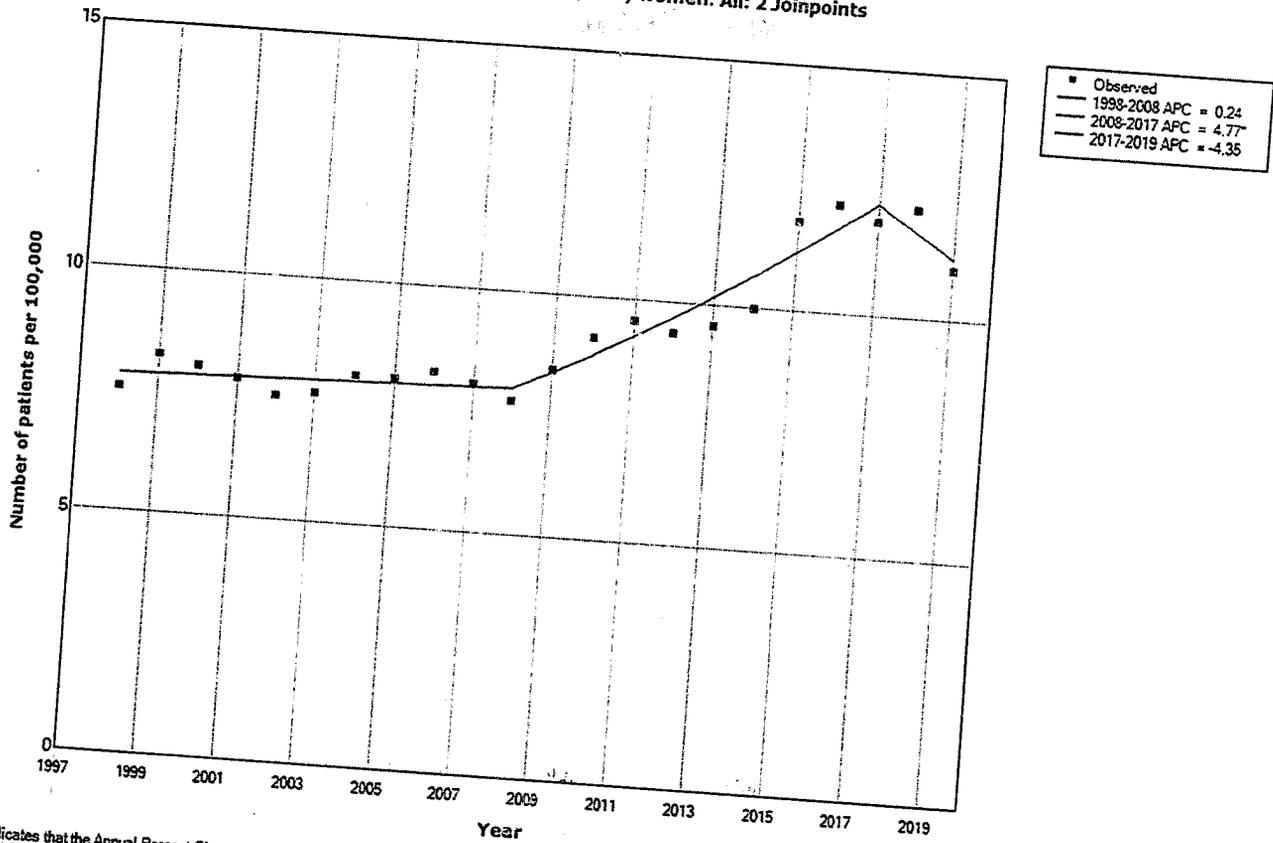
Tabla 3:

Análisis de regresión de Joinpoint de las tasas de tumores cerebrales (números por 100 000) en mujeres en el Registro Sueco de Pacientes Hospitalizados 1998-2019, código ICD-10 D43 (https://sdb.socialstyrelsen.se/ef_par/val.aspx (https://sdb.socialstyrelsen.se/ef_par/val.aspx)).

CIE-10	Ubicación del punto de unión	APC 1 (IC del 95%)	APC 2 (IC del 95%)	APC 3 (IC del 95%)
D43				
Todas las mujeres	2008; 2017 (n=9.611)	+0,24 (-0,75, +1,24)	+4,77 (+3,32, +6,24)	-4,35 (-15,8 +8,68)
0-19 años	No se detectó ningún punto de unión (n=570)	-	-	-
20-39 años	No se detectó ningún punto de unión (n=907)	-	-	-
40 a 59 años	No se detectó ningún punto de unión (n=2.509)	-	-	-
60-79 años	2005 (n=4.307)	-0,95 (-4,07, +2,27)	+3,45 (+2,30, +4,62)	-
80+ años	2010 (n=1.318)	-0,66 (-3,11, +1,84)	+5,49 (+1,51, +9,63)	-

APC, cambio porcentual anual (APC 1, tiempo desde 1998 hasta el primer punto de unión; APC 2, tiempo desde el primer punto de unión hasta 2019 o hasta el segundo punto de unión; APC 3, tiempo desde el segundo punto de unión hasta 2019); AAPC: variación porcentual anual promedio.

Inpatient care, D43, women: All: 2 Joinpoints

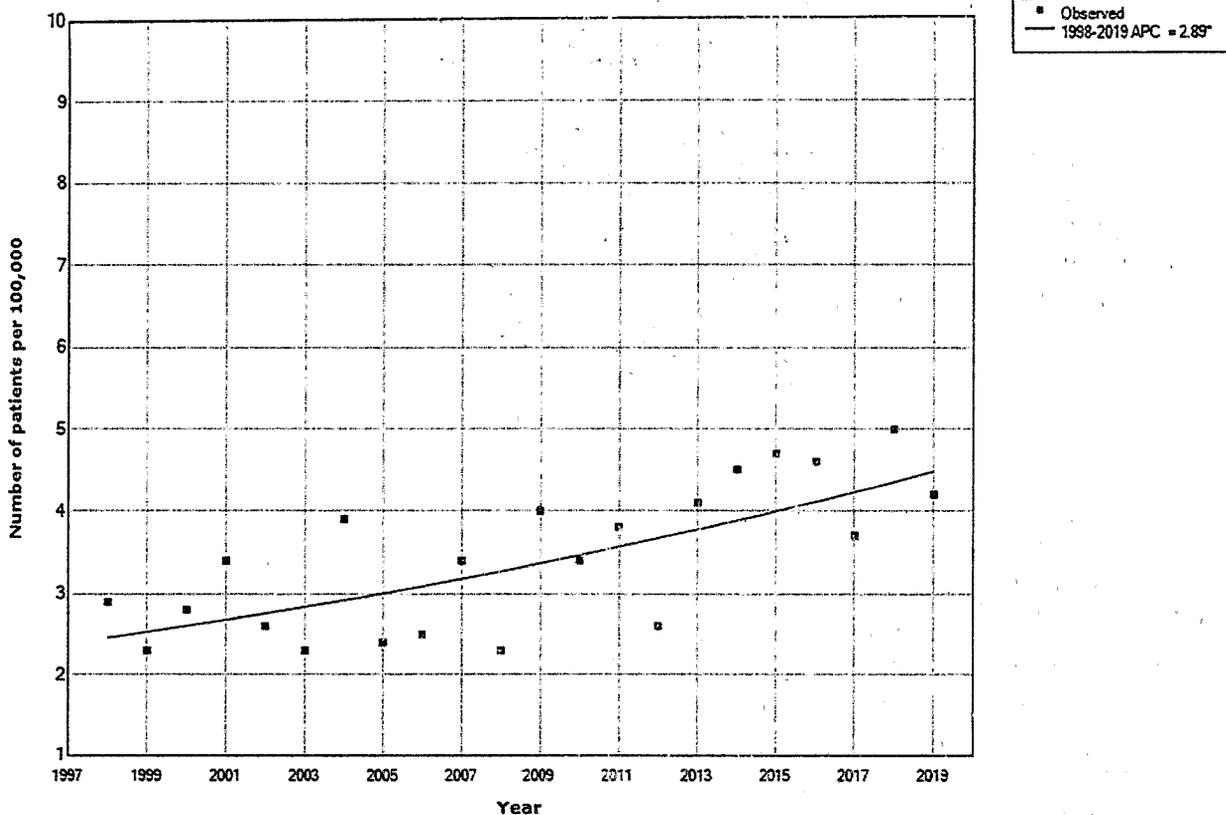


* Indicates that the Annual Percent Change (APC) is significantly different from zero at the alpha = 0.05 level.
Final Selected Model: 2 Joinpoints.

Figura 3:

Análisis de regresión de Joinpoint del número de pacientes por 100.000 habitantes. Según el Registro Nacional Sueco de Pacientes Hospitalizados para mujeres, todas las edades entre 1998 y 2019 fueron diagnosticadas con D43 = tumor de tipo desconocido en el cerebro o el SNC. Tenga en cuenta que en Suecia 1G (NMT; sistema nórdico de telefonía móvil) funcionó durante 1981-2007. 2G (GSM) comenzó en 1991, 3G (UMTS) comenzó en 2003, 4G comenzó en 2015 y DECT comenzó en 1988 [97].

Inpatient care, D43, 20-39, women: All: 0 Joinpoints



* Indicates that the Annual Percent Change (APC) is significantly different from zero at the $\alpha = 0.05$ level.
Final Selected Model: 0 Joinpoints.

Figura 4:

Análisis de regresión de Joinpoint del número de pacientes por 100.000 habitantes. Según el Registro Nacional Sueco de Pacientes Hospitalizados para mujeres de 20 a 39 años durante 1998-2019 diagnosticadas con D43 = tumor de tipo desconocido en el cerebro o el SNC.

Discusión

Sin duda, hay ejemplos históricos de lecciones tardías de las alertas tempranas sobre riesgos para la salud en las que se han descuidado las medidas preventivas. Algunos de los ejemplos aquí muestran claramente que si se hubieran tomado en serio las pruebas científicas sobre los riesgos de cáncer, se podrían haber salvado vidas.

El tabaco es un buen ejemplo de riesgos de cáncer que no se tuvieron en cuenta durante décadas debido a que había evidencia clara de un mayor riesgo. No fue hasta 1986 que la IARC clasificó el tabaco como carcinógeno humano, Grupo 1 [25]. Las estrategias de la industria tabacalera para sembrar dudas sobre los riesgos incluyen, por ejemplo, financiar investigaciones que respalden su posición, ocultar su participación, promover estudios "sin riesgo", criticar investigaciones que muestren riesgos y difundir datos y su interpretación. de los resultados a la prensa y al público en general, para más detalles ver Bero [98].

De hecho, estas estrategias de la industria tabacalera para ocultar hechos científicos parecen ser ejemplos de libros de texto sobre defensa de productos que pueden ser utilizados por diferentes industrias. Una controversia actual son los riesgos de cáncer derivados de la radiación de RF. No parece que se haya aprendido ninguna lección sobre la prevención de los riesgos de cáncer, a pesar de décadas de publicaciones sobre riesgos adversos para la salud. De hecho, la prevención temprana suele ser muy rentable [2], [99]. La cuestión de los riesgos de la radiación de RF continúa y, de hecho, aumenta a pesar de décadas de investigaciones que muestran efectos adversos en la salud humana, las plantas, los insectos y las aves. Parece como si la visión de la industria de que no hay riesgo domina a nivel nacional [84], entre muchos países [85], también a nivel de la UE (www.5gappeal.eu (<http://www.5gappeal.eu>)), e incluso dentro de la OMS [88]. En particular, estas organizaciones industriales y naciones tienen el poder y los recursos económicos para suprimir la evidencia científica sobre los riesgos y tienen acceso a los principales medios de comunicación para propagar sus puntos de vista, ya sea por razones políticas o económicas.

La radiación de RF es una controversia actual con respecto a los riesgos de cáncer. La evaluación de la IARC de 2011 sobre carcinogénesis [62], [63] ha sido minimizada y restada importancia por la industria y las agencias capturadas desde el principio a pesar de la creciente evidencia sobre los efectos nocivos. Sin embargo, la IARC ha decidido que dentro de unos años será prioritaria una nueva evaluación de los riesgos de cáncer [100].

En este artículo damos más datos sobre la carcinogénesis por RF. La fracción atribuible indica el número de casos que podrían haberse evitado si no existiera riesgo para una exposición específica. Según los resultados de estudios de casos y controles de tres grupos de estudio que han demostrado un mayor riesgo estadísticamente significativo de glioma y neuroma acústico, 211 casos de glioma (toda la exposición) y 42 casos de neuroma acústico (exposición ipsilateral) se habrían evitado en el grupo de exposición acumulada más prolongada. La fracción prevenible fue de 4,88 y 4,63%, respectivamente. La fracción prevenible más alta se encontró en el glioma con uso de teléfono inalámbrico ipsilateral, 6,03% correspondiente a 150 casos. Se calculó una FA más baja para el meningioma, 1,75 %, lo que arroja 39 casos evitables (exposición ipsilateral). Como se muestra en Belpomme et al. [73] estos resultados se basaron en Interphone [67], Coureau et al. [101], y Carlberg, Hardell [102], cada uno sin un mayor riesgo estadísticamente significativo. Sin embargo, el metanálisis de estos estudios arrojó OR = 1,49, IC 95 % = 1,08–2,06.

Anteriormente hemos publicado resultados sobre tasas crecientes de tumores de tipo desconocido en el cerebro o el SNC tanto en el Registro Sueco de Pacientes Hospitalizados como en el Registro de Causas de Muerte durante 1998–2013 [103]. Hubo una clara tendencia creciente en ambos sexos durante ese período, especialmente durante los años más recientes con AAPC +1,78 %, IC del 95 % + 0,76, 2,81 % para ambos sexos combinados. En 2007 se encontró un punto de unión en hombres; Período de tiempo 2007–2013 APC ±4,95%, IC del 95% +1,59, +8,42%. Asimismo, en mujeres se detectó un punto de unión en 2008; Período de tiempo 2008–2013 APC +4,08%, IC del 95% +1,80, +6,41%.

Ahora hemos ampliado el período hasta 2019. Por lo tanto, informamos un aumento del AAPC en ambos géneros durante 1998–2019 de magnitud similar al anterior. En los hombres, el resultado tuvo una importancia límite, aunque la AAPC se superpuso a hallazgos anteriores. Se encontró un APC más bajo durante los años más recientes tanto en

de diagnóstico y, por lo tanto, una disminución del número de tipos de tumores cerebrales desconocidos. Un retraso en la presentación de informes al registro durante los últimos años también puede tener un impacto en los resultados.

Es de destacar que encontramos el AAPC más alto en el grupo de edad de 20 a 39 años tanto en hombres como en mujeres, Tablas 2 y 3. En nuestro estudio de casos y controles sobre glioma encontramos un período de latencia medio para el uso del teléfono móvil de 9,0 años (media 10,1 años). Los resultados correspondientes para teléfonos inalámbricos (DECT) fueron 7,0 y 8,0 años, respectivamente [104]. En un estudio poblacional realizado entre 2005 y 2006 sobre el uso de teléfonos móviles e inalámbricos entre niños suecos de entre 7 y 14 años, el 79,1% informó tener acceso a teléfonos móviles y el 83,8% informó sobre el uso de teléfonos inalámbricos [105]. Por lo tanto, nuestros hallazgos actuales con un número cada vez mayor de tumores cerebrales en el grupo de edad de 20 a 39 años pueden ser consistentes con el uso de teléfonos inalámbricos que tienen un período de latencia razonable. Además, nuestros resultados anteriores mostraron el mayor riesgo para los sujetos que comenzaron a usar teléfonos móviles o inalámbricos antes de los 20 años de edad [104]. Ese grupo de edad también sería más vulnerable a la radiación de RF [106]. En las leyendas de las Figuras 1 y 3 informamos el historial de uso de teléfonos inalámbricos en Suecia. La Figura 5 muestra la cantidad de minutos de telefonía móvil salientes en millones durante el período 2000-2019 en Suecia. El mayor aumento se produce desde principios del siglo XXI y puede estar asociado con nuestros hallazgos de un número cada vez mayor de tumores cerebrales de tipo desconocido considerando un tiempo de latencia razonable.

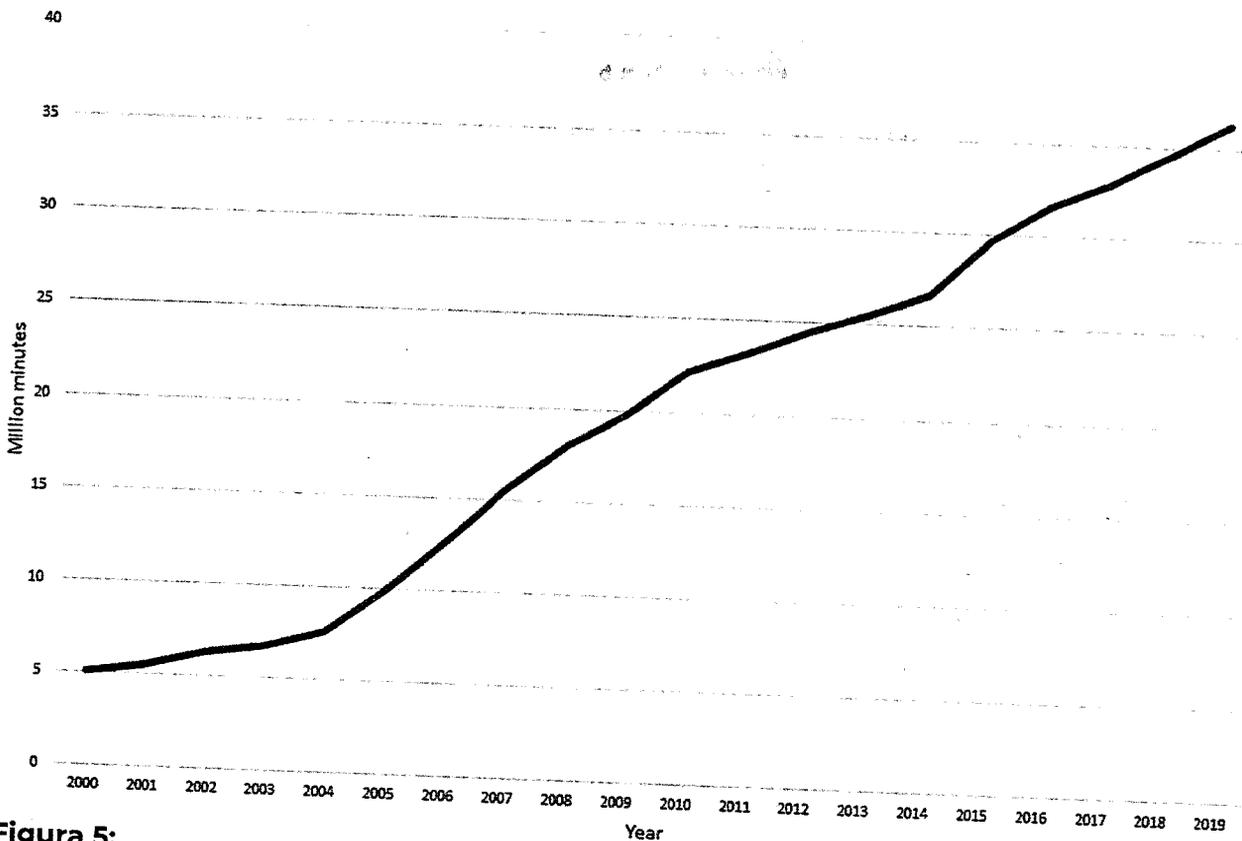


Figura 5:

Número de minutos salientes de telefonía móvil en millones durante el período 2000-2019 en Suecia según post-och Telestyrelsen [Autoridad Sueca de Correos y Telecomunicaciones (PTS)]. Disponible en: <https://statistik.pts.se/svensk-telekommarknad/tabeller/mobila-samtals-och-datatjanster/tabell-13-trafik> (<https://statistik.pts.se/svensk-telekommarknad/tabeller/mobila-samtals-och-datatjanster/tabell-13-trafikminuter-utgaende/>) Minuter-utgaende/.

Como hemos comentado en otra parte, el Registro Sueco de Cáncer no es fiable para estudiar la incidencia de tumores cerebrales [103], [107]. El registro se basa principalmente en la notificación de casos con diagnóstico histopatológico. Ahora el diagnóstico puede basarse en CT y/o MRI sin más investigaciones, especialmente en pacientes con malos resultados. La biopsia o la operación pueden ser difíciles de realizar debido a la ubicación del tumor, la edad y la comorbilidad. En el Registro Sueco de Cáncer, alrededor del 90% de los casos se diagnostican mediante citología o histología, un número que ha aumentado ligeramente en los últimos años [107]. Este hecho indica que los tumores cerebrales de tipo desconocido no se notifican al Registro de Cáncer.

Esta revisión brinda información sobre las oportunidades perdidas para la prevención del cáncer, ejemplificadas por el asbesto, el tabaco, ciertos pesticidas y ahora la radiación de radiofrecuencia. Sin duda, se favorecen las consideraciones económicas en lugar de la prevención del cáncer. La víctima del cáncer sale perdiendo en términos de sufrimiento, calidad de vida y menor esperanza de vida. También se ve afectada la vida de los familiares. Hace décadas se estableció una estrategia para sembrar dudas sobre los riesgos de cáncer y ahora la industria de las telecomunicaciones la adopta e implementa de manera más sofisticada en relación con los riesgos de RF-EMF para los seres humanos y el medio ambiente. La industria tiene el poder económico y el acceso a los políticos y a los medios de comunicación, mientras que las personas preocupadas no son escuchadas.

Autor para correspondencia: Lennart Hardell , MD, PhD, Profesor,
Departamento de Oncología, Facultad de Medicina y Salud , Universidad de
Örebro , SE-701 82 Örebro , Suecia ; y Dirección actual: Fundación para la
Investigación del Cáncer y el Medio Ambiente , Studievägen 35, SE-702 17
Örebro , Suecia , Correo electrónico:
lennart.hardell@environmentandcancer.com

Expresiones de gratitud

Los autores quieren agradecer a The Electromagnetic Safety Alliance, Inc. USA por su apoyo general.

Financiamiento de la investigación: Ninguno declarado.

Contribuciones de los autores: LH y MC contribuyeron a la concepción, diseño y redacción del manuscrito. Ambos autores leyeron y aprobaron el manuscrito final. MC hizo los análisis estadísticos.

Intereses en conflicto: los autores declaran que no hay conflicto de intereses.

Consentimiento informado: No aplica el consentimiento informado.

Aprobación ética: No aplicable.

Referencias

1. Hardell, L, Walker, MJ, Walhjalt, B, Friedman, LS, Richter, ED. Vínculos secretos con la industria e intereses encontrados en la investigación del cáncer. *Am J Ind Med* 2002;50:227-33.
10.1002/ajim.20357 (<https://doi.org/10.1002/ajim.20357>)

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17086516/>)

2. Hardell, L. Pesticidas, sarcoma de tejidos blandos y linfoma no Hodgkin: aspectos históricos del principio de precaución en la prevención del cáncer. *Acta Oncol* 2008;47:347-54. <https://doi.org/10.1080/02841860701753697>
(<https://doi.org/10.1080/02841860701753697>).
10.1080/02841860701753697 (<https://doi.org/10.1080/02841860701753697>)

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18347998/>)

3. Vaya, D. ¿Más o menos precaución? En: *Agencia Europea de Medio Ambiente: lecciones tardías de las alertas tempranas: ciencia, precaución, innovación*, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. Informe AEMA nº 1. Luxemburgo: Agencia Europea de Medio Ambiente: 2012: 612-60 págs

4. Hansen, SF, Tickner, JA. El principio de precaución y las falsas alarmas: lección aprendida. En: *Lecciones tardías de las alertas tempranas: ciencia, precaución, innovación*, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. Informe AEMA nº 1. Luxemburgo: Agencia Europea de Medio Ambiente; 2013: 17–45 págs.
5. Agencia Europea de Medio Ambiente. *Lecciones tardías de las alertas tempranas: el principio de precaución 1896–2000*. Luxemburgo: Agencia Europea de Medio Ambiente. Informe sobre cuestiones ambientales de 2001; No 22.
6. Agencia Europea de Medio Ambiente. *Lecciones tardías de las alertas tempranas: ciencia, precaución, innovación*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. Informe de la AEMA; 2013. Nº 1.
7. Ramazzini, B. De morbis artificum diatriba [enfermedades de los trabajadores]. 1713. *Am J Public Health* 2001;91:1380–2. <https://doi.org/10.2105/ajph.91.9.1380> (<https://doi.org/10.2105/ajph.91.9.1380>).
10.2105/AJPH.91.9.1380 (<https://doi.org/10.2105/AJPH.91.9.1380>)
PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11527762/>)
PubMed Central (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1446785/>)
8. Pott, P. *Observaciones quirúrgicas relativas a la catarata, el pólipo de la nariz, el cáncer de escroto, las diferentes clases de roturas y la mortificación de los dedos de los pies y de los pies*. Londres: Hawes, Clarke y Collins; 1775: 63–8 págs.
9. CIIC. *Monografías sobre la evaluación de los riesgos cancerígenos para los seres humanos. Compuestos aromáticos polinucleares, Parte 4, Betunes, alquitranes de hulla y productos derivados, aceites de esquisto y hollines*. Lyon: IARC; 1985, volumen 35.
10. Deane, L. Informe sobre la salud de los trabajadores del amianto y otros sectores polvorientos. En: *HM Inspector Jefe de Fábricas y Talleres. Informe anual de 1898*. Londres: HMSO; 1899: 171–2 págs.
11. Lynch, KM, Smith, WA. Asbestosis pulmonar III: carcinoma de pulmón en asbesto-silicosis. *Am J Cáncer* 1935;24:56–64. <https://doi.org/10.1158/ajc.1935.56> (<https://doi.org/10.1158/ajc.1935.56>).
10.1158/ajc.1935.56 (<https://doi.org/10.1158/ajc.1935.56>)
12. Weiss, A. Pleurakrebs beiungenasbestose, in vivo morphologisch gesichert [Cáncer de pleura en asbestosis pulmonar determinado morfológicamente in vivo]. *Medizinische* 1953;6:93–4.
13. Wagner, JC, Sleggs, CA, Marchand, P. Mesotelioma pleural difuso y exposición al amianto en la provincia del Cabo Noroeste. *Br J Ind Med* 1960;17:260–71. <https://doi.org/10.1136/oem.17.4.260> (<https://doi.org/10.1136/oem.17.4.260>).
10.1136/oem.17.4.260 (<https://doi.org/10.1136/oem.17.4.260>)
PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/13782506/>)
PubMed Central (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1038078/>)

14. Selikoff, IJ, Churg, J, Hammond, EC. Exposición al amianto y neoplasia. *J Am Med Assoc* 1964;188:22–6. <https://doi.org/10.1001/jama.1964.03060270028006>
(<https://doi.org/10.1001/jama.1964.03060270028006>).
10.1001/jama.1964.03060270028006 (<https://doi.org/10.1001/jama.1964.03060270028006>)

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14107297/>)
15. Tweedale, G. Vínculos secretos con el amianto: restar importancia y borrar los riesgos de los minerales tóxicos. En: Walker, MJ, editor. *Lazos corporativos que unen*. Nueva York: Skyhorse Publishing; 2017: 136–51 págs.
16. Ruff, K. Al servicio de la industria, promoviendo el escepticismo y desacreditando la epidemiología. En: Walker, MJ, editor. *Lazos corporativos que unen*. Nueva York: Skyhorse Publishing; 2017: 119–35 págs.
17. CIIC. *Monografías sobre la evaluación de los riesgos cancerígenos para el ser humano del amianto*. Lyon: IARC; 1977, volumen 14.
18. James, A. *Counterblaste to Tobacco (Publicado de forma anónima; republicado en 1954)*. Londres: The Rodale Press; 1604.
19. Sömmering, ST. *De morbis vasorum absorbente corporis humani*. Fráncfort: Varrentrapp & Wenner; 1795.
20. Luego. Cáncer y tabaquismo. *Br Med J* 1890;1:748.
21. Brinkmann, H. *Statistische Übersicht über 108 Fälle von Primären Bronchial- und Lungencarcinom, nebst einem Fall von Bronchuscarcinom mit Tödlicher Arrosion der Arteria Pulmonalis [Reseña estadística de 108 casos de carcinoma bronquial y pulmonar primario junto con un caso de carcinoma de bronquio con Erosión Fatal de la Arteria Pulmonar]*. Leipzig: editorial Emil Lehmann; 1914.
22. Müller, FH. Tabakmißbrauch und Lungencarcinom [Abuso de tabaco y carcinoma de pulmón]. *Z Krebsforsch* 1940;49:57–85. <https://doi.org/10.1007/bf01633114>
(<https://doi.org/10.1007/bf01633114>).
10.1007/BF01633114 (<https://doi.org/10.1007/BF01633114>)
23. Schairer, E, Schöniger, E. Lungenkrebs und Tabakverbrauch [Cáncer de pulmón y consumo de tabaco]. *Z Krebsforsch* 1944;54:261–9. <https://doi.org/10.1007/bf01628727>
(<https://doi.org/10.1007/bf01628727>).
10.1007/BF01628727 (<https://doi.org/10.1007/BF01628727>)
24. Wassink, WF. Distribución del cáncer de pulmón por ocupación (holandés). *Ned Tijdschr Geneeská* 1948;92:3732–47.
25. CIIC. *Monografías sobre la evaluación de los riesgos cancerígenos para el consumo de tabaco en humanos*. Lyon: IARC; 1986, volumen 38.
26. Walhjalt, B, Lavado verde. La experiencia sueca. En: Walker, MJ, editor. *Lazos corporativos que unen*. Nueva York: Skyhorse Publishing; 2017: 96–108 págs.

27. Carson, R. *Primavera silenciosa*. Boston: Houghton Mifflin; 1962.
28. Walker, MJ. Una cultura oscura: la historia y la literatura sobre la producción perjudicial para la salud, su exposición y su defensa corporativa. En: Walker, MJ, editor. *Lazos corporativos que unen*. Nueva York: Skyhorse Publishing; 2017: 1–40 págs.
29. CIIC. *Monografías sobre la evaluación de riesgos cancerígenos para el ser humano DDT, lindano y 2,4-D*. Lyon: Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer; 2018, volumen 113.
30. PNUMA. *El convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes*. Ginebra: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente; 2002. Disponible en: www.pops.int (<http://www.pops.int>).
31. Turusov, V, Rakitsky, V, Tomatis, L. Diclorodifeniltricloroetano (DDT): ubicuidad, persistencia y riesgos. *Perspectiva de salud ambiental* 2002;110:125–8. <https://doi.org/10.1289/ehp.02110125> (<https://doi.org/10.1289/ehp.02110125>).
- 10.1289/ehp.02110125 (<https://doi.org/10.1289/ehp.02110125>)
- PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11836138/>)
PubMed Central (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1240724/>)
32. EPA. *DDT: una breve historia y estado*. Washington (DC), EE.UU.: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos; 2015. Disponible en: <http://www2.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products> (<http://www2.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products>).
33. CIIC. *Monografías sobre la evaluación de los riesgos cancerígenos para el ser humano de algunos plaguicidas organoclorados*. Lyon: IARC; 1974, volumen 5.
34. Liljegren, G, Hardell, L, Lindström, G, Dahl, P, Magnuson, A. Estudio de casos y controles sobre cáncer de mama y concentraciones de tejido adiposo de bifenilos policlorados específicos de congéneres, DDE y hexaclorobenceno. *Eur J Cancer Prev* 1998;7:135–40.
35. Hardell, L, van Bavel, B, Lindström, G, Björnfoth, H, Orgum, P, Carlberg, M, et al. Concentraciones de p, p'-DDE en el tejido adiposo y el riesgo de cáncer de endometrio. *Gynecol Oncol* 2004;95:706–11. <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2004.08.022> (<https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2004.08.022>).
- 10.1016/j.ygyno.2004.08.022 (<https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2004.08.022>)
- PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15581986/>)
36. Hardell, L. Maligna mesenkymala mjukdelstumörer och exposition för fenoxisyror – en klinisk observation [Tumores malignos mesenquimales de tejidos blandos y exposición a ácidos fenoxiacéticos: una observación clínica]. *Lakartidningen* 1977;77:2753–4.
37. Hardell, L, Sandström, A. Estudio de casos y controles: sarcomas de tejidos blandos y exposición a ácidos fenoxiacéticos o clorofenoles. *Br J Cancer* 1979;39:711–7. <https://doi.org/10.1038/bjc.1979.125> (<https://doi.org/10.1038/bjc.1979.125>).

10.1038/bjc.1979.125 (<https://doi.org/10.1038/bjc.1979.125>)

38. Hardell, L. Linfoma maligno de tipo histiocítico y exposición a ácidos fenoxiacéticos o clorofenoles. *Lanceta* 1979;1:55–6. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(79\)90509-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(79)90509-9) ([https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(79\)90509-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(79)90509-9)).

10.1016/S0140-6736(79)90509-9 ([https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(79\)90509-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(79)90509-9))

39. Hardell, L, Eriksson, M, Lenner, P, Lundgren, E. Linfoma maligno y exposición a sustancias químicas, especialmente disolventes orgánicos, clorofenoles y ácidos fenoxi: un estudio de casos y controles. *H. J. Cancer* 1981;43:169–76.

<https://doi.org/10.1038/bjc.1981.25> (<https://doi.org/10.1038/bjc.1981.25>).

10.1038/bjc.1981.25 (<https://doi.org/10.1038/bjc.1981.25>)

40. Hardell, L, Eriksson, M. Estudios epidemiológicos sobre el cáncer y la exposición a dioxinas y compuestos relacionados. En: Schecter, A, editor. *Dioxinas y salud, incluidos otros contaminantes orgánicos persistentes y disruptores endocrinos*. Nueva Jersey: Wiley; 2012: 303–58 págs.

10.1002/9781118184141.ch10 (<https://doi.org/10.1002/9781118184141.ch10>)

41. CIIC. *Monografías sobre la evaluación de riesgos cancerígenos para el ser humano pentaclorofenol y algunos compuestos relacionados*. Lyon: IARC; 2019, volumen 117.

42. CIIC. *Monografías sobre la evaluación de riesgos cancerígenos para el ser humano algunos fumigantes, los herbicidas 2,4-D y 2,4,5-T, dibenzodioxinas cloradas y diversos productos químicos industriales*. Lyon: IARC; 1977, volumen 15.

43. Hammond, S, Schecter, A. Agente Naranja. Cuestiones de salud y medio ambiente en Vietnam, Camboya y Laos. En: Schecter, A, editor. *Dioxinas y salud, incluidos otros contaminantes orgánicos persistentes y disruptores endocrinos*. Nueva Jersey: Wiley; 2012: 469–520 págs.

10.1002/9781118184141.ch15 (<https://doi.org/10.1002/9781118184141.ch15>)

44. Pesatori, AC, Bertazzi, PA. El accidente de Séveso. En: Schecter, A, editor. *Dioxinas y salud, incluidos otros contaminantes orgánicos persistentes y disruptores endocrinos*. Nueva Jersey: Wiley; 2012: 445–68 págs.

10.1002/9781118184141.ch14 (<https://doi.org/10.1002/9781118184141.ch14>)

45. CIIC. *Monografías sobre la evaluación de riesgos cancerígenos para el ser humano Dibenzoparadioxinas policloradas y dibenzofuranos policlorados*. Lyon: IARC; 1997, volumen 69.

46. Hardell, L, Eriksson, M. Un estudio de casos y controles sobre linfoma no Hodgkin y exposición a pesticidas. *Cáncer* 1999;85:1353–60. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1097-0142\(19990315\)85:6<1353::aid-cnrcr19>3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0142(19990315)85:6<1353::aid-cnrcr19>3.0.CO;2-1) ([https://doi.org/10.1002/\(sici\)1097-0142\(19990315\)85:6<1353::aid-cnrcr19>3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0142(19990315)85:6<1353::aid-cnrcr19>3.0.CO;2-1)).

10.1002/(SICI)1097-0142(19990315)85:6<1353::aid-cnrcr19>3.0.CO;2-1

10.1002/(SICI)1097-0142(19990315)85:6<1353::AID-CNCR19>3.0.CO;2-1

([https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0142\(19990315\)85:6<1353::AID-CNCR19>3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0142(19990315)85:6<1353::AID-CNCR19>3.0.CO;2-1))

47. Eriksson, M, Hardell, L, Carlberg, M, Akerman, M. La exposición a pesticidas como factor de riesgo para el linfoma no Hodgkin, incluido el análisis de subgrupos histopatológicos. *Int J Cáncer* 2008;123:1657-63. <https://doi.org/10.1002/ijc.23589>.
10.1002/ijc.23589 (<https://doi.org/10.1002/ijc.23589>)
48. Nordström, M, Hardell, L, Magnuson, A, Hagberg, H, Rask-Andersen, A. La exposición ocupacional, la exposición a animales y el tabaquismo como factores de riesgo para la leucemia de células peludas evaluados en un estudio de casos y controles. *Br J Cancer* 1998;77:2048-52. <https://doi.org/10.1038/bjc.1998.341> (<https://doi.org/10.1038/bjc.1998.341>)
10.1038/bjc.1998.341 (<https://doi.org/10.1038/bjc.1998.341>)
49. McDuffie, HH, Pahwa, P, McLaughlin, JR, Spinelli, JJ, Fincham, S, Dosman, JA, et al. Linfoma no Hodgkin y exposición específica a pesticidas en hombres: estudio de pesticidas y salud en todo Canadá. *Biomarcadores de epidemiol del cáncer anterior* 2001;10:1155-63.
50. De Roos, AJ, Zahm, SH, Cantor, KP, Weisenburger, DD, Holmes, FF, Burmeister, LF, et al. Evaluación integradora de múltiples pesticidas como factores de riesgo para el linfoma no Hodgkin entre los hombres. *Ocupar Environ Med* 2001;60:E11.
10.1136/oem.60.9.e11 (<https://doi.org/10.1136/oem.60.9.e11>)
51. Portier, CJ. Un análisis exhaustivo de los datos de carcinogenicidad en animales del glifosato a partir de estudios de carcinogenicidad en roedores con exposición crónica. *Salud Ambiental* 2020;19:18. <https://doi.org/10.1186/s12940-020-00574-1>
(<https://doi.org/10.1186/s12940-020-00574-1>)
10.1186/s12940-020-00574-1 (<https://doi.org/10.1186/s12940-020-00574-1>)
52. Benbrook, CM. Tendencias en el uso del herbicida glifosato en los Estados Unidos y a nivel mundial. *Environ Sci Eur* 2016;28:3. <https://doi.org/10.1186/s12302-016-0070-0>.
(<https://doi.org/10.1186/s12302-016-0070-0>)
10.1186/s12302-016-0070-0 (<https://doi.org/10.1186/s12302-016-0070-0>)
53. Guyton, KZ, Loomis, D, Grosse, Y, El Ghissassi, F, Benbrahim-Tallaa, L, Guha, N, et al. Carcinogenicidad del tetraclorvinfos, paratión, malatión, diazinón y glifosato. *Lancet Oncol* 2015;16:490-1. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(15\)70134-8](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(15)70134-8).
([https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(15\)70134-8](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(15)70134-8))
10.1016/S1470-2045(15)70134-8 ([https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(15\)70134-8](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(15)70134-8))
54. CIIC. *Monografías sobre la evaluación de los riesgos cancerígenos para el ser humano de algunos insecticidas y herbicidas organofosforados*. Lyon: IARC; 2017, volumen 112.
55. EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria). Conclusión sobre la revisión por pares de la evaluación del riesgo de pesticidas de la sustancia activa glifosato. *EFSA J* 2015;13:4302.
10.2903/j.efsa.2015.4302 (<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4302>)

56. Portier, CJ, Armstrong, BK, Baguley, BC, Baur, X, Belyaev, I, Bellé, R, et al.. Diferencias en la evaluación cancerígena del glifosato entre la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) y la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA). *J Epidemiol Community Health* 2016;70:741–5. 10.1136/jech-2015-207005 (<https://doi.org/10.1136/jech-2015-207005>)
57. Williams, GM, Aardema, M, Acquavella, J, Berry, SC, Brusick, D, Burns, MM, et al.. Una revisión del potencial carcinogénico del glifosato realizada por cuatro paneles de expertos independientes y comparación con la evaluación de la IARC. *Crit Rev Toxicol* 2016;46(supp1):3–20. <https://doi.org/10.1080/10408444.2016.1214677> (<https://doi.org/10.1080/10408444.2016.1214677>) . 10.1080/10408444.2016.1214677 (<https://doi.org/10.1080/10408444.2016.1214677>)
58. Michaels, D. *El triunfo de la duda*. Oxford: Prensa de la Universidad de Oxford; 2020: 157–60 págs.
59. Williams, GM, Aardema, M, Acquavella, J, Berry, SC, Brusick, D, Burns, MM, et al. Corrección. Errata para la revisión del panel de expertos del bioensayo de carcinogenicidad en roedores con glifosato. *Crit Rev Toxicol* 2016;48:902. *Crit Rev Toxicol* 2018.
60. Gillam, C. *Revelado: Monsanto predijo que el sistema de cultivo dañaría las granjas estadounidenses*. El guardián; 2020. Disponible en: <https://www.theguardian.com/us-news/2020/mar/30/monsanto-crop-system-damage-us-farms-documents> (<https://www.theguardian.com/us-news/2020/mar/30/monsanto-crop-system-damage-us-farms-documents>) .
61. Comisión Europea. Glifosato. Situación del glifosato en la UE. Disponible en: https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/glyphosate_en (https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/glyphosate_en) .
62. Baan, R, Grosse, Y, Lauby-Secretan, B, El Ghissassi, F, Bouvard, V, Benbrahim-Tallaa, L, et al. Carcinogenicidad de los campos electromagnéticos de radiofrecuencia. *Lancet Oncol* 2011;12:624–6. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(11\)70147-4](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(11)70147-4) ([https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(11\)70147-4](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(11)70147-4)) . 10.1016/S1470-2045(11)70147-4 ([https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(11\)70147-4](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(11)70147-4))
63. CIIC. *Monografías sobre evaluación de riesgos cancerígenos para el ser humano, radiaciones no ionizantes, parte 2: campos electromagnéticos de radiofrecuencia*. Lyon: Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer; 2013, volumen 102.
64. Hardell, L, Carlberg, M, Hansson Mild, K. Análisis conjunto de dos estudios de casos y controles sobre el uso de teléfonos celulares e inalámbricos y el riesgo de tumores cerebrales malignos diagnosticados en 1997–2003. *Int Arch Occup Environ Health* 2006;79:630–9. <https://doi.org/10.1007/s00420-006-0088-5> (<https://doi.org/10.1007/s00420-006-0088-5>) . 10.1007/s00420-006-0088-5 (<https://doi.org/10.1007/s00420-006-0088-5>)

65. Hardell, L, Carlberg, M, Hansson Mild, K. Análisis conjunto de dos estudios de casos y controles sobre el uso de teléfonos celulares e inalámbricos y el riesgo de tumores cerebrales benignos diagnosticados durante 1997-2003. *Int J Oncol* 2006;28:509-18. 10.3892/ijo.28.2.509 (<https://doi.org/10.3892/ijo.28.2.509>)

66. Hardell, L, Carlberg, M, Hansson Mild, K. Análisis conjunto de estudios de casos y controles sobre tumores cerebrales malignos y el uso de teléfonos móviles e inalámbricos, incluidos sujetos vivos y fallecidos. *Int J Oncol* 2011;38:1465-74. <https://doi.org/10.3892/ijo.2011.947> (<https://doi.org/10.3892/ijo.2011.947>). 10.3892/ijo.2011.947 (<https://doi.org/10.3892/ijo.2011.947>)

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21331446/>)

67. Grupo de Estudio de Interfonos. Riesgo de tumor cerebral en relación con el uso de teléfonos móviles: resultados del estudio internacional de casos y controles INTERPHONE. *Int J Epidemiol* 2010;39:675-94. 10.1093/ije/dyq079 (<https://doi.org/10.1093/ije/dyq079>)

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20483835/>)

68. Grupo de Estudio de Interfonos. Riesgo de neuroma acústico en relación con el uso de teléfonos móviles: resultados del estudio internacional de casos y controles INTERPHONE. *Cáncer Epidemiol* 2011;35:453-64. 10.1016/j.canep.2011.05.012 (<https://doi.org/10.1016/j.canep.2011.05.012>)

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21862434/>)

69. Cardis, E, Armstrong, BK, Bowman, JD, Giles, GG, Hours, M, Krewski, D, et al.. Riesgo de tumores cerebrales en relación con la dosis de RF estimada de los teléfonos móviles: resultados de cinco países de Interphone. *Ocupar Environ Med* 2011;68:631-40. <https://doi.org/10.1136/oemed-2011-100155> (<https://doi.org/10.1136/oemed-2011-100155>). 10.1136/oemed-2011-100155 (<https://doi.org/10.1136/oemed-2011-100155>)

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21659469/>)

PubMed Central (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3158328/>)

70. Repacholi, MH, Basten, A, Gebiski, V, Noonan, D, Finnie, J, Harris, AW. Linfomas en ratones transgénicos E mu-Pim1 expuestos a campos electromagnéticos pulsados de 900 MHz. *Radiat Res* 1997;147:631-40. <https://doi.org/10.2307/3579630> (<https://doi.org/10.2307/3579630>).

10.2307/3579630 (<https://doi.org/10.2307/3579630>)

71. Tillmann, T, Ernst, H, Streckert, J, Zhou, Y, Taugner, F, Hansen, V, et al.. Indicación del potencial cocarcinogénico de la exposición crónica a radiofrecuencia modulada por UMTS en un modelo de ratón con etilnitrosourea. *Int J Radiat Biol* 2010;86:529-41. <https://doi.org/10.3109/09553001003734501> (<https://doi.org/10.3109/09553001003734501>).

10.3109/09553001003734501 (<https://doi.org/10.3109/09553001003734501>)

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20545575/>)

72. CIIC. Monografías sobre la evaluación de riesgos cancerígenos para el ser humano, radiaciones no ionizantes, parte 1: estáticas y de extremadamente baja frecuencia. (ELF) *Campos magnéticos eléctricos*; 2002, volumen 80.

73. Belpomme, D, Hardell, L, Belyaev, I, Burgio, E, Carpenter, DO. Efectos térmicos y no térmicos de las radiaciones no ionizantes en la salud: una perspectiva internacional.

Contaminación ambiental 2018;242:643–58. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.07.019>

(<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.07.019>).

10.1016/j.envpol.2018.07.019 (<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.07.019>)

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30025338/>)

74. Miller, AB, Sears, ME, Morgan, LL, Davis, DL, Hardell, L, Oremus, M, et al.. Riesgos para la salud y el bienestar de la radiación de radiofrecuencia emitida por teléfonos móviles y otros dispositivos inalámbricos. . *Frente Salud Pública* 2019;7:223.

<https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00223> (<https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00223>).

10.3389/fpubh.2019.00223 (<https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00223>)

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31457001/>)

PubMed Central (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6701402/>)

75. Programa Nacional de Toxicología. Informe técnico del NTP sobre los estudios de toxicología y carcinogénesis en ratones B6C3F1/N expuestos a radiación de radiofrecuencia en todo el cuerpo a una frecuencia (1.900 MHz) y modulaciones (GSM y CDMA) utilizadas por los teléfonos móviles. NTP TR 596, 26 al 28 de marzo; 2018. Disponible en:

https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/about_ntp/trpanel/2018/march/tr596peerdraft.pdf

(https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/about_ntp/trpanel/2018/march/tr596peerdraft.pdf).

10.22427/NTP-TR-596 (<https://doi.org/10.22427/NTP-TR-596>)

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33562896/>)

PubMed Central (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8040341/>)

76. Programa Nacional de Toxicología. Informe técnico del NTP sobre los estudios de toxicología y carcinogénesis en ratas Hsd:Sprague Dawley sd expuestas a radiación de radiofrecuencia en todo el cuerpo a una frecuencia (900 MHz) y modulaciones (GSM y CDMA) utilizadas por los teléfonos celulares. NTP TR 595, 26 al 28 de marzo; 2018.

Disponible en:

https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/about_ntp/trpanel/2018/march/tr595peerdraft.pdf

(https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/about_ntp/trpanel/2018/march/tr595peerdraft.pdf).

10.22427/NTP-TR-595 (<https://doi.org/10.22427/NTP-TR-595>)

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33562896/>)

PubMed Central (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8039879/>)

77. Hardell, L, Carblerg, M. Comentarios sobre los informes técnicos del Programa Nacional de Toxicología de EE. UU. sobre estudios de toxicología y carcinogénesis en ratas expuestas a radiación de radiofrecuencia de cuerpo entero a 900 MHz y en ratones expuestos a radiación de radiofrecuencia de cuerpo entero a 1900 MHz. *Int J Oncol* 2019;54:111–27.

10.3892/ijo.2018.4606 (<https://doi.org/10.3892/ijo.2018.4606>)

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30365129/>)

PubMed Central (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6254861/>)

78. Falcioni, L, Bua, L, Tibaldi, E, Lauriola, M, De Angelis, L, Gnudi, F, et al. Informe de resultados finales sobre tumores cerebrales y cardíacos en ratas Sprague–Dawley expuestas desde la vida prenatal hasta muerte natural al campo de radiofrecuencia de los teléfonos móviles representativo de una emisión ambiental de una estación base GSM de 1,8 GHz. *Environ Res* 2018;165:496–503. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.01.037>

(<https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.01.037>).

10.1016/j.envres.2018.01.037 (<https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.01.037>)

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29530389/>)

79. Hardell, L, Carblerg, M, Hedendahl, LK, Koppel, T, Ahonen, M. Radiación de radiofrecuencia ambiental en la plaza Järntorget en el casco antiguo de Estocolmo, Suecia, en mayo de 2018, en comparación con los resultados sobre los riesgos de tumores cerebrales y cardíacos en ratas. expuestos a emisiones ambientales de estaciones base de 1,8 GHz. *Mundial Acad Sci J* 2019;1:47–54. <https://doi.org/10.3892/wasj.2018.5>

(<https://doi.org/10.3892/wasj.2018.5>).

10.3892/wasj.2018.5 (<https://doi.org/10.3892/wasj.2018.5>)

80. Yakymenko, I, Tsybulin, O, Sidorik, E, Henshel, D, Kyrylenko, O, Kyrylenko, S. Mecanismos oxidativos de la actividad biológica de la radiación de radiofrecuencia de baja intensidad. *Electromagn Biol Med* 2016;35:186–202.

<https://doi.org/10.3109/15368378.2015.1043557> (<https://doi.org/10.3109/15368378.2015.1043557>).

10.3109/15368378.2015.1043557 (<https://doi.org/10.3109/15368378.2015.1043557>)

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26151230/>)

81. Smith–Roe, SL, Wyde, ME, Stout, MD, Winters, JW, Hobbs, CA, Shepard, KG, et al. Evaluación de la genotoxicidad de la radiación de radiofrecuencia de teléfonos celulares en ratas y ratones machos y hembras después de una terapia subcrónica. exposición. *Environ Mol Mutagen* 2020;61:276–90.

10.1002/em.22343 (<https://doi.org/10.1002/em.22343>)

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31633839/>)

PubMed Central (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7027901/>)

82. Carlberg, M, Hardell, L. Evaluación del uso de teléfonos móviles e inalámbricos y el riesgo de glioma utilizando los puntos de vista de Bradford Hill de 1965 sobre asociación o causalidad. *Bio Med Res Int* 2017;2017:9218486.

10.1155/2017/9218486 (<https://doi.org/10.1155/2017/9218486>)

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28401165/>)

PubMed Central (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5376454/>)

83. Peleg, M, Nativ, O, Richter, ED. Cáncer relacionado con la radiación de radiofrecuencia: evaluación de la causalidad en el entorno ocupacional/militar. *Environ Res* 2018;163:123–33. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.01.003>

(<https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.01.003>).

10.1016/j.envres.2018.01.003 (<https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.01.003>)

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29433020/>)

84. Hardell, L. Comentario. Notas sobre la audiencia parlamentaria en Tallin, Estonia, el 4 de junio de 2019, en relación con el despliegue de la quinta generación, 5G, de comunicación inalámbrica. *World Acad Sci J* 2019;1:275–82.

10.3892/wasj.2019.28 (<https://doi.org/10.3892/wasj.2019.28>)

85. Hardell, L, Nyberg, R. Apelaciones que importan o no sobre una moratoria sobre el despliegue de la quinta generación, 5G, para la radiación de microondas. *Mol Clin Oncol* 2020;12:247–57.

10.3892/mco.2020.1984 (<https://doi.org/10.3892/mco.2020.1984>)

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32064102/>)

PubMed Central (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7016513/>)

86. Comisión Internacional de Protección contra Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP). Directrices para limitar la exposición a campos electromagnéticos (100 kHz a 300 GHz). *Física de la salud* 2020;118:483–524.

10.1097/CV.0000000000001210 (<https://doi.org/10.1097/HP.0000000000001210>)

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32167495/>)

87. Starkey, SJ. Evaluación oficial inexacta de la seguridad de la radiofrecuencia por parte del Grupo Asesor sobre Radiaciones no ionizantes. *Rev Environ Health* 2016;31:493–503. <https://doi.org/10.1515/reveh-2016-0060> (<https://doi.org/10.1515/reveh-2016-0060>).

10.1515/reveh-2016-0060 (<https://doi.org/10.1515/reveh-2016-0060>)

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27902455/>)

88. Hardell, L. Organización Mundial de la Salud, radiación de radiofrecuencia y salud: un hueso duro de roer (Revisión). *Int J Oncol* 2017;51:405–13.

<https://doi.org/10.3892/ijo.2017.4046> (<https://doi.org/10.3892/ijo.2017.4046>).

10.3892/ijo.2017.4046 (<https://doi.org/10.3892/ijo.2017.4046>)

89. Comisión Internacional de Protección contra Radiaciones No Ionizantes. Directrices para limitar la exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos variables en el tiempo (hasta 300 GHz). *Health Phys* 1998;74:494–522.

90. Comisión Internacional de Protección contra Radiaciones No Ionizantes. Declaración de la ICNIRP sobre las "Directrices para limitar la exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos variables en el tiempo (hasta 300 GHz). *Health Phys* 2009;97:257-8.
10.1097/HP.0b013e3181aff9db (<https://doi.org/10.1097/HP.0b013e3181aff9db>)
91. Belyaev, I, Dean, A, Eger, H, Hubmann, G, Jandrisovits, R, Kern, M, et al.. Guía EUROPAEM EMF 2016 para la prevención, diagnóstico y tratamiento de problemas de salud y enfermedades relacionados con los EMF. *Rev Environ Health* 2016;31:363-97.
<https://doi.org/10.1515/reveh-2016-0011> (<https://doi.org/10.1515/reveh-2016-0011>).
10.1515/reveh-2016-0011 (<https://doi.org/10.1515/reveh-2016-0011>)
92. Bioiniciativa: Bioiniciativa. Una justificación de las normas de exposición con base biológica para la radiación electromagnética de baja intensidad; 2012. Disponible en: <https://bioinitiative.org/> (<https://bioinitiative.org/>).
93. Grigoriev, Y. Comité Nacional Ruso sobre protección contra radiaciones no ionizantes y estándares EMF RF. Nuevas condiciones de exposición a los CEM RF y garantía de la salud de la población. Disponible en: https://www.radiationresearch.org/wp-content/uploads/2018/06/021235_grigoriev.pdf (https://www.radiationresearch.org/wp-content/uploads/2018/06/021235_grigoriev.pdf).
94. La Junta Nacional de Salud y Bienestar. Disponible en: Statistikdatabaser - Diagnoser - Val (socialstyrelsen.se) (doi:Statistikdatabaser%20-%20Diagnoser%20-%20Val%20(socialstyrelsen.se)).
95. Ludvigsson, JF, Andersson, E, Ekblom, A, Feychting, M, Kim, JL, Reuterwall, C, et al. Revisión externa y validación del registro nacional sueco de pacientes hospitalizados. *BMC Salud Pública* 2011;11:450. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-11-450>
(<https://doi.org/10.1186/1471-2458-11-450>).
10.1186/1471-2458-11-450 (<https://doi.org/10.1186/1471-2458-11-450>)
96. Kim, HJ, Fay, MP, Feuer, EJ, Midthune, DN. Pruebas de permutación para regresión de puntos de unión con aplicaciones a tasas de cáncer. *Stat Med* 2000;19:335-51.
[https://doi.org/10.1002/\(sici\)1097-0258\(20000215\)19:3<335::aid-sim336>3.0.co;2-z](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0258(20000215)19:3<335::aid-sim336>3.0.co;2-z)
([https://doi.org/10.1002/\(sici\)1097-0258\(20000215\)19:3%3c335::aid-sim336%3e3.0.co;2-z](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0258(20000215)19:3%3c335::aid-sim336%3e3.0.co;2-z)).
10.1002/(SICI)1097-0258(20000215)19:3<335::AID-SIM336>3.0.CO;2-Z
([https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0258\(20000215\)19:3<335::AID-SIM336>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0258(20000215)19:3<335::AID-SIM336>3.0.CO;2-Z))
97. Hardell, L, Carlberg, M. Uso de teléfonos móviles e inalámbricos y riesgo de tumor cerebral. En: Rosch, PJ, editor. *Medicina bioelectromagnética y energías sutiles*. Boca Ratón, FL: CRC Press; 2015: 539-58 págs.
98. Bero, LA. Manipulación de la investigación por parte de la industria tabacalera. En: *Lecciones tardías de las alertas tempranas: ciencia, precaución, innovación*, Informe de la EEA. Luxemburgo: Agencia Europea de Medio Ambiente; 2013: 151-78 págs.

99. Skou Andersen, M, Owain Chubb, D. Comprensión y contabilidad de los costos de la inucación. En: *Lecciones tardías de las alertas tempranas: ciencia, precaución, innovación*. Luxemburgo: Agencia Europea de Medio Ambiente; 2013: 564–80 págs.

100. Grupo de Prioridades de Monografías de la IARC. Recomendaciones del grupo asesor sobre prioridades para las monografías de la IARC. *Lancet Oncol* 2019;20:763–4. 10.1016/S1470-2045(19)30246-3 ([https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(19\)30246-3](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(19)30246-3))

101. Coureau, G, Bouvier, G, Lebailly, P, Fabbro-Peray, P, Gruber, A, Leffondre, K, et al.. Uso de teléfonos móviles y tumores cerebrales en el estudio de casos y controles CERENAT. *Ocupar Environ Med* 2014;71:514–22. <https://doi.org/10.1136/oemed-2013-101754> (<https://doi.org/10.1136/oemed-2013-101754>). 10.1136/oemed-2013-101754 (<https://doi.org/10.1136/oemed-2013-101754>)

102. Carlberg, M, Hardell, L. Análisis conjunto de estudios suecos de casos y controles durante 1997–2003 y 2007–2009 sobre el riesgo de meningioma asociado con el uso de teléfonos móviles e inalámbricos. *Representante de Oncol* 2015;33:3093–8. <https://doi.org/10.3892/or.2015.3930> (<https://doi.org/10.3892/or.2015.3930>). 10.3892/o.2015.3930 (<https://doi.org/10.3892/or.2015.3930>)

103. Hardell, L, Carlberg, M. Tasas crecientes de tumores cerebrales en el registro nacional sueco de pacientes hospitalizados y el registro de causas de muerte. *Int J Environ Res Publ Health* 2015;12:3793–37813. <https://doi.org/10.3390/ijerph120403793> (<https://doi.org/10.3390/ijerph120403793>). 10.3390/ijerph120403793 (<https://doi.org/10.3390/ijerph120403793>)

104. Hardell, L, Carlberg, M. El uso de teléfonos móviles e inalámbricos y el riesgo de glioma: análisis de estudios combinados de casos y controles en Suecia, 1997–2003 y 2007–2009. *Fisiopatología* 2015;22:1–13. <https://doi.org/10.1016/j.pathophys.2014.10.001> (<https://doi.org/10.1016/j.pathophys.2014.10.001>). 10.1016/j.pathophys.2014.10.001 (<https://doi.org/10.1016/j.pathophys.2014.10.001>)

105. Söderqvist, F, Hardell, L, Carlberg, M, Hansson Mild, K. Propiedad y uso de teléfonos inalámbricos: un estudio poblacional de niños suecos de 7 a 14 años. *BMC Salud Pública* 2007;7:105. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-7-105> (<https://doi.org/10.1186/1471-2458-7-105>) 10.1186/1471-2458-7-105 (<https://doi.org/10.1186/1471-2458-7-105>)

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17561999/>)

PubMed Central (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1905911/>)

106. Morgan, LL, Kesari, S, Davis, DL. Por qué los niños absorben más radiación de microondas que los adultos: las consecuencias. *J Microsc Ultrastruct* 2014;2:197–204. <https://doi.org/10.1016/j.jmau.2014.06.005> (<https://doi.org/10.1016/j.jmau.2014.06.005>). 10.1016/j.jmau.2014.06.005 (<https://doi.org/10.1016/j.jmau.2014.06.005>)

107. Hardell, L, Carlberg, M. Teléfonos móviles, teléfonos inalámbricos y tasas de tumores cerebrales en diferentes grupos de edad en el Registro Nacional Sueco de Pacientes

2017;12:e0185461. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185461>

(<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185461>).

10.1371/diario.pone.0185461 (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185461>)

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28976991/>)

PubMed Central (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5627905/>)

108. Hardell, L, Carlberg, M, Söderqvist, F, Hansson Mild, K. Análisis conjunto de estudios de casos y controles sobre neuroma acústico diagnosticado en 1997-2003 y 2007-2009 y uso de teléfonos móviles e inalámbricos. *Int J Oncol* 2013;43:1036-44.

<https://doi.org/10.3892/ijo.2013.2025> (<https://doi.org/10.3892/ijo.2013.2025>).

10.3892/ijo.2013.2025 (<https://doi.org/10.3892/ijo.2013.2025>)

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23877578/>)

PubMed Central (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3829779/>)

Recibido: 2020-12-16

Aceptado: 2021-01-30

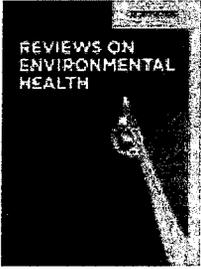
Publicado en línea: 2021-02-17

Publicado en forma impresa: 2021-12-20

© 2021 Lennart Hardell y Michael Carlberg, publicado por De Gruyter, Berlín/Boston

Este trabajo está bajo la Licencia Internacional Creative Commons Atribución 4.0.

De la revista



Reseñas sobre Salud Ambiental

Volumen 36 Número 4

Artículos en el mismo número

Frontasunto

Comunicación corta

Más que la suma de sus partes: enfocar la investigación de SRP a través de una lente de enfoque de sistemas

Revisar artículos

Asociación del bisfenol A con el momento de la pubertad: un metanálisis

Aplicadores de pesticidas y cáncer: una revisión sistemática

Conocimientos actuales sobre la tecnología de inhibidores de la ureasa y la nitrificación y su seguridad.

El medio ambiente como factor de riesgo de tuberculosis en Malasia: una revisión sistemática de la literatura

Efectos de la contaminación del aire ambiente sobre el estrés psicológico y el trastorno de ansiedad: una revisión sistemática y un metanálisis de la evidencia...

El posible papel del arsénico y las interacciones gen-arsénico en la susceptibilidad al cáncer de mama: una revisión sistemática

Contaminación del aire ambiente y esclerosis múltiple: una revisión sistemática

Las mitocondrias y la contaminación del aire relacionada con el tráfico vincularon la calcificación de las arterias coronarias: explorando el eslabón perdido

Contaminantes del aire y deterioro de la salud reproductiva masculina: una visión general

Exposición al cadmio y al cáncer de cabeza y cuello: un metanálisis de estudios observacionales

Oportunidades perdidas para la prevención del cáncer: evidencia histórica sobre alertas tempranas con énfasis en la radiación de radiofrecuencia

Downloaded on 19.2.2024 from

<https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/reveh-2020-0168/html>



Acceso abierto | Publicado en línea por | De Gruyter | 23 de agosto de 2023 |

Las evaluaciones de la Unión Europea sobre los riesgos para la salud de las radiaciones de radiofrecuencia: otro hueso duro de roer (Revisión)

Rainer Nyberg  , Julie McCredden y Lennart Hardell

De la revista *Reseñas sobre Salud Ambiental*

<https://doi.org/10.1515/reveh-2023-0046>

Abstracto

En 2017 se publicó un artículo sobre la falta de voluntad de la OMS para reconocer los efectos sobre la salud asociados con el uso de teléfonos inalámbricos. Se afirmó así que la OMS es "un hueso duro de roer". Desde entonces, no ha habido avances y la historia parece repetirse en el sentido de que la Unión Europea (UE) está siguiendo los pasos del ciego creado por la OMS. A pesar de la creciente evidencia de graves efectos negativos de la radiación de radiofrecuencia en la salud humana y el medio ambiente, la UE no ha reconocido que exista ningún riesgo. Desde septiembre de 2017, se han enviado a la UE siete llamamientos de científicos y médicos solicitando que se detenga el despliegue de la quinta generación de comunicaciones inalámbricas (5G). Las ondas milimétricas (MMW) y las complejas formas de onda del 5G contribuyen enormemente a la contaminación electromagnética planetaria existente. Los derechos fundamentales y el derecho primario de la UE exigen que la UE proteja a la población, especialmente a los niños, de todo tipo de efectos nocivos para la salud de la tecnología inalámbrica. Sin embargo, varios expertos asociados con la OMS y la UE tienen conflictos de intereses debido a sus vínculos con la industria. La posterior priorización de los intereses económicos está teniendo como resultado que la salud humana y planetaria se vea comprometida. Los expertos deben realizar una evaluación imparcial y sin conflictos de intereses. Los siete llamamientos a la UE incluyeron solicitudes de medidas protectoras inmediatas, que han sido ignoradas. En cuanto a la cuestión de la radiación inalámbrica y la salud de los ciudadanos, la UE parece ser otro hueso duro de roer.

Palabras clave: campos electromagnéticos ; Unión Europea ; riesgos de salud ; Derechos humanos ; principio de precaución ; Directrices inalámbricas EMF

Introducción

El llamamiento al 5G sobre la próxima generación de comunicaciones inalámbricas [1] ha sido respaldado por 430 científicos y médicos [2] y enviado a la UE siete veces. Estos llamamientos han pedido a la UE que adopte medidas adecuadas para proteger a los seres humanos y el medio ambiente de los efectos nocivos de los campos electromagnéticos utilizados para las comunicaciones inalámbricas (EMF inalámbricos). La primera apelación se envió en septiembre de 2017. La séptima apelación más reciente se envió a la UE el 12 de enero de 2023 [3]. Lamentablemente, no ha habido ninguna respuesta positiva de la UE a esta última presentación ni a ninguna medida preventiva posterior implementada.

Los políticos parecen haber fijado el rumbo para el despliegue de esta tecnología, independientemente de sus efectos perjudiciales. En un correo electrónico fechado el 30 de enero de 2023 por Ralph Kuhne sobre el 7.º Llamamiento y en nombre de la Sra. Stella Kyriakides, Comisionada de Salud y Seguridad Alimentaria, se afirmaba que: *Tomamos nota de su posición sobre la Comisión Internacional sobre Radiaciones No Ionizantes Protección (ICNIRP) y en el Comité Científico de Salud, Medio Ambiente y Riesgos Emergentes – SCHEER (anteriormente SCENHIR). Sin embargo, debemos recordar que estos organismos son bien reconocidos a nivel nacional e internacional por su excelencia científica y su independencia de intereses comerciales, nacionales y creados*. En las siguientes secciones de este artículo analizamos los aspectos legales de esta respuesta, así como la ciencia actualizada sobre este tema.

Los responsables de la toma de decisiones de la UE tienen el mandato de proteger a la población de la UE, especialmente a los niños, de todo tipo de efectos nocivos para la salud, incluidos los de la tecnología inalámbrica. Dichos mandatos se dan en el Convenio Europeo de Derechos Humanos [4], la Carta de los Derechos Fundamentales [5], el derecho primario [6] y la jurisprudencia del Tribunal de Justicia de las Comunidades Europeas. La Tabla 1 resume las principales políticas y declaraciones de la UE que están siendo violadas por el despliegue ilimitado de 5G, basado en el cumplimiento ciego de las directrices de la ICNIRP.

Tabla 1:

Derechos, principios y declaraciones de la UE violados en el despliegue de tecnología de comunicaciones inalámbricas.

Ley/estatuto/principio	Derechos/principios/declaraciones	Violaciones
<p>La versión consolidada del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea (TFUE) [6 , 64]</p>	<p>Artículo 3, letra o)</p> <p>Los objetivos de la Comunidad incluyen "<i>contribuir a un alto nivel de protección de la salud</i>". Artículo 168 (Salud pública)</p> <p><i>Se garantizará un alto nivel de protección de la salud humana en la definición y aplicación de todas las políticas y actividades de la Unión.</i></p>	<p>La UE está ignorando los repetidos consejos de científicos independientes y, en cambio, se adhiere a los consejos de científicos vinculados a la industria en ICNIRP y SCHEER.</p> <p>La Declaración de la UE sobre derechos y principios digitales. 2022</p> <ul style="list-style-type: none"> -no menciona la salud o protección humana -define los derechos humanos como <i>normas de protección de datos e igualdad de trato</i> <p>No se hace hincapié en la salud de las personas, sino en los derechos de las personas en materia de acceso a <i>la inteligencia artificial, el análisis de datos, la robótica, el Internet de las cosas y la integración de estos en los modelos de negocio.</i></p>

Ley/estatuto/principio	Derechos/principios/declaraciones	Violaciones
Carta de derechos fundamentales de la Unión Europea (2012/C 326/02)		La integridad física y mental de cada persona está siendo corrompida por los pulsos electromagnéticos de las tecnologías inalámbricas.
[5]	<p>Artículo 3 Derecho a la integridad de la persona</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Toda persona tiene derecho al respeto de su integridad física y psíquica. 2. En el ámbito de la medicina y de la biología, se deberán respetar en particular: <ol style="list-style-type: none"> (a) El consentimiento libre e informado del interesado, según los procedimientos establecidos por la ley; 	Las tecnologías inalámbricas de campos electromagnéticos se han implementado antes de que se hayan realizado investigaciones adecuadas sobre los efectos biológicos. En consecuencia, todos los pueblos son parte de un experimento global, sin su consentimiento, sobre cómo estas tecnologías afectarán a los humanos a largo plazo, mental, emocional, física y espiritualmente.

Ley/estatuto/principio	Derechos/principios/declaraciones	Violaciones
	<p>Artículo 8 Protección de datos personales</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Toda persona tiene derecho a la protección de los datos personales que le conciernen. 2. Dichos datos deben procesarse de manera leal para fines específicos y sobre la base del consentimiento del interesado o de alguna otra base legítima establecida por la ley. 	<p>Los datos del medidor inteligente no son seguros ni privados.</p> <p>Los datos que se recopilan son más de los necesarios para la facturación. Se toma con fines de comercialización y control, varias veces por minuto, poniendo en riesgo la salud humana.</p>
	<p>Artículo 31 Condiciones de trabajo justas y equitativas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Todo trabajador tiene derecho a condiciones de trabajo que respeten su salud, seguridad y dignidad. 	<p>Las tecnologías en el lugar de trabajo, como el seguimiento continuo por GPS en vehículos y tabletas, son obligatorias durante las horas de trabajo.</p>
<p>Convenio Europeo de Derechos Humanos [4]</p>	<p>Artículo 1 Obligación de respetar los Derechos Humanos</p>	<p>El público no es consciente del daño que están causando las tecnologías inalámbricas porque los reguladores y la industria encubren esta información. Quienes son conscientes no tienen más remedio que quedar expuestos en contra de sus deseos, debido a la naturaleza ubicua de esta tecnología en el lugar de trabajo, en todas las ciudades y pueblos, parques nacionales y entornos remotos.</p>

Ley/estatuto/principio	Derechos/principios/declaraciones	Violaciones
<p>Convención de la Asamblea General de las Naciones Unidas sobre los Derechos del Niño</p>	<p>Artículo 3</p> <p>1. <i>En todas las acciones relativas a los niños, ya sean emprendidas por instituciones públicas o privadas de bienestar social, tribunales, autoridades administrativas u órganos legislativos, el interés superior del niño será una consideración primordial.</i></p>	<p>No se protege la salud y el bienestar de los niños. Las nuevas directrices de la ICNIRP no consideran a los bebés ni a los niños diferentes de los adultos y, por tanto, no ofrecen precauciones especiales para protegerlos.</p>
<p>Análisis en profundidad del comité ITRE de la UE de 2019, <i>Despliegue 5G: situación en Europa, EE. UU. y Asia</i></p>	<p><i>Las señales complejas formadas por haces tienen patrones de propagación impredecibles que podrían resultar en niveles inaceptables de exposición humana a la radiación electromagnética (p. 6)... agregación de diferentes señales, su naturaleza dinámica y los complejos efectos de interferencia que pueden resultar, especialmente en áreas urbanas densas (p. 11)... aún no se han mapeado de manera confiable para situaciones reales, fuera del laboratorio (p. 11).</i></p>	<p>En 5G se utilizan señales EMF inalámbricas complejas pulsadas, moduladas y formadas por haces. Son más bioactivas que simples ondas continuas de la misma intensidad y duración de exposición.</p> <p>Ha habido una investigación inadecuada sobre cómo afectarán a los humanos, y las primeras investigaciones muestran daños, pero se están implementando con el apoyo de la UE.</p>

Ley/estatuto/principio	Derechos/principios/declaraciones	Violaciones
Informe EPRS/STOA 2021 <i>sobre el impacto de la tecnología 5G en la salud</i> [63]	La evidencia suficiente de cáncer por los campos electromagnéticos inalámbricos en animales, la evidencia suficiente de los efectos adversos de los campos electromagnéticos inalámbricos en la fertilidad de los hombres, las ratas macho y los ratones, y que los campos electromagnéticos inalámbricos son probablemente cancerígenos para los humanos <i>incentivan la reducción de la exposición a los campos electromagnéticos de radiofrecuencia</i> (p. 153).), por ejemplo, reducir el límite de exposición y utilizar conexiones por cable	La propuesta del Mecanismo Conectar Europa (MCE digital) [107] <i>recomienda la expansión de 5G/6G</i> , en lugar de su reducción, aunque ahora se ha demostrado que 5G es perjudicial [58 - 60]
Plan de acción de la UE sobre eficiencia energética [94]	<i>... debe cumplirse el objetivo de eficiencia energética del 20 % para 2020 acordado en el Consejo Europeo de junio de 2010, que actualmente no va por buen camino</i>	Las importantes adiciones a la infraestructura y la entrega de 5G y la instalación y lectura constante de medidores inteligentes están aumentando la carga energética existente 10 veces o más [108]
Pacto Verde Europeo [95]	<i>... proteger la salud y el bienestar de los ciudadanos de los riesgos e impactos relacionados con el medio ambiente... debe ser justo e inclusivo... debe poner a las personas en primer lugar...</i>	Las señales inalámbricas de campos electromagnéticos que pulsan las 24 horas del día, los 7 días de la semana y cubren todo el mundo pondrán en peligro la salud planetaria humana

Ley/estatuto/principio	Derechos/principios/declaraciones	Violaciones
Aplicación del Tratado de la UE a la jurisprudencia de la UE	<p>Enfermedad de las vacas locas Asunto 157/96 , <i>National Farmers Union</i> [105], apartado 22: <i>las exigencias de salud pública son indivisibles y universales</i></p> <p>Asunto 183/95 <i>Affish</i> [104], apartado 43 y Asunto 136/95 <i>Industria del Frio Auxiliar Conservera</i> [106], apartado 58: <i>la protección de la salud pública que la Decisión impugnada pretende garantizar debe prevalecer sobre las consideraciones económicas</i></p>	

Desde 2017, el mundo no ha visto ninguna evidencia de que la UE priorice la protección de la salud humana sobre la economía. En las siete respuestas a los llamamientos 5G no ha habido ningún reconocimiento claro de la necesidad de adherirse a los principios fundacionales de la UE. En cambio, la UE ha seguido considerando que las defectuosas directrices de la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP) protegen la salud humana y ambiental, incluidos los niños y los más vulnerables. La UE se niega a aceptar o incluso investigar la posibilidad de que estos grupos asesores tengan un alcance inapropiadamente limitado. La historia de las respuestas de la UE a llamamientos 5G consecutivos se ha publicado en revisiones recientes [7 , 8].

La UE sigue haciendo referencia a las directrices de la ICNIRP porque la ICNIRP fue previamente respaldada por la Recomendación del Consejo 1999/519/CE [9] como el principal grupo asesor externo de la UE en materia de protección inalámbrica contra campos electromagnéticos. En ese momento, frente a miles de estudios que afirmaban lo contrario, la ICNIRP y la Recomendación 1999/519/CE del Consejo negaron que hubiera suficiente evidencia científica de efectos biológicos no térmicos para justificar la intervención gubernamental. Dada la situación actual de la ciencia independiente, existen cada vez más dudas sobre la continuidad de la legalidad de la Recomendación 1999/519/CE del Consejo en comparación con la política de protección de la salud de los CEM de la UE en general y con el derecho primario de la UE.

Las directrices de la ICNIRP son una base inadecuada para la política de la UE

Ahora hay pruebas claras de que las directrices ICNIRP no son una base científica adecuada para la política de la UE en materia de campos electromagnéticos inalámbricos (CEM). Varios científicos han demostrado que las directrices de la ICNIRP son erróneas [10], [11], [12], [13]. Dos revisiones recientes de ICBE-EMF [14 , 15], realizadas por 14 científicos prominentes y basadas en 230 y 144 fuentes científicas respectivamente, hablan de la debilidad de la hipótesis térmica sobre la cual se construyen las directrices actuales. El mensaje constante de todos estos científicos independientes de la industria es que las directrices actuales sobre radiación para teléfonos móviles y otros equipos inalámbricos son totalmente inadecuadas.

Además de esto, 258 científicos en el EMF Scientists Appeal [16] dan fe de que las directrices de la ICNIRP no protegen la salud humana contra los tipos de exposiciones cotidianas a las que están expuestos los ciudadanos. Además, 430 científicos y médicos han respaldado el llamamiento 5G. Todos han pedido a la UE que aplique el principio de precaución de tal manera que la política de la UE tenga en cuenta los efectos debidos al calentamiento (térmicos), así como los efectos perjudiciales debidos a otros procesos biofísicos y bioquímicos (no térmicos). Más urgentemente, una revisión reciente de la literatura [17] identifica riesgos graves para la salud física, mental y conductual de la generación actual de niños, que están expuestos desde antes del nacimiento a una serie continua de señales inalámbricas de campos electromagnéticos provenientes de monitores para bebés, teléfonos inteligentes y tabletas, wearables y otros dispositivos inalámbricos. El artículo pide que se adopte el principio ALARA (tan bajo como sea razonablemente posible) para la protección de los niños.

El reconocimiento de los efectos biológicos no térmicos dañinos ha sido cada vez más respaldado por una serie de demandas exitosas en EE.UU. [18], Alemania [19], Italia [20] y otros lugares de la Unión Europea, que han reconocido que las comunicaciones móviles causan varios tipos de efectos nocivos como el neuroma acústico en personas expuestas a teléfonos móviles.

Se proporcionan a la UE pruebas de daños causados por campos electromagnéticos inalámbricos

La Comisión Europea ha recibido varios miles de estudios científicos que revelan una serie de efectos nocivos causados por los niveles cotidianos de campos electromagnéticos inalámbricos, que se sitúan muy por debajo de las directrices de la ICNIRP. Las apelaciones anteriores sobre 5G se han referido a miles de informes de investigación revisados por pares [21], [22], [23], [24], [25], [26] y más de 100 revisiones de investigaciones exhaustivas [27], que muestran efectos nocivos de EMF inalámbricos muy por debajo de los límites ICNIRP. Las tablas de colores de BioInitiative [21] enumeran los efectos biológicos negativos encontrados en niveles más de un millón de veces inferiores a las pautas de la ICNIRP. La evidencia de estos efectos contradice claramente la posición de la ICNIRP y la UE.

Dada toda la evidencia presentada a la Comisión Europea desde 2017, se ha advertido a la UE sin lugar a dudas que la radiación de radiofrecuencia no solo causa calentamiento de tejidos, como afirma la ICNIRP, sino muchos otros efectos biológicos graves muy por debajo de los umbrales de calentamiento de tejidos de la ICNIRP. Dichos efectos nocivos incluyen el estrés oxidativo, como se demuestra en una revisión de 93 de 100 estudios disponibles [28] y en una revisión de estudios en animales y células [29], daño al ADN [30], corazón y sangre [31], espermatozoides [32], células cerebrales [33] y cáncer [34], [35], [36], [37]. Tenga en cuenta que estos efectos se han explicado por mecanismos distintos al calentamiento, por ejemplo, la interrupción de los canales de calcio (y otros) activados por voltaje en las células [38], especies reactivas de oxígeno y cambios en la señalización celular. Todo esto fue subrayado recientemente, una vez más, en un artículo reciente de la Comisión Internacional sobre los Efectos Biológicos de los CEM [14], lo que demuestra que las directrices de la ICNIRP son obsoletas.

También se ha informado a la UE de que las actuales exposiciones inalámbricas a los campos electromagnéticos, a niveles muy inferiores a las directrices de la ICNIRP, presentan una grave amenaza para el medio ambiente y para todo lo que vive, incluidas las plantas [39], los árboles [40], las aves y las abejas [41 , 42], insectos [43], [44], [45], mamíferos [46], ratas [47 , 48] y vacas [49].

Exposiciones complejas del mundo real no abordadas por la ICNIRP

Llamamientos 5G anteriores han aclarado sistemáticamente cómo las directrices de la ICNIRP no se relacionan con las exposiciones cotidianas que experimentan los ciudadanos de la UE. Las señales de radiofrecuencia del mundo real son combinaciones complejas de muchas frecuencias simultáneas. Están totalmente polarizados, pulsados y modulados en frecuencias que han demostrado ser extremadamente bioactivas. Las fuentes de radiación pulsada pueden agregarse a valores instantáneos que pueden ser miles de veces superiores a los valores promediados durante 6 o 30 minutos [50]. Ninguna de estas complejidades se aborda en las directrices de la ICNIRP [51]. Sólo se consideran los valores de radiación promedio, calculados durante 6 o 30 minutos de calentamiento de líquido en una cabeza fantasma de plástico [52]. Las directrices de la ICNIRP consideran la radiación de una sola fuente durante algunos minutos, pero no la radiación total de todas las fuentes radiantes simultáneas durante meses y años. Esto contrasta marcadamente con las exposiciones actuales, en las que la radiación al tejido humano comienza antes de la concepción (afectando a los genes de los espermatozoides y los óvulos) y continúa todos los días hasta la muerte. Además, en esta prueba no se considera la mayor penetración de la radiación en el cerebro de los niños [53]. Por lo tanto, las directrices de la ICNIRP no abordan escenarios del mundo real que experimenta cada día el público en general. Por estas razones, las directrices de la ICNIRP no pueden considerarse protectoras de la salud pública.

La ciencia 5G es consistente con la ciencia inalámbrica anterior sobre campos electromagnéticos y advierte a la UE del daño

Aunque existe un número limitado de estudios sobre los efectos en la salud de las nuevas tecnologías 5G MMW; por ejemplo, en la piel [54], los artículos existentes sugieren daños [55]. Además, ya se ha demostrado el daño biológico. Dos extensas revisiones científicas de hace más de 20 años encontraron que: *Se establecieron efectos profundos del MMW en todos los niveles biológicos, desde sistemas libres de células, pasando por células, órganos y tejidos, hasta organismos animales y humanos* [56] (p. 409) y que : *Los datos experimentales brindaron un fuerte apoyo a los efectos no térmicos del MMW... [que] dependen de una serie de parámetros físicos, fisiológicos y genéticos .* [57] (pág. 2177).

Más recientemente, se han publicado tres estudios de casos sobre los efectos en la salud de la exposición a la radiación de microondas de RF de estaciones base 5G [58], [59], [60]. Los tres estudios mostraron que las personas participantes desarrollaron con bastante

rapidez síntomas conocidos como *síndrome de microondas* o *enfermedad de microondas* después de la instalación de estaciones base 5G cerca de sus apartamentos u oficinas. Las mediciones puntuales mostraron que el despliegue de 5G provocó niveles máximos muy altos de radiación de microondas en las viviendas de las personas del estudio. Sus síntomas de salud disminuyeron rápidamente y se aliviaron después de mudarse a lugares sin exposición a estaciones base 5G. Después de regresar al lugar inicial con la exposición al 5G, sus síntomas reaparecieron. Las condiciones en estos estudios parecen ser similares a las de un estudio de provocación clásico con resultados claramente positivos; es decir, cuando el inicio y el fin de los síntomas reflejan los patrones de inicio y fin de las señales de exposición desencadenantes del individuo, pero cuando el individuo no es consciente de las exposiciones ni espera ningún efecto particular de ellas.

En conjunto, ahora hay una señal de alerta proveniente de la literatura sobre MMW situada en la cima de la montaña de evidencia científica que muestra los efectos nocivos de generaciones anteriores de tecnología de telefonía móvil, como se describió anteriormente. En conjunto, esta evidencia está alertando a los gobiernos sobre la necesidad de políticas protectoras y de reducción activa del riesgo. Como se concluye en el llamamiento nórdico, *se necesita urgentemente un marco regulatorio más estricto sobre la radiación de microondas procedente de tecnologías inalámbricas. Mientras tanto, es necesario detener el despliegue de 5G* [61]. La UE parece estar ciega ante estos mensajes de advertencia.

Los científicos independientes de la industria que dieron la alarma han observado, por un lado, una adhesión constante por parte de la UE a las directrices cuestionables proporcionadas por ICNIRP y, por otro lado, un rechazo constante de los propios informes encargados internamente por la UE [62 , 63]. , y de los consejos de cientos de científicos independientes [1 , 2 , 16] siempre que contradicen la narrativa de la ICNIRP. Esta conducta viola el derecho primario europeo [64] y constituye un grave crimen contra la humanidad.

Conflictos de intereses en ICNIRP y SCENIHR

Dos destacados órganos asesores gubernamentales de la UE, ICNIRP y SCENIHR [65], se han visto comprometidos a promover los intereses de la industria en lugar del interés público. Dos parlamentarios de la UE, Rivasi y Buchner, han publicado un relato documentado de que la ICNIRP está siendo capturada por la industria y tiene una capacidad cuestionable para proporcionar un liderazgo confiable en materia de campos electromagnéticos inalámbricos y salud [66].

ICNIRP es un organismo autoseleccionado que apoya a la industria y está compuesto por solo 14 personas con capacitación médica o biofísica limitada y sin puntos de vista independientes de la industria. Sus miembros eligen colegas con ideas afines, lo que garantiza la perpetuación de la necesidad de la industria inalámbrica de pautas de exposición máxima [51]. Las pautas de exposición de la ICNIRP son un millón de veces demasiado altas para proteger a los niños y a los más vulnerables. Al seguir las directrices de la ICNIRP, la UE efectivamente ha dado prioridad a la economía, a pesar de que el Tratado de la UE y el derecho primario establecen que la protección de la salud debe tener prioridad sobre el beneficio económico. De hecho, la UE no ha tomado medidas contra la industria inalámbrica y de telecomunicaciones cuyos teléfonos y otros productos exceden

los valores SAR permitidos, irrealmente altos [67 , 68] establecidos por ICNIRP. La UE ha apoyado los productos y normas de la industria, independientemente de las consecuencias para la salud y el medio ambiente. Para remediar la situación, sugerimos que la industria admita violaciones y efectos en la salud por exposiciones inferiores a los límites de la ICNIRP, y que confíe en que esta admisión no limitaría gravemente el crecimiento económico. Más bien, la industria de las telecomunicaciones prosperaría incluso bajo límites de exposición mucho más estrictos. Sin embargo, sería necesario lograr este objetivo de una manera más inteligente.

En 2020, ICNIRP emitió nuevos límites (o pautas) que permitieron una exposición aún mayor a la radiación de microondas [51], en marcado contraste con las demandas de la mayoría de los científicos de campo [10], [11], [12], [13 , 66 , 69 , 70].

Ese mismo año, el entonces presidente de la ICNIRP, Eric van Rongen, afirmó que: *la gente debe recordar que las tecnologías 5G no tendrán ningún impacto negativo si se siguen las nuevas directrices* [71] y que: *Lo más importante Lo que la gente debe recordar es que las tecnologías 5G no podrán causar daño cuando se cumplan estas nuevas pautas* [72]. Tales declaraciones no son consistentes con la evidencia científica y engañan tanto al público como a los tomadores de decisiones gubernamentales. Al seguir la opinión distorsionada de la ICNIRP, la UE infringe su Carta de Derechos Fundamentales [5] y el derecho primario.

SCHEER engaña a la UE

Poco después de que se anunciaran las nuevas directrices ICNIRP, la Comisión de la UE preguntó a su grupo de expertos SCHEER si era necesaria una revisión de los anexos de la Recomendación del Consejo 1999/519/CE y de los anexos de la Directiva 2013/35/UE *en vista de la últimas evidencias científicas disponibles, en particular las directrices ICNIRP actualizadas en 2020 con respecto a la radiofrecuencia (100 kHz a 300 GHz)*. En particular, durante la formación del grupo de expertos SCHEER, no se invitó a ninguno de la gran mayoría de expertos que están de acuerdo en que las directrices de la ICNIRP son insuficientes para la protección de la salud humana. El SCHEER presentó una opinión preliminar en agosto de 2022 [73] que asesoraba positivamente sobre la adopción de las directrices ICNIRP 2020, y concluyó que: *El SCHEER no pudo identificar un nivel moderado o sólido de evidencia de efectos adversos para la salud resultantes de la exposición crónica o aguda a los CEM de RF. a niveles inferiores a los límites establecidos en los anexos de la Recomendación 1999/519/CE del Consejo y la Directiva 2013/35/UE. El SCHEER recomienda positivamente la necesidad de una revisión técnica de los anexos de la Recomendación 1999/519/CE del Consejo y de la Directiva 2013/35/UE en lo que respecta a los campos electromagnéticos de radiofrecuencia (100 kHz a 300 GHz), porque es necesario reconocer las cantidades dosimétricas recientemente introducidas y establecer límites para ellas* (p. 2).

Parece que el asesoramiento positivo sobre las directrices ICNIRP de 2020 fue un resultado predeterminado como consecuencia de los expertos seleccionados. Un informe preparado por dos organizaciones no gubernamentales de la EMF [74] concluyó que *la Opinión SCHEER es parcial y parece estar diseñada para no encontrar riesgos y dar luz verde a la adopción de límites de exposición que beneficien a la industria...* y que *... los miembros del grupo de trabajo SCHEER pertenecen a un pequeño círculo de autorreferencia de*

defensores de la ICNIRP sin riesgos, con vínculos con la industria de las telecomunicaciones. El panel SCHEER no cumple con el requisito básico para los evaluadores de riesgos: la metodología SCHEER para evaluar la evidencia científica es insuficiente, está muy sesgada y no es científica. Un hilo conductor a lo largo del informe SCHEER es la fabricación de dudas sobre los efectos nocivos en lugar de una evaluación objetiva de la ciencia (p. 5).

La creación de dudas parece ser un tema común cuando reguladores como ICNIRP, SCHEER y la OMS discuten la evidencia que vincula la exposición inalámbrica a los CEM con la salud. Distorsionar las comunicaciones oficiales utilizando falacias lógicas conduce a concepciones falsas como la suposición de seguridad [55]. Es responsabilidad de SCHEER y ICNIRP garantizar que sus comunicaciones sean veraces y no puedan ser malinterpretadas por el público o los responsables políticos.

La UE tolera un experimento masivo poco ético

Durante los últimos cinco años, la UE se ha basado en ciencia fraudulenta y sesgada de ICNIRP, SCENIHR y SCHEER. Frente a más de 100 revisiones científicas y miles de artículos revisados por pares que indican lo contrario, estos grupos continúan afirmando que no se ha encontrado evidencia concluyente de que se produzcan efectos nocivos para la salud por debajo de las densidades de potencia de calentamiento de los tejidos.

La adopción por parte de la UE de las directrices ICNIRP ha otorgado a los operadores y productores de equipos digitales el derecho de exponer a todos los ciudadanos, incluidos los niños, a una radiación dañina en continuo aumento, sin estar seguros de los resultados de esta exposición. Esto equivale a realizar un experimento masivo con graves consecuencias para la salud, sin obtener el consentimiento de los sujetos experimentales. Esto es un delito contra la Carta de Derechos Fundamentales de la UE [5] y el Código de Nuernberg [75], que exige que *, antes de la decisión de aceptación por parte del sujeto experimental, se le debe hacer saber la naturaleza... del experimento... todos inconvenientes y peligros... y los efectos sobre su salud o su persona, que posiblemente puedan derivarse de su participación en el experimento [5G] Durante el curso del experimento, el sujeto humano debe tener la libertad de poner fin al experimento si ha alcanzado el estado físico o mental en el que la continuación del experimento le parece imposible.* Este principio de consentimiento informado constituye la base de las Directrices éticas internacionales para la investigación biomédica con seres humanos y ha sido adoptado por la Organización Mundial de la Salud [76]. Al aceptar la Recomendación 1999/519/CE del Consejo de la UE, que se basa en las directrices de la ICNIRP, la UE está infringiendo varias leyes y recomendaciones internacionales, como se muestra en la Tabla 1 .

Existen alternativas seguras y energéticamente eficientes

Llamamientos 5G anteriores han proporcionado recomendaciones para tecnologías alternativas y accesibles, como el uso de conexiones de cable y fibra adecuadamente cableadas ^[1] (como se propone en el informe ERPS/STOA [63]). Estas innovaciones están fácilmente disponibles y proporcionan velocidad, confiabilidad, protección de la salud y

seguridad de los datos muy superiores. Las velocidades de Internet por cable son 100 veces más rápidas que las conexiones inalámbricas típicas [77] y mucho más eficientes energéticamente.

El despliegue de 5G requiere tres veces más estaciones base que el número existente y una estación base 5G típica utiliza entre 2 y 3 veces más energía que una estación base 4G, según China Mobile [78] y Huawei [79].

La transmisión inalámbrica a través de la nube es uno de los principales contribuyentes al consumo de energía actual, con una tasa de crecimiento estimada de 4 a 5 veces entre 2012 y 2015 [80]. Por ejemplo, usar una tableta o un teléfono *para ver una hora de vídeo a la semana consume anualmente más electricidad en las redes remotas que dos refrigeradores nuevos en un año* [81] (p. 3), y una búsqueda en Google usa tanta electricidad como un bombilla dejada encendida durante 35 minutos [82]. La transmisión aumentó durante la pandemia de coronavirus en un 30 por ciento [83].

Las mejores alternativas son las redes ópticas pasivas (PON) porque son la tecnología más rápida y que menos consume energía disponible en la actualidad, utilizando casi 50 veces menos energía que UMTS/3G y aproximadamente 6 veces menos energía que LTE/4G [83 , 84]. Un artículo publicado por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) predijo que para 2030, las redes inalámbricas seguirán consumiendo 10 veces más energía que las redes cableadas, siendo PON la más eficiente energéticamente [84]. Por lo tanto, PON proporciona una alternativa muy superior a los métodos inalámbricos actuales que aumentan continuamente los niveles de consumo de energía planetaria y contaminación electromagnética [85]. Por lo tanto, podría valer la pena “reinventar los cables”, como sugiere Schoechele [77] y utilizar cableado y fibra óptica adecuados en lugar de irradiar a las personas, a los niños y al medio ambiente.

Los contadores de servicios inteligentes deben estar cableados

Se ha demostrado que las señales de los contadores inteligentes [86] son perjudiciales para la salud [87]. Un solo medidor inteligente que emita intensidades por debajo de los límites de la ICNIRP puede crear problemas de sueño, cardíacos, del sistema inmunológico y de reproducción, y provocar daños en el ADN, estrés oxidativo y cáncer [88]. Sin embargo, de acuerdo con la Directiva de la UE 2018/2002 [89], en todos los apartamentos se requieren contadores de servicios públicos legibles de forma remota para el consumo de agua y electricidad. Pueden ser cableados o inalámbricos. Si bien hay variaciones entre los medidores inteligentes, algunos envían una serie de pulsos cada segundo, es decir, alrededor de 83.100 series por día [86], lo que equivale a 2,49 millones por mes. Es difícil entender por qué se envía un número tan exorbitante de señales, dado que una lectura del contador al mes es todo lo que se necesita para facturar a los consumidores. Un edificio de apartamentos puede tener más de 100 contadores de agua, cada uno de los cuales puede irradiar tantos campos electromagnéticos inalámbricos como 160 teléfonos móviles [90]. Por lo tanto, un conjunto completo de medidores inteligentes de un edificio de apartamentos en una "red de malla" produce inmensos campos electromagnéticos

inalámbricos, que pueden causar muchos efectos nocivos para la salud [91]. Para evitar tales daños, los gobiernos deben exigir que todos los medidores de servicios públicos estén cableados adecuadamente. [2]

Los contadores cableados evitan el uso indebido de los datos domésticos, de conformidad con la intención de la Directiva (UE) 2018/2002 [89], de *promover la ciberseguridad y garantizar la privacidad y la protección de los datos de los usuarios finales de conformidad con la legislación aplicable de la Unión* (artículo 10a, 2 (d)). Además, el reglamento UE GDPR [92] establece que el envío de cualquier información relacionada con una persona física identificable puede infringir la protección de datos de la persona, lo que puede ocurrir cuando se envía información inalámbrica en todas las direcciones. La directiva de la UE 2002/58/CE [93] exige que los proveedores de servicios *protejan sus servicios al menos: garantizando que sólo personas autorizadas accedan a los datos personales; y debe garantizar la confidencialidad... – prohibir la escucha, escuchas, almacenamiento o cualquier tipo de vigilancia*. Sin embargo, dicha garantía de privacidad de los datos sólo es posible si la transmisión de datos se realiza a través de conexiones por cable. No se puede garantizar la privacidad cuando los datos se envían de forma inalámbrica.

El Acuerdo Verde de la UE se ve comprometido por el despliegue inalámbrico

El Plan de Acción de Eficiencia Energética de la UE [94] declara: *El Consejo Europeo... de 2011 enfatizó que se debe alcanzar el objetivo de 2020 de eficiencia energética del 20% acordado por el Consejo Europeo de junio de 2010, que actualmente no va por buen camino*. Afirmamos que los objetivos del Plan de Acción para la Eficiencia Energética no podrán alcanzarse si la UE continúa desperdiciando energía en la infraestructura y el funcionamiento de miles de millones de conexiones inalámbricas, que pueden conectarse con la misma facilidad. Las alternativas cableadas descritas anteriormente dejan claro que la tecnología inalámbrica no es un acuerdo ecológico, sino más bien un desperdicio de energía sin sentido. Además, todas las lecturas de consumo de los contadores cableados podrían ser solicitadas por el director general sólo y exactamente cuando sean necesarias, lo que ahorraría mucha energía y sería más seguro para evitar la vigilancia y garantizar la privacidad de los habitantes, como exige la ley.

El Presidente de la Comisión ha hecho del Pacto Verde Europeo la máxima prioridad política. Su objetivo es *proteger, conservar y mejorar el capital natural de la UE, y proteger la salud y el bienestar de los ciudadanos de los riesgos e impactos relacionados con el medio ambiente. Al mismo tiempo, esta transición debe ser justa e inclusiva. Debe poner a las personas en primer lugar...* [95]. Afirmamos que la salud y la privacidad de las personas, así como la estabilidad del medio ambiente, están en grave peligro si la estrategia que adopta la UE para aparentemente conservar energía es una conectividad inalámbrica ubicua, incluidos medidores inteligentes de servicios públicos. De hecho, Kostoff et al. [96] advierten que no se han considerado los efectos de múltiples fuentes: *ni 4G ni 5G han sido probados para determinar su seguridad en escenarios creíbles de la vida real. Es alarmante que muchos de los estudios realizados en ambientes más benignos muestren efectos dañinos de esta radiación* (p. 35-36) ... *Cuando se agregan consideraciones de la vida real... los efectos adversos asociados con la radiación inalámbrica aumentan sustancialmente* (p. 38-39).

Derechos fundamentales, se necesita una nueva política

Como resultado del aumento del consumo de energía, el daño a las personas y al medio ambiente y el posible uso indebido de los datos, consideramos que la actual política de la UE infringe gravemente el derecho primario de la UE y los derechos fundamentales de los ciudadanos y los niños [97]. También infringe las promesas de la UE de ahorro de energía, así como la principal prioridad del Consejo de la UE: "un Acuerdo Verde".

El Cuadro 1 resume cómo, durante la última década, la UE ha infringido su propia legislación y la internacional y ha ignorado sus propios informes encargados. Ha ignorado su obligación de proteger a las personas física y mentalmente, proteger a los niños de posibles daños y proporcionar condiciones de trabajo seguras. La UE ha dado prioridad a las cómodas conexiones inalámbricas de contadores inteligentes por encima de la necesidad de proteger los datos privados y la necesidad de proteger los cuerpos y las mentes de adultos y niños. Sigue priorizando las tecnologías inalámbricas a pesar del aumento de la carga energética y la existencia de alternativas seguras de ahorro de energía por cable. Ha ignorado sus obligaciones de brindar a los ciudadanos la información que necesitan para tomar decisiones informadas sobre el uso de las tecnologías. Además, la UE ha tolerado las pruebas de teléfonos móviles que no reflejan exposiciones en la vida real y no ha tomado las medidas adecuadas contra las empresas cuyos teléfonos violan las directrices de la ICNIRP para exposiciones de la cabeza [67].

Todas estas fallas se deben a que la UE difirió ilegítimamente su responsabilidad a tres pequeños comités, ICNIRP, SCENIHR y SCHEER, que están formados por las mismas personas que apoyan los intereses de la industria. Por lo tanto, la UE ha permitido que lleguen al medio ambiente niveles cada vez mayores de radiación, que son potencialmente perjudiciales para los seres humanos, los animales, los insectos y las plantas. En contradicción con el Tratado y las leyes de la UE, los funcionarios de la UE dan prioridad a la economía en lugar de la salud y la protección del medio ambiente.

Para evitar acciones legales por violar el Tratado de la UE, el RGPD de la UE, los objetivos energéticos de la UE y las demandas de protección de la salud y el medio ambiente, y en nombre de todos los ciudadanos de la UE, invitamos a las instituciones de la UE a prestar atención inmediata a los informes independientes de la industria; por ejemplo, el informe de la Comisión para estudiar los efectos ambientales y de salud de la evolución de la tecnología 5G al Tribunal General de New Hampshire [98], así como los calentamientos que se han dado fuera de ICNIRP y SCHEER, como se resume anteriormente. Luego, tomar medidas para garantizar que la política de la UE proteja no sólo contra el calentamiento a corto plazo sino también contra todos los efectos biológicos a largo plazo; es decir, reduciendo drásticamente la exposición de plantas, insectos, animales y humanos (especialmente niños) a los campos electromagnéticos inalámbricos.

Esto implica, en particular, las siguientes acciones:

1. Basar la política en ciencias y científicos verdaderamente independientes de la industria;
2. Establecer comités científicos de la UE que sean totalmente independientes de la industria;

3. Revocar la Recomendación 1999/519/CE del Consejo [9] y sustituirla por un nuevo instrumento jurídico que tenga plenamente en cuenta los efectos biológicos no térmicos a largo plazo de los CEM inalámbricos, como se destaca en la Resolución 1815 del Consejo de Europa y en numerosas otras recomendaciones de varios órganos rectores internacionales y cientos de científicos independientes;
4. Refinar drásticamente tanto el significado como la aplicación del Principio de Precaución a los CEM inalámbricos para llegar a directrices de la UE que se centren en la salud y el medio ambiente, con consideración primordial por el bienestar de los seres humanos, las plantas, los insectos y los animales;
5. Reinterpretar la Directiva UE 2018/1972 para incluir la protección total de los seres humanos, especialmente los niños, contra todos los efectos biológicos a largo plazo de los campos electromagnéticos inalámbricos (no solo el calentamiento de 6 a 30 minutos), alineando así esta directiva con la legislación primaria de la UE, los derechos fundamentales y la Ley de Nuremberg. Código [75].
6. Estipular que la transmisión de datos desde los medidores de servicios públicos (es decir, agua, gas y electricidad) debe estar cableada adecuadamente y las transmisiones se permiten solo cuando sea necesario para la facturación al consumidor (máximo una por mes).

Hacia una política de la UE que proteja la salud y ahorre energía

La UE debe respetar la Carta de los Derechos Fundamentales de la UE [5] y el Derecho primario de la UE, que señalan sistemáticamente la importancia de la salud pública y la protección del medio ambiente como un imperativo político primordial. Basándonos en una lectura correcta del principio de precaución [99] y otros principios de la legislación de la UE, pedimos a la UE que imponga una moratoria sobre el despliegue de 5G, porque causa adiciones enormemente dañinas a la contaminación electromagnética planetaria existente [26].

Se necesita una nueva política de la UE que tenga plenamente en cuenta los efectos biológicos no térmicos a largo plazo. Para establecer dicha política, la UE necesita nuevos comités, compuestos por científicos calificados independientes de la industria, como la Comisión Internacional sobre los Efectos Biológicos de los CEM [14].

La nueva política de la UE debería considerar la radiación total y la complejidad de las señales a largo plazo, incluidas las polarizaciones y agregaciones de pulsos de todos los medidores inalámbricos y otros equipos inalámbricos que irradian simultáneamente, por ejemplo en edificios de apartamentos. La radiación total, teniendo en cuenta no sólo los valores medios y el calentamiento, sino sobre todo las agregaciones de pulsos más dañinas, debería basarse en directrices nuevas, mucho más bajas, ya propuestas por cuatro grupos de científicos verdaderamente independientes de la industria [22 , 100], [101], [102]. Sus directrices van desde las recomendaciones de $0,1 \mu\text{W}/\text{m}^2$ del Instituto de Biología de la Construcción hasta $100 \mu\text{W}/\text{m}^2$ del Consejo de Europa. Por lo tanto, todos los grupos recomiendan límites de exposición considerablemente más estrictos que las pautas

amigables para la industria de la ICNIRP de $10.000.000 \mu\text{W}/\text{m}^2$ o $40.000.000 \mu\text{W}/\text{m}^2$. Es urgente establecer nuevas directrices para que la salud tenga prioridad sobre la economía, de conformidad con la legislación de la UE [8].

Observaciones finales

En 2017 se publicó un artículo sobre la falta de voluntad de la OMS de reconocer los efectos del uso de teléfonos inalámbricos en la salud. Se afirmó que la OMS es un *hueso duro de roer* [69]. Esta afirmación ahora parece ser cierta en el caso de la UE. A pesar de contar con evidencia cada vez mayor de los efectos negativos sobre la salud humana, no se han tomado medidas para reducir la exposición o educar a las personas sobre los riesgos. Por el contrario, la exposición ambiental ha aumentado [103]. Se han ignorado las protestas y comentarios de expertos científicos y de varias organizaciones, incluidas organizaciones no gubernamentales (ONG). En cambio, la UE sólo ha prestado atención a las opiniones de un puñado de expertos, asociados con la OMS, ICNIRP y SCHEER, con conflictos de intereses debido a vínculos con la industria. Por lo tanto, cualquier opinión que estos “expertos” puedan dar sobre los CEM inalámbricos y la salud humana está comprometida. Es urgente que expertos sin conflictos de intereses realicen evaluaciones imparciales de los riesgos. A pesar de miles de informes científicos que demuestran los efectos nocivos de los campos electromagnéticos inalámbricos, los siete llamamientos enviados a la UE desde 2017 han sido desatendidos. Estas revisiones han solicitado una acción inmediata por parte de la UE sobre las responsabilidades que le corresponden; es decir, proteger a los seres humanos y el medio ambiente en lugar de promover los intereses de la industria.

El curso de acción actual de la UE está en conflicto directo con los cimientos sobre los que se construyó la UE (ver Tabla 1). Al mantener su rumbo de apoyo al despliegue liderado por la industria de 5G, 6G y contadores inteligentes, la UE está violando el Convenio de la UE sobre Derechos Humanos [4], la Carta de los Derechos Fundamentales de la UE [5], el Tratado de la UE [64], y jurisprudencia de la UE [104], [105], [106], que coinciden en que: *La protección de la salud y el medio ambiente tiene prioridad sobre las consideraciones económicas*. En este tema, la UE parece ser otro hueso duro de roer.

Autor para correspondencia: Rainer Nyberg , Facultad de Educación y Estudios de Bienestar de la Universidad Åbo Akademi , Fredsgatan 16 A35, 65100 , Vasa , Finlandia , Correo electrónico: NRNyberg@abo.fi

Fuente de financiación: Asociación Asesora Científica de Radiofrecuencia de Oceanía (ORSAA)

Aprobación ética: No aplicable.

Consentimiento informado: No aplicable.

Contribuciones de los autores: Todos los autores han aceptado la responsabilidad por el contenido completo de este manuscrito y aprobaron su envío.

Intereses en conflicto: los autores declaran que no hay conflicto de intereses.

Financiamiento de la investigación: Gracias a la Asociación Asesora Científica de Radiofrecuencia de Oceanía (ORSAA) por financiar la publicación de este artículo.

Referencias

1. Nyberg, R, Hardell, L. El atractivo de la UE 5G; 2017. <https://www.5gappeal.eu/> (<https://www.5gappeal.eu/>) [Consultado el 21 de julio de 2023].
2. Científicos y médicos que han respaldado el llamamiento 5G de la UE. Disponible en: <https://www.5gappeal.eu/signatories-to-scientists-5g-appeal/> (<https://www.5gappeal.eu/signatories-to-scientists-5g-appeal/>) [Consultado el 21 de julio de 2023].
3. Nyberg, R, Hardell, L. *Séptimo llamamiento de la UE 5G. La precedencia ilegal de la economía sobre la salud en la UE*; 2023. Disponible en: <http://www.5gappeal.eu/wp-content/uploads/2023/02/7th-EU-5G-Appeal12-Jan-2023h.pdf> (<http://www.5gappeal.eu/wp-content/uploads/2023/02/7th-EU-5G-Appeal12-Jan-2023h.pdf>) [Consultado el 21 de julio de 2023].
4. Consejo de Europa . *Convenio Europeo de Derechos Humanos* ; 2021. Disponible en: <https://www.coe.int/en/web/compass/european-convention-on-human-rights> (<https://www.coe.int/en/web/compass/european-convention-on-human-rights>) [Consultado el 21 de julio de 2023].
5. Comisión Europea . Carta de derechos fundamentales de la Unión Europea (2012/C 326/02). *Fuera de J Eur Union* 2012;C 326:391–227.
6. Unión Europea . Versión consolidada del tratado de funcionamiento de la Unión Europea. *Fuera de J Eur Union* 2008;51:47–199.
7. Hardell, L, Nyberg, R. [Comentario] Apelaciones que importan o no sobre una moratoria sobre el despliegue de la quinta generación, 5G, para la radiación de microondas. *Mol Clin Oncol* 2020;12:247–57. <https://doi.org/10.3892/mco.2020.1984> (<https://doi.org/10.3892/mco.2020.1984>) .
[10.3892/mco.2020.1984](https://doi.org/10.3892/mco.2020.1984) (<https://doi.org/10.3892/mco.2020.1984>)
- PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32064102/>)
PubMed Central (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7016513/>)
8. Nyberg, NR, McCredde, JE, Weller, SG, Hardell, L. La Unión Europea prioriza la economía sobre la salud en el despliegue de tecnologías de radiofrecuencia. *Rev Salud Ambiental* 2022. <https://doi.org/10.1515/reveh-2022-0106> (<https://doi.org/10.1515/reveh-2022-0106>)
[10.1515/reveh-2022-0106](https://doi.org/10.1515/reveh-2022-0106) (<https://doi.org/10.1515/reveh-2022-0106>)
PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36129168/>)

9. El Consejo de la Unión Europea . Recomendación del Consejo de 12 de julio de 1999 sobre la limitación de la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz) (1999/519/EC). *Off J Eur Communities* 1999;L199:59–70.

10. Cherry, Nueva Jersey. *Críticas a la evaluación de la salud en las directrices ICNIRP para la radiación de radiofrecuencia y microondas (100 kHz–300 GHz)*; 2002. Disponible en (<https://core.ac.uk/download/pdf/35464854.pdf>) : (<https://core.ac.uk/download/pdf/35464854.pdf>) <https://core.ac.uk/download/pdf/35464854.pdf> (<https://core.ac.uk/download/pdf/35464854.pdf>) . (<https://core.ac.uk/download/pdf/35464854.pdf>) __ (<https://core.ac.uk/download/pdf/35464854.pdf>) (<https://core.ac.uk/download/pdf/35464854.pdf>) (<https://core.ac.uk/download/pdf/35464854.pdf>) (<https://core.ac.uk/download/pdf/35464854.pdf>)

11. Favre, D. *Comentarios sobre el borrador de directrices de RF de la ICNIRP*; 2018. Disponible en: <https://environmentandcancer.com/comments-icnirp-favre/> (<https://environmentandcancer.com/comments-icnirp-favre/>) .

12. Hansson-Mild, Hardell, L. *Comentarios sobre el borrador de directrices de RF de la ICNIRP*; 2018. Disponible en: <https://environmentandcancer.com/comments-icnirp-hansson-mild-hardell/> (<https://environmentandcancer.com/comments-icnirp-hansson-mild-hardell/>) .

13. Redmayne, M. *Comentarios sobre el borrador de directrices de RF de la ICNIRP*; 2018. Disponible en: <https://environmentandcancer.com/comments-icnirp-redmayne/> (<https://environmentandcancer.com/comments-icnirp-redmayne/>) .

14. Comisión Internacional sobre los Efectos Biológicos de los Campos Electromagnéticos (ICBE-EMF) . La evidencia científica invalida los supuestos de salud subyacentes a las determinaciones del límite de exposición de la FCC y la ICNIRP para la radiación de radiofrecuencia: implicaciones para 5G. *Salud ambiental* 2022;21:1–25. <https://doi.org/10.1186/s12940-022-00900-9> (<https://doi.org/10.1186/s12940-022-00900-9>) . [10.1186/s12940-022-00900-9](https://doi.org/10.1186/s12940-022-00900-9) (<https://doi.org/10.1186/s12940-022-00900-9>)

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36253855/>)

PubMed Central (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9576312/>)

15. Héroux, P, Belyaev, I, Chamberlin, K, Dasdag, S, De Salles, AAA, Rodriguez, CEF, et al. Límites de exposición a la radiación de teléfonos móviles y soluciones de ingeniería. *Int J Environ Res Publ Health* 2023;20:5398. <https://doi.org/10.3390/ijerph20075398> (<https://doi.org/10.3390/ijerph20075398>) .

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37048013/>)

PubMed Central (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10094704/>)

16. CEM-Científico. Llamamiento internacional: los científicos piden protección contra la exposición a campos electromagnéticos no ionizantes; 2015 (2023). Disponible en: <https://emfscientist.org/index.php/emf-scientist-appeal> (<https://emfscientist.org/index.php/emf-scientist-appeal>) .

17. Davis, D, Birnbaum, L, Ben-Ishai, P, Taylor, H, Sears, M, Butler, T, et al.. Tecnologías inalámbricas, campos electromagnéticos no ionizantes y niños: identificación y reducción de riesgos para la salud. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care* 2023;53:101374. <https://doi.org/10.1016/j.cppeds.2023.53:101374> (<https://doi.org/10.1016/j.cppeds.2023.53:101374>) .
10.1016/j.cppeds.2023.101374 (<https://doi.org/10.1016/j.cppeds.2023.101374>)

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36935315/>)

18. Stop Smart, Metros. *Resumen de demandas seleccionadas sobre medidores inteligentes. Detener los contadores inteligentes* ; 2015. Disponible en: <https://stopsmartmeters.org/smart-meter-lawsuits/> (<https://stopsmartmeters.org/smart-meter-lawsuits/>) .

19. Slesin, L. Court actúa para silenciar a los críticos implacables de los estudios de ADN de RF. Las afirmaciones infundadas de Alexander Lerchl sobre datos fabricados por la campaña de desinformación de 13 años del laboratorio de Viena. En: *Noticias de microondas* ; 2004 (2023). Disponible en: <https://microwavenews.com/news-center/german-court-moves-silence-critic-rf-dna-breaks> (<https://microwavenews.com/news-center/german-court-moves-silence-critic-rf-dna-breaks>) .

20. Asociación Alerta PhoneGate. El tribunal de apelación de Turín confirma la relación entre un tumor en la cabeza y el uso del teléfono móvil. Alerta de puerta telefónica; 2020. Disponible en: <https://www.phonegatealert.org/en/the-court-of-appeal-of-turin-confirms-the-link-between-a-head-tumour-and-mobile-phone-use/> (<https://www.phonegatealert.org/en/the-court-of-appeal-of-turin-confirms-the-link-between-a-head-tumour-and-mobile-phone-use/>) .

21. Grupo de Trabajo de BioIniciativa . *Informe BioInitiative: justificación de una norma de exposición pública con base biológica a campos electromagnéticos (ELF y RF)* ; 2007. Disponible en: <http://www.bioinitiative.org> (<http://www.bioinitiative.org>) .

22. Grupo de Trabajo de BioIniciativa . *Informe BioInitiative: justificación de una norma de exposición pública a la radiación electromagnética con base biológica* ; 2012. Disponible en: <https://bioinitiative.org/> (<https://bioinitiative.org/>) .

23. Grupo de Trabajo de BioIniciativa . *Informe de bioiniciativa: resúmenes de investigación actualizados de 2020* ; 2020. Disponible en: <https://bioinitiative.org/updated-research-summaries/> (<https://bioinitiative.org/updated-research-summaries/>) .

24. Glaser, ZR. *Bibliografía de fenómenos biológicos ("efectos") y manifestaciones clínicas atribuidas a la radiación de microondas y radiofrecuencia* ; 1972. Disponible en: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/AD0750271.pdf> (<https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/AD0750271.pdf>) .

25. Glaser, ZR, Brown, PF, Brown, MS. *Bibliografía de fenómenos biológicos ("efectos") reportados y manifestaciones clínicas atribuidas a la radiación de microondas y radiofrecuencia: compilación e integración del informe y siete suplementos* ; 1976. Disponible en: <https://www.osti.gov/biblio/5740885> (<https://www.osti.gov/biblio/5740885>) .

26. Bandara, P, Carpenter, DO. Contaminación electromagnética planetaria: es hora de evaluar su impacto. *Lancet Planet Health* 2018;2:512–4. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(18\)30221](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30221) ([https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(18\)30221](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30221)) .
10.1016/S2542-5196(18)30221-3 ([https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(18\)30221-3](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30221-3))

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30526934/>)

27. Diagnosticar: funk . Descripción general del estudio de datos EMF. Disponible en: <https://www.emfdata.org/en/study-overview> (<https://www.emfdata.org/en/study-overview>) .

28. Yakymenko, I, Tsybulin, O, Sidorik, E, Henshel, D, Kyrylenko, O, Kyrylenko, S. Mecanismos oxidativos de la actividad biológica de la radiación de radiofrecuencia de baja intensidad. *Electromagn Biol Med* 2016;35:186–202.
<https://doi.org/10.3109/15368378.2015.1043557> (<https://doi.org/10.3109/15368378.2015.1043557>) .

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26151230/>)

29. Schuermann, D, Mevissen, M. Campos electromagnéticos artificiales y estrés oxidativo: efectos biológicos y consecuencias para la salud. *Int J Mol Sci* 2021;22:3772.
<https://doi.org/10.3390/ijms22073772> (<https://doi.org/10.3390/ijms22073772>) .

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33917298/>)

PubMed Central (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8038719/>)

30. Vriens, L. *Resumen del estudio REFLEX. jrs eco inalámbrico* ; 2011. Disponible en: <https://www.jrseco.com/eu-reflex-study-shows-dna-damage-caused-by-radiation-from-wireless-devices-and-mobile-phones/> (<https://www.jrseco.com/eu-reflex-study-shows-dna-damage-caused-by-radiation-from-wireless-devices-and-mobile-phones/>) .

31. Havas, M. La radiación de la tecnología inalámbrica afecta la sangre, el corazón y el sistema nervioso autónomo1. *Rev Environ Salud* 2013;28:75–84.
<https://doi.org/10.1515/reveh-2013-0004> (<https://doi.org/10.1515/reveh-2013-0004>) .

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24192494/>)

32. Hassanzadeh-Taheri, M, Khalili, MA, Hosseininejad Mohebati, A, Zardast, M, Hosseini, M, Palmerini, MG, et al. El efecto perjudicial de la radiación de los teléfonos celulares sobre las características biológicas del espermatozoos en normozoospermicos. *Andrología* 2022;54:e14257. <https://doi.org/10.1111/and.14257> (<https://doi.org/10.1111/and.14257>) .

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34628682/>)

33. Nittby, H, Grafström, G, Eberhardt, JL, Malmgren, L, Brun, A, Persson, BRR, et al.. Efectos de la radiofrecuencia y del campo electromagnético de frecuencia extremadamente baja en la barrera hematoencefálica. *Electromagn Biol Med* 2008;27:103–26.
<https://doi.org/10.1080/15368370802061995> (<https://doi.org/10.1080/15368370802061995>) .

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18568929/>)

34. Belpomme, D, Hardell, L, Belyaev, I, Burgio, E, Carpenter, DO. Efectos térmicos y no térmicos sobre la salud de las radiaciones no ionizantes de baja intensidad: una perspectiva internacional. *Contaminación ambiental* 2018;242:643–58.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.07.019> (<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.07.019>) .

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30025338/>)

35. Hardell, L, Carlberg, M. Uso de teléfonos móviles e inalámbricos y riesgo de glioma: análisis de estudios combinados de casos y controles en Suecia, 1997–2003 y 2007–2009. *Fisiopatología* 2015;22:1–13. <https://doi.org/10.1016/j.pathophys.2014.10.001>
(<https://doi.org/10.1016/j.pathophys.2014.10.001>) .

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25466607/>)

36. Hardell, L, Carlberg, M, Söderqvist, F, Mild, KH. Análisis conjunto de estudios de casos y controles sobre neuroma acústico diagnosticado entre 1997–2003 y 2007–2009 y el uso de teléfonos móviles e inalámbricos. *Int J Oncol* 2013;43:1036–44.
<https://doi.org/10.3892/ijco.2013.2025> (<https://doi.org/10.3892/ijco.2013.2025>) .

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23877578/>)

PubMed Central (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3829779/>)

37. Miller, AB, Sears, ME, Morgan, LL, Davis, DL, Hardell, L, Oremus, M, et al.. Riesgos para la salud y el bienestar de la radiación de radiofrecuencia emitida por teléfonos móviles y otros dispositivos inalámbricos. . *Frente Salud Pública* 2019;7:223.
<https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00223> (<https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00223>) .

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31457001/>)

PubMed Central (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6701402/>)

38. Panagopoulos, DJ, Karabarounis, A, Margaritis, LH. Mecanismo de acción de los campos electromagnéticos sobre las células. *Biochem Biophys Res Commun* 2002;298:95–102. [https://doi.org/10.1016/S0006-291X\(02\)02393-8](https://doi.org/10.1016/S0006-291X(02)02393-8) ([https://doi.org/10.1016/S0006-291X\(02\)02393-8](https://doi.org/10.1016/S0006-291X(02)02393-8)) .

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12379225/>)

39. Halgamuge, MN. Exposición débil a la radiación de radiofrecuencia de la radiación de los teléfonos móviles en las plantas. *Electromagn Biol Med* 2017;36:213–35.
<https://doi.org/10.1080/15368378.2016.1220389> (<https://doi.org/10.1080/15368378.2016.1220389>) .

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27650031/>)

40. Waldmann-Selsam, C, Balmori-de la Puente, A, Breunig, H, Balmori, A. La radiación de radiofrecuencia daña los árboles alrededor de las estaciones base de telefonía móvil. *Sci Total Environ* 2016;572:554–69. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.08.045>

(<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.08.045>).

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27552133/>)

41. Warnke, U. *Abejas, pájaros y humanidad. Destruyendo la naturaleza por 'Electrosmog': efectos de las tecnologías de comunicación inalámbrica. Una serie de folletos de la iniciativa de competencias para la protección de la humanidad, el medio ambiente y la democracia*. Kempten; 2009. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Ulrich-Dr-Warnke-2/publication/241538484_BEES_BIRDS_AND_MANKIND/links/54eae240cf2f7aa4d5845BIRDS-AND-MANKIND.pdf (https://www.researchgate.net/profile/Ulrich-Dr-Warnke-2/publication/241538484_BEES_BIRDS_AND_MANKIND/links/54eae240cf2f7aa4d5845c7/BEES-BIRDS-AND-MANKIND.pdf).

42. Molina-Montenegro, MA, Acuña-Rodríguez, IS, Ballesteros, GI, Baldelomar, M, Torres-Díaz, C, Broitman, BR, et al.. Los campos electromagnéticos interrumpen el servicio de polinización de las abejas. *Sci Adv* 2023;9:eadh1455. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh1455> (<https://doi.org/10.1126/sciadv.adh1455>).

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37172085/>)

PubMed Central (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10181175/>)

43. Balmori, A. La radiación electromagnética como factor impulsor emergente de la disminución de los insectos. *Ciencia total del medio ambiente* 2021;767:144913. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144913> (<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144913>).

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33636787/>)

44. Thielens, A, Bell, D, Mortimore, DB, Greco, MK, Martens, L, Joseph, W. Exposición de insectos a campos electromagnéticos de radiofrecuencia de 2 a 120 GHz. *Representante de ciencia* 2018;8:3924. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-22271-3> (<https://doi.org/10.1038/s41598-018-22271-3>).

45. Thill, A. Efectos biológicos de los campos electromagnéticos en los insectos. Sonderbeilage en Ausgabe 3-2020/ 33. Jahrgang; 2020. Disponible en: https://ehtrust.org/wp-content/uploads/Thill_Review_Insects_2020_Engl.pdf (https://ehtrust.org/wp-content/uploads/Thill_Review_Insects_2020_Engl.pdf).

46. Balmori, A. Contaminación electromagnética de las antenas telefónicas. Efectos sobre la vida silvestre. *Fisiopatología* 2009;16:191-9. <https://doi.org/10.1016/j.pathophys.2009.01.007> (<https://doi.org/10.1016/j.pathophys.2009.01.007>).

47. Programa Nacional de Toxicología . Revisiones por pares de los borradores de informes técnicos del NTP sobre radiación de radiofrecuencia de teléfonos celulares. En: *Informe técnico de NTP sobre los estudios de toxicología y carcinogénesis en ratones B6C3F1/N expuestos a radiación de radiofrecuencia en todo el cuerpo a una frecuencia (1.900 MHz) y modulaciones (GSM y CDMA) utilizadas por teléfonos móviles: informe*

técnico [Internet]. Programa Nacional de Toxicología; 2018, vol 596. Disponible en: https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/about_ntp/trpanel/2018/march/peerreview20180328_508.p (https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/about_ntp/trpanel/2018/march/peerreview20180328_508.pdf).

48. Programa Nacional de Toxicología. Estudios de toxicología y carcinogénesis en ratas Sprague Dawley (Hsd: sprague Dawley SD) expuestas a radiación de radiofrecuencia en todo el cuerpo a una frecuencia (900 MHz) y modulaciones (GSM y CDMA) utilizadas por los teléfonos móviles. *Representante técnico de Natl Toxicol Progr* 2018;595. <https://doi.org/10.22427/NTP-TR-595> (<https://doi.org/10.22427/NTP-TR-595>).

49. Alto Loira, LP. Une antenne relais soupçonnée de tuer les vaches d'un éleveur finalement conservée. (Alto Loira: finalmente se conserva una antena repetidora sospechosa de matar a las vacas de un criador). En: *Le Parisien*; 2022. Disponible en: <https://www.leparisien.fr/faits-divers/haute-loire-une-antenne-relais-soupconnee-de-tuer-les-vaches-dun-eleveur-finalement-conservée-17-08-2022-DPDYEGWM3BHS3DJT3BPZKUL3GA.php> (<https://www.leparisien.fr/faits-divers/haute-loire-une-antenne-relais-soupconnee-de-tuer-les-vaches-dun-eleveur-finalement-conservée-17-08-2022-DPDYEGWM3BHS3DJT3BPZKUL3GA.php>).

50. Puranen, L. Altistumisen mittaus ja laskentamallit (finlandés: modelos de cálculo y medición de la exposición). En: Nyberg, H, Jokela, K, editores. *Sähkömagneettiset kentät*. Karisto, Hämeenlinna, capítulo 10; 2006:455–99 págs. Disponible en: https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/6_10.pdf (https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/6_10.pdf).

51. Comisión Internacional de Protección contra Radiaciones No Ionizantes. Directrices para limitar la exposición a campos electromagnéticos (100 kHz a 300 GHz). *Física de la salud* 2020;118:483–524. <https://doi.org/10.1097/HP.0000000000001210> (<https://doi.org/10.1097/HP.0000000000001210>).

52. Sam, L. Tecnologías Comrel. https://comreltec.com/wp-content/uploads/2019/03/lazer-sam-compv1_orig-1024x769.jpg (https://comreltec.com/wp-content/uploads/2019/03/lazer-sam-compv1_orig-1024x769.jpg) [Consultado el 31 de marzo de 2022].

53. Gandhi, OP, Morgan, LL, De Salles, AA, Han, YY, Herberman, RB, Davis, DL. Límites de exposición: la subestimación de la radiación absorbida por los teléfonos móviles, especialmente en niños. *Electromagn Biol Med* 2012;31:34–51. 10.3109/15368378.2011.622827 (<https://doi.org/10.3109/15368378.2011.622827>)

54. Leszczynski, D. Efectos fisiológicos de las ondas milimétricas en la piel y las células de la piel: una descripción general de los estudios publicados hasta la fecha. *Rev Environ Health* 2020;35:493–515. <https://doi.org/10.1515/reveh-2020-0056> (<https://doi.org/10.1515/reveh-2020-0056>).

55. McCredden, JE, Weller, S, Leach, VA. El supuesto de seguridad se utiliza para justificar el despliegue de tecnologías 5G. *Frente Salud Pública* 2023;11:34. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1058454> (<https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1058454>).

56. Pakhomov, AG, Akyel, Y, Pakhomova, ON, Stuck, BE, Murphy, MR. Estado actual e implicaciones de la investigación sobre los efectos biológicos de las ondas milimétricas: una revisión de la literatura. *Bioelectromagnética* 1998;19:393–413. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1521-186x\(1998\)19:7<393::aid-bem1>3.0.co;2-x](https://doi.org/10.1002/(sici)1521-186x(1998)19:7<393::aid-bem1>3.0.co;2-x) ([https://doi.org/10.1002/\(sici\)1521-186x\(1998\)19:7%3c393::aid-bem1%3e3.0.co;2-x](https://doi.org/10.1002/(sici)1521-186x(1998)19:7%3c393::aid-bem1%3e3.0.co;2-x)). 10.1002/(SICI)1521-186X(1998)19:7<393::AID-BEM1>3.0.CO;2-X ([https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1521-186X\(1998\)19:7<393::AID-BEM1>3.0.CO;2-X](https://doi.org/10.1002/(SICI)1521-186X(1998)19:7<393::AID-BEM1>3.0.CO;2-X))
57. Belyaev, IY, Shcheglov, VS, Alipov, ED, Ushakov, VD. Efectos no térmicos de las microondas de frecuencia extremadamente alta sobre la conformación de la cromatina en las células in vivo: dependencia de factores físicos, fisiológicos y genéticos. *IEEE Trans Microw Theor Tech* 2000;48:2172–9. <https://doi.org/10.1109/22.884211> (<https://doi.org/10.1109/22.884211>).
58. Hardell, L, Nilsson, M. Informe de caso: una mujer sana de 52 años desarrolló un síndrome de microondas grave poco después de la instalación de una estación base 5G cerca de su apartamento. *Representante de caso de Ann Clin Med* 2023;10:1–10.
59. Nilsson, M, Hardell, L. Desarrollo del síndrome de microondas en dos hombres poco después de la instalación de 5G en el techo sobre su oficina. *Representante del caso Ann Clin* 2023;8:2378.
60. Hardell, L, Nilsson, M. Informe de caso: el síndrome de microondas después de la instalación de 5G enfatiza la necesidad de protección contra la radiación de radiofrecuencia. *Representante de caso Ann* 2023;8:1112. 10.29011/2574-7754.101112 (<https://doi.org/10.29011/2574-7754.101112>)
61. Nilsson, M, Hardell, L, Ketti, M, Wells, N, Nyberg, R, Halmø, S, et al.. Llamamiento nórdico: se necesita un marco regulatorio más estricto sobre la radiación de microondas de las tecnologías inalámbricas; detener el mayor despliegue de 5G. *Representante de caso de Ann Clin Med* 2023;10:1–4.
62. Blackman, C, Forge, S. Despliegue 5G: situación actual en Europa, EE. UU. y Asia, estudio para la comisión de industria, investigación y energía, política (departamento de políticas económicas, científicas y de calidad de vida, Parlamento Europeo); 2019. Disponible en: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2019/631060/IPOL_IDA\(2019\)631060_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2019/631060/IPOL_IDA(2019)631060_EN.pdf) ([https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2019/631060/IPOL_IDA\(2019\)631060_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2019/631060/IPOL_IDA(2019)631060_EN.pdf)).
63. Belpoggi, F.: Impacto sanitario del 5G, estudio para el panel para el futuro de la ciencia y la tecnología (Servicio de Investigación del Parlamento Europeo, unidad de prospectiva científica); 2021. Disponible en: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/690012/EPRS_STU\(2021\)690012_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/690012/EPRS_STU(2021)690012_EN.pdf) ([https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/690012/EPRS_STU\(2021\)690012_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/690012/EPRS_STU(2021)690012_EN.pdf)).
64. Unión Europea . Versión consolidada del tratado de funcionamiento de la Unión Europea, salud pública artículo 168. *Off J Eur Union* 2008;51:168.

65. Epstein, M, Emri, I, Hartemann, P, Hoet, P, Leitgeb, N, Martínez, LM, et al. (*Comité CCRSERI*) *Opinión sobre los posibles efectos en la salud de la exposición a campos electromagnéticos (CEM)* (Para el Comisión Europea); 2015. Disponible en: https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenih_r_o_041.pdf (https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenih_r_o_041.pdf) .
66. van Scharen, H. *La Comisión Internacional sobre Protección contra Radiaciones No Ionizantes: conflictos de intereses, captura corporativa y el impulso para 5G*; 2020. Disponible en: <https://kompetenzinitiative.com/wp-content/uploads/2020/07/ICNIRP-report-FINAL-19-JUNE-2020.pdf> (<https://kompetenzinitiative.com/wp-content/uploads/2020/07/ICNIRP-report-FINAL-19-JUNE-2020.pdf>) .
67. Asociación Alerte PhoneGate. *Alerta de puerta telefónica* ; 2022. Disponible en: <https://phonegatealert.org/en/tag-en/france-en/> (<https://phonegatealert.org/en/tag-en/france-en/>) .
68. Arazi, M. *Phonagate. Sobreexposición y engañado: lo que la industria de la telefonía celular no quiere que sepas (traducción inglesa de Regan Kramer)* . París: Ediciones Massot; 2020.
69. Hardell, L. Organización Mundial de la Salud, radiación de radiofrecuencia y salud: un hueso duro de roer. *Int J Oncol* 2017;51:405–13. <https://doi.org/10.3892/ijo.2017.4046> (<https://doi.org/10.3892/ijo.2017.4046>) .
- PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28656257/>)
 PubMed Central (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5504984/>)
70. Hardell, L, Nilsson, M, Koppel, T, Carlberg, M. Aspectos de las directrices de 2020 de la Comisión Internacional de Protección contra Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP) sobre radiación de radiofrecuencia. *J Cancer Sci Clin Ther* 2021;5:250–85. <https://doi.org/10.26502/jcsct.5079117> (<https://doi.org/10.26502/jcsct.5079117>) .
71. Ansari, D., los expertos dictaminan que 5G es seguro para los humanos; desacreditar los mitos mortales sobre la radiación. República; 2020. Disponible en: <https://www.republicworld.com/technology-news/mobile/scientists-experts-rule-5g-safe-for-humans.html> (<https://www.republicworld.com/technology-news/mobile/scientists-experts-rule-5g-safe-for-humans.html>) .
72. Keach, S. G-ENIUS 5G es SEGURO mientras los científicos desacreditan las teorías de conspiración sobre la "radiación mortal". El sol de Estados Unidos; 2020. Disponible en: <https://www.the-sun.com/lifestyle/tech-old/527246/5g-is-safe-as-scientists-debunk-deadly-radiation-conspiracy-theories/> (<https://www.the-sun.com/lifestyle/tech-old/527246/5g-is-safe-as-scientists-debunk-deadly-radiation-conspiracy-theories/>) .
73. Comité Científico de Salud Ambiental y Riesgos Emergentes . *Dictamen preliminar sobre la necesidad de revisar los anexos de la Recomendación 1999/519/CE del Consejo y de la Directiva 2013/35/UE, en vista de las últimas pruebas científicas disponibles con respecto a la RF (100 kHz – 300 GHz), adoptado mediante procedimiento escrito el 16 de agosto de 2022* . Disponible en: https://health.ec.europa.eu/publications/scheer-scientific-evidence-radiofrequency_en (https://health.ec.europa.eu/publications/scheer-scientific-evidence-radiofrequency_en) .

74. Consejo para la Seguridad de las Telecomunicaciones (Dinamarca) y Fundación Sueca de Protección Radiológica . *Crítica del informe de opinión de SCHEER sobre los riesgos para la salud derivados de la radiación de radiofrecuencia* ; 2023. Disponible en: <https://www.stralskyddsstiftelsen.se/wp-content/uploads/2023/01/Report-Critique-of-SCHEER-Opinion-Jan-25-2023.pdf> (<https://www.stralskyddsstiftelsen.se/wp-content/uploads/2023/01/Report-Critique-of-SCHEER-Opinion-Jan-25-2023.pdf>) .
75. Tribunales Militares de Núremberg . Experimentos médicos permitidos. En: *Juicios de criminales de guerra ante los tribunales militares de Nuremberg* . Washington: Imprenta del Gobierno de Estados Unidos; 1946–1949, vol II:181–2 págs. <https://archive.org/details/TrialsOfWarCriminalsBeforeTheNurembergMilitaryTribunalsUnderControlCouncil/Trials%20no.%2010.%20-%20Nuremberg%2C%20October%201946-%20April%2C%201949%20Volume%202/page/n4/mode/1up?view=theater> [Consultado el 21 de julio de 2023].
76. Shuster, E. Cincuenta años después: la importancia del Código de Nuremberg. *N Engl J Med* 1997;337:1436–40. 10.1056/NEJM199711133372006 (<https://doi.org/10.1056/NEJM199711133372006>) PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9358142/>)
77. Schoechele, T. *Reinventar los cables: el futuro de las líneas y redes fijas* ; 2018. Disponible en: <https://electromagnetichealth.org/wp-content/uploads/2018/05/Wires.pdf> (<https://electromagnetichealth.org/wp-content/uploads/2018/05/Wires.pdf>) .
78. Jones, D. *Consumo de energía: las estaciones base 5G son hipopótamos hambrientos. Lectura ligera* ; 2019. Disponible en: <https://www.lightreading.com/mobile/5g/power-consumption-5g-basestations-are-hungry-hungry-hippos/d/d-id/749979#msgs> (<https://www.lightreading.com/mobile/5g/power-consumption-5g-basestations-are-hungry-hungry-hippos/d/d-id/749979#msgs>) .
79. Hardesty, L. *Las estaciones base 5G utilizan mucha más energía que las estaciones base 4G. Inalámbrica feroz* ; 2020. Disponible en: <https://www.fiercewireless.com/tech/5g-base-stations-use-a-lot-more-energy-than-4g-base-stations-says-mtn> (<https://www.fiercewireless.com/tech/5g-base-stations-use-a-lot-more-energy-than-4g-base-stations-says-mtn>) .
80. Centro de Telecomunicaciones Energéticamente Eficientes . El poder de la nube inalámbrica. En: *Libro blanco del CEET* ; 2013. Disponible en: <https://ceet.unimelb.edu.au/publications/> (<https://ceet.unimelb.edu.au/publications/>) .
81. Mills, diputado. *La nube comienza con el carbón: grandes datos, grandes redes, grandes infraestructuras y grandes potencias* . Grupo de Energía Digital; 2013. Disponible en: https://www.tech-pundit.com/wp-content/uploads/2013/07/Cloud_Begins_With_Coal.pdf?c761ac&c761ac (https://www.tech-pundit.com/wp-content/uploads/2013/07/Cloud_Begins_With_Coal.pdf?c761ac&c761ac) [Consultado el 21 de julio de 2023].

82. Pitron, G. *La nube oscura: cómo el mundo digital le está costando a la Tierra*. Publicaciones de escribas; 2023. Disponible en: <https://paperbackbooks.com.au/p/the-dark-cloud-how-the-digital-world-is-costing-the-earth?barcode=9781922585523> (<https://paperbackbooks.com.au/p/the-dark-cloud-how-the-digital-world-is-costing-the-earth?barcode=9781922585523>).
83. Ministerio Federal de Medio Ambiente y Agencia Alemana de Medio Ambiente. Streaming de vídeo: tecnología de transmisión de datos crucial para la huella climática: la transmisión de vídeo por fibra óptica es casi 50 veces más eficiente que el UMTS. El mundo del Bundesamt. 2020. Disponible en: <https://www.umweltbundesamt.de/en/press/pressinformation/video-streaming-data-transmission-technology> (<https://www.umweltbundesamt.de/en/press/pressinformation/video-streaming-data-transmission-technology>).
84. Baliga, J, Ayre, R, Hinton, K, Tucker, RS. Consumo energético en redes de acceso cableadas e inalámbricas. *IEEE Commun Mag* 2011;49:70–7. <https://doi.org/10.1109/mcom.2011.5783987> (<https://doi.org/10.1109/mcom.2011.5783987>).
85. Bandara, P, Weller, S. Enfermedad cardiovascular: es hora de identificar factores de riesgo ambientales emergentes. *Eur J Prev Cardiol* 2017;24:1819–23. <https://doi.org/10.1177/2047487317734898> (<https://doi.org/10.1177/2047487317734898>).
- PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28969497/>)
86. Consulta EMF. AMS kommunikasjonsmoduler (noruego) Módulos de comunicación AMS; 2018. Disponible en: <https://emf-consult.com/ams-kommunikasjonsmoduler/> (<https://emf-consult.com/ams-kommunikasjonsmoduler/>).
87. Defensa de la Salud Infantil. "80 grupos, 57 médicos y 19 científicos se unen para instar a Pensilvania a rechazar el mandato de los 'medidores inteligentes'". El defensor; 2021. Disponible en: <https://childrenshealthdefense.org/defender/chd-amicus-brief-supreme-court-pennsylvania-reject-smart-meters-mandate/> (<https://childrenshealthdefense.org/defender/chd-amicus-brief-supreme-court-pennsylvania-reject-smart-meters-mandate/>).
88. Powell, RM. *Efectos biológicos de la radiación de RF en exposición de baja intensidad, según el informe BioInitiative 2012, y las implicaciones para medidores y aparatos inteligentes*; 2013. Disponible en: <https://www.emfanalysis.com/wp-content/uploads/2014/11/Powell-Bioinitiative-Report-Smart-Meters.pdf> (<https://www.emfanalysis.com/wp-content/uploads/2014/11/Powell-Bioinitiative-Report-Smart-Meters.pdf>).
89. Parlamento Europeo y Consejo. Directiva (UE) 2018/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, por la que se modifica la Directiva 2012/27/UE sobre eficiencia energética. *Fuera de J Eur Union* 2018;L328:210–30.
90. Hirsch, D. *Comentarios sobre el borrador del Informe del Consejo de Ciencia y Tecnología de California "impactos en la salud de la radiofrecuencia de los medidores inteligentes"*; 2011. Disponible en:

https://www.committeetobridgethegap.org/pdf/110212_RFrad_comments.pdf

(https://www.committeetobridgethegap.org/pdf/110212_RFrad_comments.pdf).

91. Lamech, F. Autoinforme del desarrollo de síntomas por exposición a campos de radiofrecuencia de medidores inteligentes inalámbricos en Victoria, Australia: una serie de casos. *Alternative Ther Health Med* 2014;20:28–39.

92. Parlamento Europeo y Consejo . Reglamento 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos, y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE (Datos Generales Reglamento de Protección). *Fuera de J Eur Union* 2016;119:210–30.

93. Parlamento Europeo y Consejo . Directiva 2002/58/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de julio de 2002, relativa al tratamiento de datos personales y a la protección de la privacidad en el sector de las comunicaciones electrónicas (Directiva sobre privacidad y comunicaciones electrónicas). *Fuera de J Eur Union* 2002;45:37–47.

94. Parlamento Europeo y Consejo . Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, sobre eficiencia energética, por la que se modifican las directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE y se derogan las directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE. *Fuera de J Eur Union* 2012; L 315:1–56.

95. Comisión Europea . Comunicación de la comisión al Parlamento Europeo, al consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. El Pacto Verde Europeo COM(2019) 640 final; 2019. Disponible en: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0002.02/DOC_1&format=PDF (https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0002.02/DOC_1&format=PDF).

96. Kostoff, RN, Heroux, P, Aschner, M, Tsatsakis, A. Efectos adversos para la salud de la tecnología de redes móviles 5G en condiciones de la vida real. *Toxicol Lett* 2020;323:35–40. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2020.01.020> (<https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2020.01.020>).

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31991167/>)

97. Asamblea General de las Naciones Unidas . *resolución 44/25 de la Asamblea General Convención sobre los Derechos del Niño* ; 1989. Disponible en: <https://www.unicef.org/child-rights-convention/convention-text> (<https://www.unicef.org/child-rights-convention/convention-text>).

98. Estado de Nueva Hampshire . *Comisión estudiará los efectos medioambientales y sanitarios de la evolución de la tecnología 5G Informe final* ; 2020. Disponible en: <https://www.gencourt.state.nh.us/statstudcomm/committees/1474/reports/5G%20final%20report.pdf> (<https://www.gencourt.state.nh.us/statstudcomm/committees/1474/reports/5G%20final%20report.pdf>).

99. Comisión Europea . *La Comisión adopta una Comunicación sobre el principio de precaución* ; 2000. PDF. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_00_96

(https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_00_96,%20https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/glossary/precautionary-principle.html) [Consultado el 21 de julio de 2023].

100. Belyaev, I, Dean, A, Eger, H, Hubmann, G, Jandrisovits, R, Kern, M, et al.. Guía EUROPAEM EMF 2016 para la prevención, diagnóstico y tratamiento de problemas de salud y enfermedades relacionados con los CEM. *Rev Environ Health* 2016;31:363–97. <https://doi.org/10.1515/reveh-2016-0011> (<https://doi.org/10.1515/reveh-2016-0011>).

PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27454111/>)

101. Instituto de Biología de la Construcción . Pautas de evaluación biológica de la construcción para el área de dormir. En: *Suplemento de la norma sobre métodos de prueba de biología de la construcción* . SBM; 2008. Disponible en: <https://www.baubiologie.de/downloads/building-biology-guidelines-english.pdf> (<https://www.baubiologie.de/downloads/building-biology-guidelines-english.pdf>).

102. Consejo de Europa . Los peligros potenciales de los campos electromagnéticos y su efecto sobre el medio ambiente. *Resolución* 1815; 2011. Disponible en: <https://assembly.coe.int/nw/xml/XRef/Xref-XML2HTML-en.asp?fileid=17994> (<https://assembly.coe.int/nw/xml/XRef/Xref-XML2HTML-en.asp?fileid=17994>).

103. Koppel, T, Hardell, L. Mediciones de campos electromagnéticos de radiofrecuencia, incluido 5G, en la ciudad de Columbia, SC, EE. UU. *World Acad Sci* 2022;4:1–12. <https://doi.org/10.3892/wasj.2022.157> (<https://doi.org/10.3892/wasj.2022.157>).

104. Tribunal de Justicia de la Unión Europea . *Sentencia del tribunal en el caso C-183/95* ; 1997. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:61995CJ0183&from=ES> (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:61995CJ0183&from=ES>).

105. Tribunal de Justicia de las Comunidades Europeas . *Sentencia del tribunal en el asunto C-157/96* ; 1998. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:61996CJ0157&from=EL> (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:61996CJ0157&from=EL>).

106. Tribunal de Justicia de las Comunidades Europeas . *Auto del tribunal de primera instancia (sala segunda) asunto T-136/95 Industria del Frio Auxiliar Conservera contra comisión de las comunidades europeas* ; 1998. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/MT/TXT/?uri=CELEX:61995TO0136> (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/MT/TXT/?uri=CELEX:61995TO0136>).

107. Mecanismo Conectar Europa — MCE Digital . *Programa digital 2021–2017* . Comisión Europea; 2021. Disponible en: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/cef-digital> (<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/cef-digital>).

108. Törnevik, C. Impacto de los límites de los CEM en el despliegue de la red 5G. En: *Presentado en: Taller de la UIT sobre 5G, CEM y salud, investigación de Ericsson, Estocolmo* . Varsovia; 2017. Disponible en: <https://www.itu.int/en/ITU-T/Workshops-and->

Seminars/20171205/Documents/S3__Christer__Tornevik.pdf (https://www.itu.int/en/ITU-T/Workshops-and-Seminars/20171205/Documents/S3__Christer__Tornevik.pdf).

Recibido: 2023-04-21

Aceptado: 2023-05-30

Publicado en línea: 2023-08-23

© 2023 el autor(es), publicado por De Gruyter, Berlín/Boston

Este trabajo está bajo la Licencia Internacional Creative Commons Atribución 4.0.

9 de febrero de 2024.-

A la Dra. Gabriela MUÑIZ SICCARDI

Pdte. del Concejo Deliberante de Ushuaia

A todos los Bloques Legislativos

De mi consideración:

En referencia a los reiterados conceptos de la Concejal Sra. Monte de Oca (Juntos por el Cambio) equívocos o verdades parciales basados en hipótesis falsas le respondemos a sus planteos.

“La tecnología de 5ta generación, llegó al mundo para quedarse de manera tal que se propende a estar cada vez más conectados a todo, todo el día, y en el menor tiempo posible. Es la nueva forma de comunicarse y Ushuaia no puede alejarse de esa posibilidad”.

“Se trata entonces de una verdadera revolución tecnológica que apuntará al crecimiento, desarrollo y productividad de nuestra ciudad por su posibilidad de conectarnos prácticamente en tiempo real”.

“Por su parte, resulta necesario destacar que la prohibición de la instalación de tecnologías 5G y subsiguientes, perjudicaría el posicionamiento de nuestra ciudad en numerosos aspectos vinculados a la conectividad y latencia, en particular en asuntos tales como la economía del conocimiento, producción, cultura, educación, turismo inteligente, transporte, administración gubernamental inteligente, salud y su gestión, entre otros; misma conectividad que por la condición insular de nuestra Provincia se torna imprescindible”.

Es cierto que esta tecnología se impone y la siguiente 6G ya ha llegado a la Argentina. Son indudables las ventajas tecnológicas. Sin embargo, este argumento es más propio de las empresas de telecomunicaciones, que indudablemente tienen **intereses económicos sustanciosos**. Es menester recordar que la misma tecnología puede ser extendida parcialmente por medio de fibra óptica, como ocurre en Suiza, que no es un país que está en retraso tecnológico. Es obvio que esto implica un mayor costo de inversión de las empresas, que analizan la viabilidad en base a costo/beneficio, y el riesgo que consideran es eminentemente económico.

“En cuanto a la posibilidad de generar algún riesgo en la salud, la Organización Mundial de la Salud calificó a la tecnología inalámbrica como *"cancerígeno nivel 2B"*, catalogación genérica que implica: *"posiblemente carcinógenos para los seres humanos, esto es, cuando se considera que una asociación causal es creíble, pero el azar, los sesgos o los factores de confusión no pueden descartarse con una confianza razonable, una categoría en la que se incluyen sustancias que se tienen como poco nocivas, como el café"*¹ (el destacado me pertenece)”.

Esta aseveración es falsa como otras falsedades exhibidas por otras Big Tech, que no consideran el riesgo a la Salud, cuestión que ridiculizan.

Las 10 hipótesis falsas esgrimidas por el Ente Regulatorio de Telecomunicaciones de EE. UU. fueron rebatido en forma demoledora por la Comisión Internacional sobre los Efectos Biológicos de los

Campos Electromagnéticos (ICBE-EMF), Publicado en Salud Ambiental volumen 21, Número de artículo: 92 (2022): "Evidencia científica que invalida los supuestos de salud subyacentes a las determinaciones del límite de exposición de la FCC e ICNIRP para la radiación de radiofrecuencia: implicaciones para 5G"

Este documento resumidamente sostiene: científicos independientes demuestran basados en los últimos 25 años de extensa investigación sobre Radiofrecuencia (RFR), que los supuestos subyacentes a los límites de exposición que la FCC y la ICNIRP recomiendan, no son válidos y continúan presentando un daño para la salud pública.

Para facilidad vuestra adjunto el trabajo traducido y editado en el anexo.

Además, es menester informarle que los mecanismos por los que el impacto sobre la salud se puede morigerar están planteados en una iniciativa popular presentada en la Defensoría de la Nación, **PROYECTO DE LEY DE PRESUPUESTOS MINIMOS DE PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION ELECTROMAGNETICA**, el 23 de diciembre de 2023, de la que integro el Comité Científico.

Esto pone en manifiesto que no somos un grupo de improvisados emisores de opiniones, y estamos preocupados por vuestra salud y que carecemos de conflicto de interés, como los que la comprometen exclusivamente en el ámbito del beneficio comercial de vuestra comunidad.

La saluda Atte.

Prof. Dr. Andrés Ozols

Grupo de Biomateriales para Prótesis e Ingeniería de Tejidos
Instituto de Ingeniería Biomédica (IIBM)
Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires
Av. Paseo Colón 850
C1063ACV Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Argentina
tel- +54 (11) 4343 0891/3 ext. 50924,
Fax. +54 (11) 4331 1852,
Mob. +54 (11) 4081 7446



COMENTARIO

La evidencia científica invalida supuestos de salud subyacentes a la FCC y las determinaciones del límite de exposición a la ICNIRP para la radiación de radiofrecuencia: implicaciones para el 5G

Comisión Internacional sobre los Efectos Biológicos de los Campos Electromagnéticos (ICBE-EMF)*

Resumen

A finales de la década de 1990, la FCC y la ICNIRP adoptaron límites de exposición a la radiación de radiofrecuencia (RFR) para proteger al público y a los trabajadores de los efectos adversos de la RFR. Estos límites se basaron en los resultados de estudios de comportamiento realizados en la década de 1980 que involucraron exposiciones de 40 a 60 minutos en 5 monos y 8 ratas, y luego aplicaron factores de seguridad arbitrarios a una tasa de absorción específica (SAR) de umbral aparente de 4 W/kg. Los límites también se basaron en dos supuestos principales: cualquier efecto biológico se debía a un calentamiento excesivo de los tejidos y no se producirían efectos por debajo del umbral putativo de SAR, así como doce supuestos que no fueron especificados ni por la FCC ni por la ICNIRP. En este artículo, mostramos cómo los últimos 25 años de investigación exhaustiva sobre RFR demuestran que los supuestos subyacentes a los límites de exposición de la FCC y la ICNIRP no son válidos y continúan presentando un daño para la salud pública. Los efectos adversos observados en exposiciones por debajo del umbral supuesto de SAR incluyen inducción no térmica de especies reactivas de oxígeno, daño en el ADN, miocardiopatía, carcinogenicidad, daño en los espermatozoides y efectos neurológicos, incluida la hipersensibilidad electromagnética. Además, múltiples estudios en humanos han encontrado asociaciones estadísticamente significativas entre la exposición a RFR y un mayor riesgo de cáncer de cerebro y tiroides. Sin embargo, en 2020, y a la luz del conjunto de pruebas revisadas en este artículo, la FCC y la ICNIRP reafirmaron los mismos límites que se establecieron en la década de 1990. En consecuencia, estos límites de exposición, que se basan en suposiciones falsas, no protegen adecuadamente a los trabajadores, los niños, las personas hipersensibles y la población en general de las exposiciones a RFR a corto o largo plazo. Por lo tanto, se necesitan con urgencia límites de exposición que protejan la salud de los seres humanos y el medio ambiente. Estos límites deben basarse en pruebas científicas y no en suposiciones erróneas, especialmente teniendo en cuenta la creciente exposición mundial de las personas y el medio ambiente a la RFR, incluidas las nuevas formas de radiación de las telecomunicaciones 5G para las que no existen estudios adecuados sobre los efectos en la salud.

Palabras clave: Comisión Federal de Comunicaciones (FCC), Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP), Radiación de radiofrecuencia (RFR), Límites de exposición, Evaluación de la exposición, Efectos de la radiación en la salud, Especies reactivas de oxígeno (ROS), Daño en el ADN, 5G, Integridad científica, Teléfono celular*, Teléfono móvil*

*Los términos teléfono celular y teléfono móvil se usan indistintamente en este comentario; teléfono celular es el término utilizado en los Estados Unidos, mientras que teléfono móvil es el término utilizado en la mayor parte de Europa.

*Correspondencia: ron.melnick@gmail.com Tucson, EE.UU.

1 Tucson,

Estados

Unidos

Introducción

Al establecer límites de exposición a agentes tóxicos o cancerígenos, las agencias reguladoras generalmente establecen estándares que tienen en cuenta las incertidumbres de los riesgos para la salud de la población en general [1] y para subgrupos susceptibles como los niños [2]. Este enfoque no se ha aplicado de la misma manera a la fijación de los límites de exposición radiación a diversas densidades de potencia, un aumento de la temperatura corporal media de 0,7 °C se asoció con un SAR de cuerpo entero de 4 W/kg [12]. Alteración del comportamiento asociada con un aumento de la temperatura corporal de aproximadamente

Se asumió que 1,0 °C era la medida más sensible de los efectos nocivos de la exposición a los campos electromagnéticos de RF.

Después de establecer 4 W/kg como dosis umbral para los efectos nocivos agudos, tanto la FCC [3, 4] como la ICNIRP [5, 9] establecieron límites de exposición para exposiciones ocupacionales controladas a 0,4 W/kg SAR promediados en todo el cuerpo (sobre la base de la aplicación de un factor de seguridad/incertidumbre 10 veces mayor). Para la población general, los límites de exposición de la FCC y la ICNIRP se fijaron en 0,08 W/kg SAR promediado en todo el cuerpo (aplicando un factor de seguridad/incertidumbre adicional de 5 veces) para frecuencias entre 3 MHz y 3 GHz. Los límites de exposición establecidos por la FCC y la ICNIRP no tienen en cuenta ningún impacto de las diferentes características de la señal, como las modulaciones de las ondas portadoras o las pulsaciones de la señal. Las exposiciones de todo el cuerpo para la población general se basan simplemente en los niveles de potencia promediados durante períodos de 30 minutos [3, 5].

Sobre la base de las distribuciones de SAR de exposiciones de cuerpo entero en las que se estimó que los SAR locales (es decir, de cuerpo parcial) eran de 10 a 20 veces el valor promedio, se establecieron límites de exposición local 20 veces más altos que el límite promedio de exposición de cuerpo entero [4-7]. En el caso de las exposiciones ocupacionales, la FCC y la ICNIRP permitieron límites de exposición máxima locales de hasta 8 W/kg en promedio sobre cualquier cubo de 1 g de tejido [4] o 10 W/kg en cualquier 10 g de tejido contiguo [9]. Para la población general, los SAR máximos locales para exposiciones corporales parciales no debían exceder los 1,6 W/kg promediados sobre cualquier 1 g de tejido en forma de cubo [3], o no exceder los 2,0 W/kg promediados sobre cualquier 10 g de tejido en forma de cubo [5]. Los valores límite más altos son permisibles para las extremidades. Las extremidades incluyen las manos, las muñecas, los pies, los tobillos y el pabellón auricular (la parte externa de la oreja), a pesar de la proximidad de la oreja al cerebro. Estos ajustes se realizaron mucho antes del uso generalizado de dispositivos de comunicación inalámbrica en los que la antena emisora generalmente se mantiene cerca de los órganos locales del cuerpo, como el cerebro. El documento del NCRP [6] reconoce que las exposiciones podrían ser mayores que los valores límite de seguridad recomendados cuando las personas están cerca de los emisores de RFR.

El establecimiento de límites de exposición para la prevención del calentamiento excesivo de los tejidos se basó en los siguientes supuestos: 1) las ondas electromagnéticas a frecuencias utilizadas en las comunicaciones inalámbricas no tienen suficiente energía para romper enlaces químicos o ionizar moléculas [13]; 2) RFR no podría dañar el ADN; y 3) el calentamiento de los tejidos era el único efecto biológico posible de la radiación no ionizante [5, 9, 14-16]. En el caso de posibles problemas ambientales y de salud humana que no se abordan en el radiación de radiofrecuencia (RFR) (rango de frecuencia: 3 kHz a 300 GHz). Además, las hipótesis en las que se basan los límites actuales de exposición a la RFR son erróneas; Por lo tanto, los límites que se aplican actualmente no protegen adecuadamente la salud humana y ambiental. Este tema se discute con mayor detalle en la Hipótesis #9.

Los límites de la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC, por sus siglas en inglés) para la exposición máxima permisible a los campos electromagnéticos (CEM) de RF [3] se

establecieron en 1996 [4], y actualmente incluyen muchas recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante [5]. Se esperaba que estos límites de exposición protegieran contra los efectos adversos para la salud en los seres humanos que podrían ocurrir por exposiciones a corto plazo (es decir, agudas) a RFR y han sido mantenidos por la FCC durante los últimos 26 años. Los límites de exposición establecidos por la FCC en 1996 se basaron en los criterios recomendados por el Consejo Nacional de Protección y Medidas Radiológicas (NCRP) [6] y el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (ANSI/IEEE) [7, 8]. Los límites se "basaron en la determinación de que pueden producirse efectos biológicos potencialmente nocivos a un nivel de SAR (tasa de absorción específica) de 4,0 W/kg en promedio en todo el cuerpo". El SAR es una medida de la tasa de energía de RF absorbida por unidad de masa.

Se consideró que el umbral para una respuesta conductual y para el daño térmico agudo en tejidos sensibles era una exposición que producía una SAR de todo el cuerpo superior a 4 W/kg. Paralelamente al desarrollo de los límites de exposición a RFR de la FCC, las directrices de la ICNIRP para limitar la exposición a los campos electromagnéticos de RF también se basaron en estudios de comportamiento realizados en ratas y monos en la década de 1980 [9].

Los efectos nocivos que sirvieron de base para los criterios de exposición fueron los cambios en el comportamiento observados en un pequeño número de ratas y monos cuando se expusieron a RFR durante un máximo de 60 minutos a densidades de potencia en las que el SAR de todo el cuerpo era de aproximadamente 4 W/kg o superior [10, 11]. Esos estudios fueron realizados a principios de la década de 1980 (1980 y 1984, respectivamente) por investigadores del Departamento de Marina de los Estados Unidos. En consecuencia, se identificó 4 W/kg como el umbral de SAR para los efectos adversos para la salud inducidos por la RFR. En monos privados de alimentos que fueron expuestos a tres frecuencias diferentes (225 MHz, 1,3 GHz y 5,8 GHz) durante sesiones de 60 minutos, las tasas de respuesta de presión de palanca para la entrega de gránulos de alimentos se redujeron en comparación con las sesiones de exposición simuladas. Se informó que el umbral de SAR para esta respuesta disminuida osciló entre De 3,2 a 8,4 W/kg [11]. De manera similar, en ratas privadas de alimentos expuestas a sesiones de 40 minutos a 1,28 o 5,62 GHz de radiación, se informó que el umbral de SAR para una disminución en la tasa de respuesta oscilaba entre aproximadamente 3,8 y 4,9 W/kg [10]. En estudios experimentales en los que los monos fueron expuestos en una cámara anecoica durante 4 horas a 1,29 GHz el establecimiento de límites de exposición (por ejemplo, los efectos de las exposiciones crónicas o los efectos de la exposición de la piel a la RFR y a otros agentes ambientales, como los que se producirían con la exposición a la 5G en combinación con la luz solar), la hipótesis implícita es que tales efectos no importan, o que el factor de seguridad/incertidumbre seleccionado arbitrariamente es suficiente para hacer frente a esas preocupaciones. En cualquier caso, se espera que se describan claramente los supuestos subyacentes aplicados a las evaluaciones de riesgos para la salud [1].

Los límites de exposición a la radiación de RF se basan en numerosos supuestos; sin embargo, los estudios de investigación publicados en los últimos 25 años muestran que la mayoría de esos supuestos no están respaldados por pruebas científicas. En el informe del NCRP [6], los autores señalaron que cuando se disponga de una mayor comprensión de los efectos biológicos de la radiación de radiofrecuencia, será necesario evaluar y posiblemente revisar las directrices de exposición. El documento ANSI/IEEE [7] también señala que los efectos de la exposición crónica o la evidencia de interacciones no térmicas podrían dar lugar a la revisión de los estándares de exposición. Desgraciadamente, estas recomendaciones nunca se aplicaron. Supuestos de La seguridad frente a exposiciones que puedan afectar negativamente a la salud humana o ambiental debe ser probada y validada *antes de que* se produzcan exposiciones generalizadas, no después, por parte de los organismos responsables de proteger la salud pública.

En este artículo, destacamos los estudios que demuestran la falacia de los supuestos inherentes en las directrices de la FCC/ICNIRP para los límites de exposición a la radiación de RF, y encontramos que los límites no protegen la salud humana y ambiental. En este documento se abordan catorce supuestos que subyacen a los límites de exposición a RFR establecidos en la década de 1990 y reafirmados en 2020 por la FCC [4, 5] y la ICNIRP [5, 9] y se muestran en la Fig. 1.

- A) Efectos de la radiación de RF a exposiciones por debajo del umbral SAR de 4W/kg**
Suposición 1) Existe un umbral de exposición para cada efecto adverso a la salud causado por la radiación RF; en el rango de 100 kHz a 6 GHz en la exposición de cuerpo completo que excede un SAR de 4W/Kg. Cualquier efecto biológico de la radiación de RF por encima del límite de exposición es debido al calentamiento del tejido.
Suposición 2) La radiación RF es incapaz de causar daño al ADN más que por calentamiento; no hay mecanismo para un daño no térmico al ADN.
Suposición 3) Dos a siete exposiciones a radiación RF por hasta una hora de duración son suficientes para excluir efectos adverse para cualquier duración de exposición incluyendo las exposiciones crónicas.
Suposición 4) No ocurrirían efectos adicionales de la radiación de RF con co- exposición a otros agentes ambientales.
- B) Factores que afectan la dosimetría**
Suposición 5) Los efectos a la salud son dependientes solo del valor SAR; de las modulaciones de la onda portadora, frecuencia, o pulsado no importan excepto por su influencia del SAR.
- C) Riesgo de cáncer de cerebro**
Suposición 6) Los múltiples estudios que encuentran asociaciones entre la exposición a teléfonos celulares a la radiación RF y el incremento en el riesgo de cáncer cerebral son defectuosas, pues omiten los estudios publicados de los casos de control, y porque las tasas de cáncer de cerebro han permanecido estacionarias desde el tiempo que los dispositivos comunicaciones inalámbricas se extendieron.
- D) Variaciones individuales en la exposición y sensibilidad a RF-EMF**
Suposición 7) No existen diferencias entre individuos, incluyendo niños, en la absorción de RF-EMF y la susceptibilidad de esta radiación.
Suposición 8) No existen diferencias entre individuos en su sensibilidad a la radiación RF que induzca daños a la salud.
Suposición 9) Un factor de seguridad de 50 veces para la exposición a cuerpo completo a la radiación RF es adecuado para proteger a la población general a cualquier riesgo a la salud de la radiación RF.
- E) Factores de seguridad aplicados para trabajadores EMF-RF y la población general**
Suposición 10) Un factor de seguridad de 10 para el cuerpo completo a la exposición a la radiación de RF es adecuado para proteger a los trabajadores de cualquier riesgo a la radiación de RF.
Suposición 11) La exposición de cualquier gramo de tejido moldeado en forma de cubo hasta 1.6 W/kg, o 10 gramos de tejido moldeado en forma de cubo hasta 2 W/kg. (duración no especificada) no incrementará el riesgo de que el tejido a cualquier los efectos tóxicos y carcinogénicos en la población general.
Suposición 12) La exposición para cualquier gramo de tejido moldeado en forma de cubo hasta 8 W/Kg, o 10 gramos de tejido moldeado en forma de cubo hasta 10 W/kg, (duración no especificada) no incrementará el riesgo del tejido para cualquiera de los efectos tóxicos o carcinogénicos en trabajadores.
- F) Exposición ambiental a la radiación RF**
Suposición 13) No hay preocupación para los efectos de la radiación de RF o por efectos sobre la vida silvestre o las mascotas domésticas.
- G) 5G (5ta generación inalámbrica)**
Suposición 14) No son necesarios datos de los efectos sobre la salud por exposición al %G; la seguridad es asumida pues la penetración está limitada a la piel (penetración mínima en el cuerpo).

Fig. 1 Hipótesis subyacentes a los límites de exposición de la FCC/ICNIRP para la radiación de RF

Hipótesis subyacentes a los límites de exposición a la radiación de RF y pruebas científicas que demuestran que estas hipótesis no son válidas

A. Efectos de la radiación de RF en exposiciones por debajo del umbral putativo SAR de 4 W/kg

Supuesto 1) *Existe un umbral de exposición para cualquier efecto adverso para la salud causado por la radiación de RF; En rango de frecuencia de 100 kHz a 6 GHz, es una exposición de cuerpo entero que supera un SAR de 4 W/kg. Cualquier efecto biológico de la radiación de RF por encima del umbral de exposición se debe al calentamiento de los tejidos.*

Miocardopatía y carcinogenicidad

En respuesta a una solicitud del Centro de Dispositivos y Salud Radiológica de la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA, por sus siglas en inglés) [17], el Programa Nacional de Toxicología (NTP, por sus siglas en inglés) realizó estudios de toxicidad y carcinogenicidad de la radiación de los teléfonos celulares (modulada por CDMA o GSM) en ratas y ratones expuestos a RFR a frecuencias de 900 MHz y 1800 MHz, respectivamente [18, 19]. Las exposiciones a RFR durante un máximo de 2 años ocurrieron en cámaras de reverberación durante 18 horas/día en un ciclo continuo de 10 minutos de encendido y 10 minutos de apagado. En ratas, los niveles de SAR de todo el cuerpo durante los ciclos de 10 minutos fueron de 0, 1,5, 3 o 6 W/kg.

Los principales hallazgos histopatológicos del estudio NTP en ratas macho [18] incluyeron aumentos de la miocardiopatía relacionados con la dosis, aumento de la incidencia de cánceres y lesiones preneoplásicas en el corazón (schwannoma e hiperplasia de células de Schwann) y cerebro (glioma e hiperplasia de células gliales), aumentos en los tumores e hiperplasias de la glándula prostática, aumentos significativos en los tumores de las glándulas suprarrenales y aumentos significativos en la incidencia general de neoplasias benignas o malignas en todos los casos. órganos en los grupos de 3 W/kg. La incidencia de miocardiopatía también aumentó en ratas hembras expuestas a GSM, y se encontraron aumentos significativos en el daño al ADN en ratas y ratones [18, 19]. De manera similar, un estudio anterior de Chou et al. [20] encontró un aumento significativo (3,6 veces) en la incidencia de neoplasias malignas primarias en ratas macho expuestas a RFR pulsada de 2450 MHz durante 25 meses (21,5 h/día) a un SAR que osciló entre 0,15 y 0,4 W/kg.

Una revisión externa por pares de 3 días de los estudios NTP confirmó que había "evidencia clara de actividad cancerígena" en ratas macho para schwannomas (es un tipo de tumor de la vaina de los nervios) cardíacos, y "alguna evidencia de actividad cancerígena" para gliomas cerebrales y tumores de glándulas suprarrenales con exposición a radiación de RF modulada por GSM o CDMA [21]. Además, un estudio realizado por el Instituto Ramazzini informó de un aumento significativo de schwannomas cardíacos en ratas macho expuestas 19 horas/día a RFR modulada por GSM de 1800 MHz a una intensidad de campo de 50 V/m, equivalente a un SAR de cuerpo entero de 0,1 W/kg [22]. La incidencia de hiperplasia cardíaca de células de Schwann también aumentó en ese grupo de exposición. Estos hallazgos son consistentes con los resultados del estudio NTP y demuestran que el efecto proliferativo de la RFR modulada en las células de Schwann cardíacas es un hallazgo reproducible que puede ocurrir a dosis muy por debajo del SAR de 4 W/kg en todo el cuerpo.

La ICNIRP [23] rechazó la evidencia de carcinógeno de la RFR que se proporcionó en los estudios del NTP [18] y el Instituto Ramazzini [22] basándose en su crítica anterior de esos estudios [24]. Sin embargo, esa crítica demostró una desafortunada falta de comprensión junto con una tergiversación del diseño, la conducta y la interpretación de los estudios experimentales de carcinogenicidad en modelos animales [25], así como una falta de apreciación de la notable concordancia entre las respuestas tumorales observadas en animales de experimentación con las identificadas en los estudios epidemiológicos del cáncer de usuarios de teléfonos móviles descritos en la Hipótesis # 6. Es probable que ni los efectos del calentamiento ni el estrés térmico fueran causales de los efectos adversos para la salud observados en el estudio NTP [18], ya que no se observó daño tisular en un estudio de 28 días en los mismos SAR, no hubo un efecto significativo sobre el peso corporal durante el estudio de 2 años y no hubo observaciones clínicas relacionadas con la exposición que indicaran estrés térmico o metabólico. Además, un estudio piloto térmico preliminar demostró que

las temperaturas corporales no aumentaron en más de 1°C en los niveles de exposición utilizados en los estudios crónicos [26], y no hay evidencia de que un pequeño cambio en la temperatura corporal asociado con las exposiciones a RFR en el estudio NTP pueda causar los tipos de efectos cancerígenos que se observaron. Los hallazgos similares de RFR modulada por GSM en células de Schwann por el Instituto Ramazzini [22] a SAR de cuerpo entero mucho más bajos confirman que estos efectos son independientes del calentamiento tisular.

Efectos neurológicos

Aunque los límites de exposición de la FCC y la ICNIRP se basan en una supuesta dosis umbral de 4 W/kg debido a la alteración del comportamiento observada a dosis más altas en ratas y monkeys [10, 11], numerosos estudios han demostrado déficits consistentes y reproducibles en el aprendizaje espacial y la memoria en animales de laboratorio expuestos a la radiación de RF a SAR inferiores a 4 W/kg. Ejemplos de exposiciones de estudio que demostraron estos efectos neurológicos incluyeron 900 MHz GSM a 0,41-0,98 W/kg, 2 horas/día durante 4 días en ratones [27];

GSM de 900 MHz a 0,52-1,08 W/kg, 2 horas/día durante 1 mes

en ratas [28]; GSM de 900 MHz a 1,15 W/kg, 1 hora/día para

28 días en ratas [29]; RFR pulsada de 900 MHz a 0,3-0,9 W/kg durante 6 horas/día en ratas desde la concepción hasta el nacimiento y probada a los 30 días de edad [30]; GSM de 900 MHz y UMTS de 1966 MHz

a 0,4 W/kg durante 6 meses en ratas [31]; y 900 MHz de onda continua EMF a 0,016 W/kg 3 h/día durante 28 días en ratas [32]. Los estudios citados anteriormente no son los únicos estudios que muestran estos efectos, pero demuestran claramente que la exposición a RFR a un SAR de 4 W/kg no es una dosis umbral para los efectos neurológicos en roedores. Los efectos de la radiación de RF sobre el aprendizaje espacial y la memoria indican el hipocampo como sitio objetivo de estas exposiciones. Para una lista más completa de los efectos neurológicos de la RFR reportados entre 2007 y 2017, véase Lai [33].

Además, muchos estudios han informado de cambios en las actividades eléctricas cerebrales en sujetos humanos, medidos por electroencefalografía (EEG), incluida la perturbación del sueño por exposiciones únicas a la radiación de RF de los teléfonos celulares. Esto no es sorprendente, ya que el sistema nervioso transmite mensajes basados en señales eléctricas generadas por las células nerviosas. La disminución de la proteína β -traza, que es una enzima clave en la síntesis de una neurohormona promotora del sueño, se ha observado en adultos jóvenes con altas cantidades acumuladas de horas de uso del teléfono móvil [34]. Otro efecto frecuentemente reportado de la radiación de RF es el aumento de la permeabilidad de la barrera hematoencefálica en ratas a SAR mucho más bajos que 4 W/kg, por ejemplo, [32, 35-41]. El estrés oxidativo inducido en el cerebro de animales expuestos a RF-EMF se ha asociado con efectos neurológicos observados [42]. Aunque muchos estudios no observaron cambios significativos en los efectos neurológicos en humanos y varios estudios no observaron un aumento de la permeabilidad en la barrera hematoencefálica en modelos animales [33], las diferencias en la frecuencia de los campos electromagnéticos, la movilidad, la duración de la exposición y la dirección de las ondas incidentes hacia el sujeto expuesto, así como la diferencia en las propiedades dieléctricas y el tamaño y la forma del sujeto expuesto, probablemente explican las diferencias en los efectos observados [43 y 44].

Daño en los espermatozoides

El efecto de la radiación de microondas no ionizante en los testículos (degeneración testicular en ratones) se informó por primera vez hace 60 años [45]. Desde entonces, y con el rápido aumento en el uso de dispositivos emisores de RF-EMF, numerosos estudios han investigado los efectos testiculares de RFR y las asociaciones potenciales con la infertilidad masculina [46-50]. Los estudios en humanos y animales han demostrado que el testículo es uno de los órganos más sensibles a las exposiciones a los campos electromagnéticos de RF, y que mantener un teléfono móvil en los bolsillos del pantalón en modo de

conversación puede afectar los parámetros de fertilidad, por ejemplo, la motilidad de los espermatozoides, el recuento de espermatozoides, la morfología de los espermatozoides y la apoptosis [48, 51]. Los metaanálisis de estudios epidemiológicos publicados sobre el impacto de la radiación de los teléfonos móviles en la calidad del esperma en hombres adultos han encontrado disminuciones significativas en la motilidad de los espermatozoides, la viabilidad de los espermatozoides y/o las concentraciones de espermatozoides que se asociaron con el uso del teléfono móvil [52-55]. Varios factores físicos asociados con las condiciones de exposición pueden afectar el resultado de los estudios en humanos, incluida la profundidad de penetración de la energía, la duración de la llamada, el tipo de tecnología de transmisión, la distancia del dispositivo al cuerpo o los testículos y la densidad de potencia con SAR definido. Por ejemplo, Zilberlicht et al. [56] observaron tasas más altas de Concentraciones anormales de espermatozoides entre los hombres que sostenían sus teléfonos a menos de 50 cm de la ingle.

Los efectos de la RFR sobre los parámetros reproductivos en los seres humanos son consistentes con los resultados de los estudios experimentales en animales y los estudios in vitro. Por ejemplo, la exposición del semen humano a la radiación de 850 MHz de los teléfonos móviles durante 1 hora a un SAR de 1,46 W/kg provocó una disminución significativa de la viabilidad de los espermatozoides que se asoció con un aumento de las especies reactivas de oxígeno (ROS) [50] o un aumento de la fragmentación del ADN de los espermatozoides [57]. La exposición de espermatozoides humanos aislados a campos electromagnéticos de RF de 1,8 GHz redujo significativamente la motilidad de los espermatozoides e indujo la generación de ROS a un SAR de 1,0 W/kg, y aumentó significativamente el daño oxidativo del ADN y la fragmentación del ADN a un SAR de 2,8 W/kg [58].

Algunos ejemplos de los efectos de la RFR sobre los factores de fertilidad masculina en estudios con animales de experimentación a SAR inferiores a 4 W/kg incluyen: una disminución en el recuento de espermatozoides y un aumento en ROS en ratas expuestas a frecuencias de teléfonos móviles 2 h./día, durante 35 días (SAR = 0,9 W/kg) [59]; aumentos en el estrés oxidativo, 8-hidroxi-desoxiguanosina (8-OHdG), y roturas de cadenas de ADN en los testículos de ratas expuestas a 900 MHz (SAR = 0,166 W/kg), 1800 MHz (0,166 W/kg),

o 2100 MHz (0,174 W/kg) 2 horas/día durante 6 meses [60]; un aumento de las ROS, una disminución del recuento de espermatozoides y una morfología alterada de los espermatozoides en ratas expuestas a la radiación de 900 MHz de los teléfonos móviles 3G (SAR = 0,26 W/kg) 2 horas/día durante 45 días [61]; disminución de la calidad del esperma en ratas en las que la exposición local del escroto a 2575-2635 MHz División de tiempo de los teléfonos inteligentes 4G La radiación LTE se produjo durante 1 minuto más de intervalos de 10 minutos 6 horas/día durante 150 días [62]; deterioro del desarrollo testicular a los 35 días de edad en crías macho de ratas preñadas que fueron expuestas a RFR de 2,45 GHz (SAR = 1,75 W/kg) 2 h./día durante todo el embarazo [63]; disminución de la motilidad de los espermatozoides en ratones expuestos a RFR de 905 MHz (SAR = 2,2 W/kg) 12 horas/día durante 5 semanas, y aumento de la formación de ROS y la fragmentación del ADN después de 1 semana de exposición [64]. Aunque también se han reportado estudios negativos, es importante recordar que el resultado de los estudios experimentales puede verse afectado por las diferencias en las condiciones de exposición, incluyendo la frecuencia, la modulación, la polarización, los campos electromagnéticos dispersos, el SAR local, la duración de la exposición y los métodos analíticos [43, 44].

Aunque el mecanismo de los efectos testiculares de la exposición a niveles no térmicos de RFR no se conoce completamente, numerosos estudios en ratas y ratones, y en espermatozoides humanos han encontrado asociaciones entre los efectos negativos sobre los parámetros de fertilidad y el aumento de las ROS y/o el daño al ADN [48, 51, 57, 58, 60, 61, 64-68]. Por lo tanto, es probable que los efectos adversos de la RFR sobre la calidad del esperma se deban en gran parte a la generación inducida de ROS.

Supuesto 2) La radiación de RF es incapaz de causar daño en el ADN de otra manera que no sea por calentamiento; no existe un mecanismo para el daño no térmico del ADN.

En 2009, ICNIRP [16] afirmó que "los fotones de baja energía de la radiación de RF son demasiado débiles para afectar la ionización o causar daños significativos a moléculas biológicas como el ADN, en circunstancias normales". Sin embargo, se han observado daños en el ADN y otros efectos genotóxicos en numerosos estudios de RFR de baja intensidad en modelos animales y en humanos. Por ejemplo, el estudio del NTP encontró aumentos estadísticamente significativos en el daño del ADN en las células cerebrales de ratas y ratones expuestos en comparación con los controles simulados [18, 19, 69], y Akdag et al. [70] encontraron aumentos estadísticamente significativos en el daño del ADN en las células ciliadas del canal auditivo entre hombres de 30 a 60 años que usaron teléfonos móviles durante 10 años durante 0-30 minutos al día. De 30 a 60 min/día, o más de 60/min/día en comparación con las personas que no usaban teléfonos móviles. En este último estudio, la extensión del daño en el ADN aumentó con el aumento de la duración de la exposición diaria. En una revisión de estudios publicados sobre los efectos genéticos de los campos electromagnéticos ELF y RF, Lai [71] enumeró más de 150 estudios en los que las exposiciones no térmicas a RFR produjeron aumentos en el daño del ADN, aberraciones cromosómicas o formación de micronúcleos.

Además, está bien establecido que el daño en el ADN también puede ser causado por procesos indirectos, como la generación de especies reactivas de oxígeno (ROS), y numerosos estudios han demostrado daños en el ADN en exposiciones por debajo del umbral putativo SAR de 4 W/kg. Más de 120 estudios publicados han demostrado efectos oxidativos asociados con la exposición a RFR de baja intensidad (Archivo adicional 1: Apéndice 1). Un análisis de estudios experimentales sobre los efectos moleculares de la radiación de RF de baja intensidad (RFR) en sistemas biológicos encontró que la mayoría (93 de 100 estudios) demostraron la inducción de efectos oxidativos [72]. Estudios más recientes (de 2017) revelaron que las 30 publicaciones relevantes (100%) detectaron efectos oxidativos significativos bajo exposiciones a RFR de baja intensidad, y la mayoría de estos estudios utilizaron RFR modulada de dispositivos de comunicación inalámbrica.

El aumento de la producción de ROS en las células vivas puede ser causado por campos magnéticos débiles que alteran las tasas de recombinación de pares de radicales de vida corta generados por procesos metabólicos normales que conducen a cambios en las concentraciones de radicales libres [73], o por campos electromagnéticos de baja intensidad de frecuencia extremadamente baja (ELF) que resultan en alteraciones en los canales iónicos dependientes de voltaje en las membranas celulares que causan cambios en el flujo catiónico a través de las membranas [74]. Estos mecanismos se aplican tanto a los campos electromagnéticos ELF como a las RFR moduladas por campos pulsados a frecuencias extremadamente bajas. Otros mecanismos biofísicos por los cuales los campos electromagnéticos de RF no térmicos pueden ser descritos Se han descrito efectos biológicos a través de interacciones con procesos celulares normales [75].

El aumento de la actividad de la NADH oxidasa es otro mecanismo mediante el cual la RFR puede aumentar la producción de ROS. Las NADH oxidasas, que son enzimas asociadas a la membrana que catalizan la reducción de un electrón de oxígeno a radical superóxido utilizando NADH como donante de electrones, se han identificado como mediadores primarios de las interacciones RFR en sistemas celulares [76]. Se midió un aumento significativo (3 veces) en la actividad de la NADH oxidasa en membranas plasmáticas purificadas de células HeLa expuestas a 875 MHz durante 5 o 10 min a una densidad de potencia de 200 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Esta intensidad de exposición es significativamente más baja que el límite de seguridad de la ICNIRP [5].

La principal fuente de ROS en las células vivas es la cadena de transporte de electrones

mitocondrial, donde la fuga de electrones genera radicales superóxido debido a la reducción parcial del oxígeno [77]. Se detectó un efecto dependiente de la dosis de la exposición a RFR modulada a 1,8 GHz (SAR = 0,15 y 1,5 W/kg) sobre la producción de ROS mitocondriales en células germinales espermatogoniales de ratón [65]. La exposición de embriones de codorniz a RFR modulada de intensidad extremadamente baja (GSM 900 o 1800 MHz, 0,25 o 0,32 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$) durante los primeros días de la embriogénesis dio lugar a una sobreproducción robusta de radicales superóxido y óxido de nitrógeno en las mitocondrias de las células embrionarias [78, 79]. Por lo tanto, se han demostrado múltiples mecanismos para el aumento de la producción de ROS por radiación de RF de baja intensidad.

Se han publicado numerosos estudios sobre los efectos mutagénicos de los campos electromagnéticos de RF de baja intensidad, especialmente estudios que identificaron aumentos en los niveles de un marcador específico de daño oxidativo en el ADN y un factor de riesgo para el cáncer, la 8-hidroxi-2'-desoxiguanosina (8-OHdG) [58, 60, 78-84]. Por ejemplo, el nivel de 8-OHdG en los espermatozoides humanos aumentó significativamente después de la exposición *in vitro* durante 16 horas a

1,8 GHz a un nivel de potencia de 2,8 W/kg y correlacionado con los niveles de generación de ROS [58]. Del mismo modo, la exposición de embriones de codorniz *in ovo* a 900 MHz modulados por GSM de 0,25 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ durante 1,5, 5 o 10 días fue suficiente para producir un aumento significativo, dos o tres veces, en los niveles de 8-OHdG en las células embrionarias [79]. Las muestras de sangre del cordón umbilical y tejido de placenta obtenidas después del parto de mujeres que usaron teléfonos móviles durante el embarazo tenían niveles significativamente más altos de parámetros de estrés oxidativo, incluidos 8-OHdG y malondialdehído, en comparación con la sangre del cordón umbilical y el tejido placentario de mujeres que no usaron teléfonos móviles durante el embarazo [85]. Además, el daño del ADN, analizado por el ensayo del cometa, aumentó significativamente en los linfocitos de sangre de cordón umbilical obtenidos de mujeres que usaron teléfonos móviles durante el embarazo en comparación con los linfocitos de sangre de cordón umbilical obtenidos de mujeres que no usaron teléfonos móviles.

Dado que la radiación de RF de baja intensidad no tiene suficiente energía para ionizar las moléculas de ADN, y que se ha documentado de forma fiable el aumento de la producción de ROS en las células vivas debido a la exposición a los campos electromagnéticos de RF, un efecto indirecto de este tipo de radiación es la formación de daño oxidativo en el ADN. La forma más agresiva de ROS que puede causar daño oxidativo en el ADN es el radical hidroxilo; esta especie de oxígeno reactivo puede generarse a partir de radicales superóxido y peróxido de hidrógeno [86], que pueden producirse en células vivas expuestas a radiaciones de RF de baja intensidad. La radiación ultravioleta (UVR, que abarca los rayos UVA, UVB y UVC), que está clasificada por la IARC como "cancerígena para los seres humanos"), también puede causar daños indirectos en el ADN al generar ROS [87]. Por lo tanto, tanto la RFR como la UVR, que pueden inducir de manera similar daño oxidativo en el ADN, pueden aumentar el riesgo de cáncer por un mecanismo similar.

El aumento de la producción de ROS y el agotamiento de la capacidad antioxidante en las células vivas expuestas a la radiación de RF de baja intensidad pueden provocar daños oxidativos en el ADN. La inducción del estrés oxidativo, que es una característica clave de muchos carcinógenos humanos [88], incluidos los rayos UV y el amianto, también puede conducir a la genotoxicidad y carcinogenicidad de la radiación de RF no ionizante sin causar daños directos en el ADN.

Hipótesis 3) *De dos a siete exposiciones a la radiación de RF durante un periodo de hasta 1 hora son suficientes para excluir los efectos adversos de cualquier duración de la exposición, incluidas las exposiciones crónicas.*

Los estudios de comportamiento en 8 ratas macho y 5 machos que sirvieron de base para los

límites de exposición a la radiación de RF adoptados por la FCC y la ICNIRP implicaron de 2 a 7 sesiones de exposición de 40 minutos de duración para ratas [10] y 3 sesiones de exposición de 60 minutos de duración para monos a cada densidad de potencia [11]. El apoyo adicional para el umbral SAR de 4 W/kg en el rango de frecuencias de 100 kHz a 6 GHz provino de estudios de comportamiento realizados en ratas y monos por D'Andrea et al. [89, 90]. Sin embargo, D'Andrea et al. [91, 92] también informaron que la exposición de las ratas a una RFR de onda continua de 2450 MHz durante 14 o 16 semanas causó diferencias significativas en la actividad conductual entre las ratas expuestas a la simulación y las ratas expuestas a RFR a SAR promedio de 0,7 W/kg y a 1,23 W/kg, lo que indica que 4 W/kg no es un SAR umbral con duraciones de exposición prolongadas. Desde entonces, muchos estudios han demostrado que las respuestas a la RFR no térmica dependen tanto de la intensidad como de la duración de la exposición [93]. Es importante destacar que se observó la misma respuesta con una intensidad de exposición más baja pero una duración de exposición prolongada que con una intensidad de exposición más alta y una duración más corta [94].

Reconociendo que los límites de exposición no abordan los posibles efectos sobre la salud después de exposiciones prolongadas a la radiación de RF emitida por los dispositivos inalámbricos que las personas están experimentando, la FDA [17] nominó la radiación de RF al NTP para estudios de toxicología crónica y carcinogenicidad debido a la preocupación de que "las pautas de exposición existentes se basan en la protección contra lesiones agudas por efectos térmicos de la exposición a RFR, y pueden no proteger contra ningún efecto no térmico de exposiciones crónicas". Los efectos adversos para la salud señalados en la Hipótesis #1, incluyendo la miocardiopatía, la carcinogenicidad, el daño a los espermatozoides y los efectos neurológicos, así como los estudios epidemiológicos en humanos que se describirán en la Hipótesis #6, ocurrieron con exposiciones mucho más prolongadas a la radiación de RF que las duraciones de exposición utilizadas en los estudios agudos en ratas [10] y monos [11]. En consecuencia, los estudios de exposición conductual aguda que sirvieron de base para los límites de exposición a la radiación de RF establecidos por la FCC y la ICNIRP son inadecuados para identificar y caracterizar los efectos adversos de la radiación de RF después de una exposición más larga. Ni los límites de exposición establecidos en la década de 1990 por la FCC [4] o por la ICNIRP [9], ni los reafirmados más recientemente por estos grupos [3, 5] abordan los riesgos para la salud asociados con la exposición a largo plazo a la radiación de RF.

Hipótesis 4) *No se producirían efectos adicionales de la radiación de RF con la exposición a otros agentes ambientales.*

Los límites actuales de exposición de la FCC/ICNIRP no tienen en cuenta los efectos interactivos de la radiación de RF con otros agentes ambientales, a pesar de que dichos efectos han sido documentados. Las interacciones de la radiación de RF con otros agentes pueden dar lugar a efectos antagónicos o sinérgicos, es decir, efectos que son mayores que la suma de cada agente por separado.

En la evaluación de la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) sobre la carcinogenicidad de los campos electromagnéticos de RF [44], el grupo de trabajo de expertos señaló que 4 de los 6 estudios de carcinogénesis disponibles en ese momento mostraron un aumento de las respuestas con la exposición a los campos electromagnéticos de radiofrecuencia. Uno de esos estudios informó de los efectos cancerígenos de la radiación de RF modulada por UMTS a 4,8 W/m² en el hígado y el pulmón de ratones que habían sido tratados con el carcinógeno etilnitrosourea (ENU) en el útero [95]; la incidencia de cánceres de hígado y pulmón aumentó en los ratones expuestos

a ENU más radiación de RF en comparación con los controles en jaulas, controles simulados y ENU solos. Después de la evaluación de la IARC, Lerchl et al. [96] replicaron el diseño experimental de Tillmann et al. [95] exponiendo ratones a RF-EMF a niveles de SAR de cuerpo entero de 0 (simulado), 0,04, 0,4 y 2 W/kg. Se observaron aumentos significativos en los adenomas de pulmón y/o carcinomas de hígado en todos los niveles de exposición. Lerchl et al. [96] concluyeron que sus "hallazgos son una indicación muy clara de que los efectos promotores de tumores

de la exposición a los campos electromagnéticos de RF a lo largo de toda la vida puede ocurrir a niveles supuestamente demasiado bajos para causar efectos térmicos". Por lo tanto, se ha demostrado la reproducibilidad de los efectos promotores tumorales de la RFR a niveles de exposición no térmica. Otros ejemplos de efectos sinérgicos reportados incluyen los siguientes resultados del estudio. Se observaron efectos sinérgicos sobre el daño a los linfocitos humanos con la coexposición a RFR (RFR de 1,8 GHz, SAR 3 W/kg) y 2 mutágenos diferentes, a saber, mitomicina C o 4-nitro-quinolina-1-óxido [97], o con la coexposición a la luz ultravioleta (UVC) [98]. Se encontró un efecto sinérgico sobre el daño del ADN en células sanguíneas humanas expuestas a

radiación de 2450 MHz (5 mW/cm²) y luego se expone a mitomicina C [99]. Se observó un efecto potenciador sobre el daño del ADN en células cultivadas de mamíferos expuestas a RF-EMF de 835 MHz modulada por CDMA (SAR = 4 W/kg) y a los clentógenos ciclofosfamida o 4-nitro-quinolina-1-óxido [100]. La expresión génica se alteró en células neuronales y gliales de ratas pretratadas con lipopolisacárido, un agente neuro inflamatorio, y luego expuestas a radiación modulada GSM de 1800 MHz (SAR = 3,22 W/kg) durante 2 horas. En ratas pretratadas con picrotoxina, una sustancia química que induce convulsiones, la exposición a la radiación de RF modulada por GSM de 900 MHz modulada por pulsos de los teléfonos móviles aumentó los cambios regionales en la actividad cerebral y la expresión de c-Fos [102, 103].

Los límites de exposición basados únicamente en la exposición a la radiación de RF darán lugar a una subestimación del verdadero riesgo y a una protección inadecuada de la salud humana en condiciones en las que las exposiciones conjuntas a otros agentes tóxicos provoquen efectos adversos sinérgicos [104].

B. Factores que afectan a la dosimetría

Hipótesis 5) *Los efectos sobre la salud dependen únicamente del valor de SAR promediado en el tiempo; las modulaciones de las ondas portadoras, la frecuencia o las pulsaciones no importan, excepto en la medida en que influyen en el SAR.*

Los límites de exposición de la FCC y la ICNIRP a RFR se basan en SAR para frecuencias de hasta 6 GHz y en densidades de potencia para frecuencias entre 6 GHz y 300 GHz promediadas en intervalos de 6 minutos o 30 minutos para áreas locales y exposiciones de cuerpo entero [3, 5]. Sin embargo, la dosimetría promediada en el tiempo no capta las características únicas de la RFR modulada o pulsada. Por ejemplo, la modulación GSM puede implicar hasta 8 canales de voz con una duración de 0,577 mseg para cada canal. Por lo tanto, la exposición de la modulación GSM puede ser 8 veces mayor durante cada pulso de intervalo de tiempo en comparación con la exposición a una onda continua en SAR equivalentes promediados en el tiempo. Además, como se señaló en el supuesto #14, los pulsos repetitivos de datos en ráfagas con exposiciones cortas a 5G pueden causar para frecuencias de hasta 30 GHz y 400 W/m

El tipo de expresión génica de *p53* en la zona periférica del astrocitoma grado IV se asoció con el uso de teléfonos móviles durante ≥ 3 horas al día. El aumento de esta mutación se correlacionó

significativamente con un menor tiempo de supervivencia global [121].

En el caso del neuroma acústico, el riesgo aumentó significativamente con la exposición acumulada y el uso ipsilateral en 2,7 veces. Para los metanálisis de estos estudios publicados se utilizó un modelo de efectos aleatorios, que se basó en una prueba de heterogeneidad. El volumen tumoral del neuroma acústico aumentó por cada 100 horas de uso acumulado de teléfonos inalámbricos en el estudio sueco y años de latencia, lo que indica la promoción tumoral [115].

Otros estudios de casos y controles sobre el uso de teléfonos móviles también informaron un mayor riesgo de neuroma acústico [122-124]. Esos estudios no se incluyeron en el metanálisis porque no se proporcionaron datos sobre el uso acumulado de teléfonos móviles con números de casos y controles, o porque había otras deficiencias. También cabe destacar que los riesgos tumorales aumentaron en los subgrupos del estudio Interphone; por ejemplo, hubo un aumento de casi 2 veces en el riesgo de neuroma acústico para el uso de ≥ 10 años e ipsilateral entre los países del norte de Europa que participaron en el estudio Interphone [125].

Se ha afirmado que las asociaciones entre los aumentos en el riesgo de cáncer cerebral y la exposición a la radiación de RF de los teléfonos celulares en los estudios de casos y controles publicados pueden atribuirse a sesgos de recuerdo y/o selección [5, 109]. Sin embargo, un nuevo análisis de los datos canadienses que se incluyeron en el estudio Interphone mostró que no hubo ningún efecto sobre el riesgo de glioma después de que se realizaron ajustes por sesgos de selección y recuerdo [126]. Los odds ratios (OR) para el glioma aumentaron significativamente y en una medida similar cuando se comparó el cuartil más alto de uso con aquellos que no eran usuarios habituales, independientemente de que se hicieran o no ajustes por sesgos. Además, Hardell

Tabla 1 Odds ratios (OR) con intervalo de confianza (IC) del 95% para glioma y neuroma acústico en estudios de casos y controles en la categoría más alta para el uso acumulado de teléfonos móviles en horas^a

	Glioma				Neuroma acústico			
	Todo		Ipsilate		Todo		Ipsilate	
	O	IC del	O	IC del	O	IC del	O	IC del
Interfono [117, 119] Uso acumulado ≥ 1640	1.40	1.03–1.89	1.96	1.22–3.16	1.32	0.88–1.97	2.33	1.23–4.40
Coureau et al. [118] utilizan	2.89	1.41–5.93	2.11	0.73–6.08				
Hardell et al. [115, 116]	2.13	1.61–2.82	3.11	2.18–4.44	2.40	1.39–4.16	3.18	1.65–6.12
Meta-análisis Uso acumulado más prolongado	1.90	1.31–2.76	2.54	1.83–3.52	1.73	0.96–3.09	2.71	1.72–4.28

^a Nota Hardell et al. [115, 116] también evaluaron el uso de teléfonos inalámbricos

y Carlberg [116] mostró que el riesgo de glioma con el uso del teléfono móvil aumentó significativamente incluso en comparación con el riesgo de meningioma. Debido a que el riesgo de meningioma no aumentó significativamente, esta respuesta tumoral no se pudo atribuir al sesgo de recuerdo. Claramente, los sesgos de selección y recuerdo no explican el elevado riesgo de tumor cerebral asociado con el uso de teléfonos móviles. Por lo tanto, la evidencia epidemiológica contradice las opiniones de la FCC y la ICNIRP sobre el riesgo de tumores cerebrales por radiación de radiofrecuencia.

También hay que tener en cuenta que la glándula tiroides es un órgano diana para la RFR de los

smartphones. Un estudio de casos y controles sobre el uso de teléfonos móviles sugirió un mayor riesgo de microcarcinoma de tiroides asociado con el uso prolongado de teléfonos celulares [127]. El ADN linfocitario periférico obtenido de casos y controles se utilizó para estudiar las interacciones genotipo-ambiente. El estudio mostró que varias variantes genéticas basadas en polimorfismos de un solo nucleótido (SNP) aumentaban el riesgo de cáncer de tiroides con el uso del teléfono móvil [128]. También se ha informado de un aumento de la incidencia del cáncer de tiroides en los países nórdicos, especialmente en las últimas dos décadas [129, 130]. Además, un estudio reciente de casos y controles encontró aumentos significativos en el riesgo de cáncer de mama entre las mujeres taiwanesas en función del uso de teléfonos inteligentes y la distancia entre el seno y la ubicación de su teléfono inteligente [131].

c. Variaciones individuales en la exposición y sensibilidad a los campos electromagnéticos de RF

Supuesto 7) *No hay diferencias entre los indicios individuales, incluidos los niños, en la absorción de RF-EMF y la susceptibilidad a esta radiación.*

Las diferencias entre niños y adultos con respecto a la absorción de campos electromagnéticos de radiofrecuencia cuando los teléfonos móviles se operan cerca de la cabeza han sido demostradas y ampliamente documentadas [132-137]. Los principales factores que explican estas tasas de absorción disímiles incluyen diferencias en la anatomía, las propiedades dieléctricas de los tejidos y la fisiología. A través de simulaciones en el dominio del tiempo de diferencias finitas (FDTD), empleando modelos antropomórficos computacionales detallados, es posible encontrar diferencias relacionadas con la anatomía y las dimensiones de la cabeza.

picos de temperatura en la piel [105]. El impacto de la radiación pulsada en las actividades biológicas a nivel molecular o celular no se tiene en cuenta con la dosimetría promediada en el tiempo.

Otra cuestión que no aborda la dosimetría promediada en el tiempo es la importancia de las modulaciones de baja frecuencia en los sistemas biológicos. Como se discutió en el supuesto # 2, se ha demostrado un aumento de la producción de ROS en células vivas y daños en el ADN con la exposición a modulaciones de baja frecuencia de ondas portadoras de radiofrecuencia [106]. Los límites de exposición basados en la dosimetría de SAR promediada en el tiempo o en la densidad de potencia, sin tener en cuenta el impacto de las modulaciones de amplitud o frecuencia, no abordan adecuadamente los posibles efectos sobre la salud de las exposiciones a la RFR en el mundo real. Existe una amplia evidencia de que varios efectos de la exposición a RFR dependen de los movimientos, la frecuencia o las pulsaciones de las ondas portadoras [43, 107, 108]. A diferencia de la ICNIRP/FCC, la monografía de la IARC sobre la carcinogenicidad de la RFR señaló que los efectos de la RFR pueden verse influenciados por características de exposición como la duración de la exposición, la frecuencia portadora, el tipo de modulación, la polarización, la intermitencia de la exposición y los campos electromagnéticos de fondo [44].

d. Riesgo de tumor cerebral humano

Supuesto 6) *Los múltiples estudios en humanos que encuentran asociaciones entre la exposición a la radiación de RF de los teléfonos celulares y el aumento en el riesgo de tumores cerebrales son defectuosos debido a los sesgos en los estudios de casos y controles publicados, y porque las tasas de cáncer cerebral se han mantenido estables desde el momento en que se generalizó el uso de dispositivos de comunicación inalámbrica.*

Aunque se ha afirmado que "los límites actuales para los teléfonos celulares son aceptables para

proteger la salud pública" porque "incluso con el uso diario frecuente por parte de la gran mayoría de los adultos, no hemos visto un aumento en eventos como los tumores cerebrales" [109], la base de datos SEER (Surveillance, Epidemiology, and End Results Program) muestra una disminución anual del 0,3% para todos los tumores cerebrales. pero un aumento del 0,3 % anual para el glioblastoma en los EE. UU. entre 2000 y 2018 (<https://seer.cancer.gov/explore/>). Lo más preocupante fue que el aumento anual del glioblastoma fue del 2,7% anual para las personas menores de 20 años. Además, Zada et al. [110] informaron que la incidencia de glioblastoma multiforme (GBM) en el lóbulo frontal, el lóbulo temporal y el cerebelo aumentó en los EE. UU. entre 1992 y 2006, y Philips et al. [111] también informaron de un aumento estadísticamente significativo de la incidencia de GBM en los lóbulos frontal y temporal del cerebro en el Reino Unido durante 1995-2015. En Suecia, las tasas de tumores cerebrales en el Registro Nacional de Pacientes Hospitalizados de Suecia y en el Registro Sueco de Cáncer aumentaron de 1998 a 1998.

2015 [112]. Además, hay que tener en cuenta que la exposición a la temperatura, el uso del lado de la cabeza y la latencia para la formación de tumores a partir de la RFR no se recogen plenamente en los registros nacionales del cáncer. Por lo tanto, la afirmación de que las tendencias en las tasas de incidencia de cáncer cerebral no han aumentado desde que se introdujeron los teléfonos móviles es errónea y engañosa. La especificidad del efecto debe tenerse en cuenta en estos análisis de tendencias.

Los estudios de casos y controles, que utilizan métodos científicos sólidos, han encontrado sistemáticamente un aumento de los riesgos con el uso intensivo y prolongado de teléfonos móviles para los tumores cerebrales del tipo glioma y el neuroma acústico. Esta asociación fue evaluada en la IARC en 2011 por 30 participantes expertos que concluyeron que la radiación de radiofrecuencia (RF) es un carcinógeno humano "posible" [44]. Por el contrario, el muy citado estudio de cohorte danés sobre "usuarios de teléfonos móviles" [113] fue descartado por la IARC debido a graves deficiencias metodológicas en el diseño del estudio, incluidas las clasificaciones erróneas de la exposición [44, 114].

Los resultados de los metaanálisis del riesgo de glioma y el neuroma acústico de los estudios suecos de casos y controles realizados por Hardell y colaboradores [115, 116], el estudio Interphone de 13 países [117] y el estudio francés de Coureau et al. [118] se muestran en la Tabla 1 como odds ratios (OR) con intervalos de confianza del 95%. Para el glioma en cualquier lugar de la cabeza, se encontró un aumento estadísticamente significativo de casi el doble, mientras que para el uso del teléfono móvil ipsilateral (tumor y uso del teléfono en el mismo lado de la cabeza) el riesgo aumentó en 2,5 veces. Estas OR se basan en los grupos de cada estudio con la categoría más alta de tiempo de llamada acumulado, que fueron ≥ 1640 horas en el estudio Interphone [117, 119] y los estudios suecos [115, 116], y ≥ 896 horas en el estudio de Coureau et al. [118]. La disminución de la supervivencia entre los casos de glioma, especialmente el astrocitoma grado IV, se asoció con el uso acumulado a largo plazo y alto de teléfonos inalámbricos [120]. Mayor riesgo para el mutante Fernández et al. [136] estimaron que la radiación del teléfono celular psSAR en el hipocampo fue 30 veces mayor en niños en comparación con los adultos, mientras que el psSAR en los ojos fue 5 veces mayor en los niños; estas diferencias se debieron en gran medida a la mayor proximidad a las antenas de los teléfonos celulares. Las dimensiones más delgadas de los cráneos de los niños también contribuyen a esta diferencia [135], lo que resulta en un psSAR alrededor de 2 veces mayor en los cerebros de los niños [134-137, 139] en comparación con los adultos.

Además, los tejidos de los mamíferos jóvenes tienen una conductividad y permitividad eléctrica más altas que los de los animales maduros [140]. Esto también contribuye a una mayor penetración y absorción de los campos electromagnéticos, lo que resulta en un mayor aumento del psSAR. Se estimó que el psSAR en la médula ósea del cráneo de los niños aumentó 10 veces debido a una mayor conductividad en este tejido [137]. La distancia entre el dispositivo móvil y los tejidos corporales es importante en la caracterización de la dosimetría de tejidos.

La Agencia Nacional ANFR de Francia publicó recientemente los datos de las pruebas SAR de teléfonos celulares para 450 teléfonos celulares. Los pSAR de diez gramos aumentaron entre un 10 y un 30% por cada milímetro de colocación proximal del teléfono celular en el fantasma del cuerpo plano (<http://data.anfr.fr/explore/dataset/das-telephonie-mobile/?disjunctive.marque&disjunctive.modele&sort=marque>).

Por último, es importante señalar que las simulaciones de dosimetría de tejido consideran solo los parámetros físicos de los tejidos; No tienen en cuenta los procesos biológicos que ocurren en los tejidos vivos. Mientras los niños crecen, los órganos en desarrollo y los sistemas multiorgánicos son más susceptibles a los efectos adversos de los agentes ambientales; Las simulaciones de diferencias finitas en el dominio del tiempo (FDTD, por sus siglas en inglés) no abordan las diferencias en la susceptibilidad de órganos o sistemas a las exposiciones que ocurren durante el desarrollo infantil.

Supuesto 8) *No hay diferencias entre los individuos en cuanto a su sensibilidad a los efectos sobre la salud inducidos por la radiación de RF.*

Toda la vida es "electrosensible" hasta cierto punto, ya que los procesos fisiológicos dependen de interacciones electromagnéticas tanto sutiles como sustanciales en todos los niveles, desde el molecular hasta el La EHS es una respuesta física multisistémica caracterizada por la conciencia y/o los síntomas desencadenados por la exposición a los campos electromagnéticos. Los síntomas comunes incluyen (pero no se limitan a) dolores de cabeza, mareos, trastornos del sueño, palpitaciones cardíacas, tinnitus, erupciones cutáneas, trastornos visuales, trastornos sensoriales y trastornos del estado de ánimo [152, 153]. Estos síntomas se informan en respuesta incluso a campos electromagnéticos de intensidad extremadamente baja (órdenes de magnitud por debajo de los niveles de seguridad actuales) de múltiples tipos (en términos de frecuencia, intensidad y formas de onda). Los desencadenantes comúnmente observados de los síntomas frecuentes y persistentes de EHS son las emisiones de RF moduladas por pulsos, moduladas a frecuencias extremadamente bajas. Entre las fuentes de activación más comunes se encuentran los teléfonos móviles, las líneas fijas inalámbricas DECT, los ordenadores habilitados para Wi-Fi/Bluetooth, los routers Wi-Fi, los contadores inteligentes, las antenas de las estaciones base y los artículos eléctricos domésticos. Se ha descubierto que evitar/mitigar los campos electromagnéticos es la forma más eficaz de reducir los síntomas [154].

Las directrices para el diagnóstico y el tratamiento de la EHS también han sido revisadas por pares y coinciden en que el pilar del tratamiento médico es evitar los campos electromagnéticos antropogénicos [152, 155, 156]. También se publican historias clínicas que detallan las presentaciones clínicas, las mediciones y la mitigación de los CEM [157], y se siguen explorando biomarcadores, incluidos marcadores elevados de estrés oxidativo, marcadores inflamatorios y cambios en el flujo sanguíneo cerebral [152].

Se ha demostrado que la EHS es una respuesta física en condiciones de cegamiento [145, 151, 158, 159] y, además de estos estudios, se han observado cambios agudos inducidos por campos electromagnéticos en las reacciones cognitivas, conductuales y fisiológicas en estudios con animales [27, 30, 160-172]; además de otras referencias en el Supuesto 13), que no pueden estar sesgadas por temores cultivados por los medios de comunicación. Estos estudios proporcionan evidencia adicional que invalida la respuesta nocebo (síntomas físicos inducidos por el miedo) como causal de los síntomas.

No se debe esperar que todos los estudios de provocación demuestren de manera confiable las reacciones adversas; sin embargo, las sugerencias de que la respuesta nocebo puede causar síntomas de EHS se afirmaron a partir de estudios de provocación que no demostraron una relación entre la exposición a los campos electromagnéticos y los síntomas reportados [173]. Los fracasos de estos

estudios son explicables dada la deficiente metodología en la mayoría de ellos. No se tuvo en cuenta una multitud de factores esenciales que deben ser tenidos en cuenta por el individuo, como el inicio y la compensación variables de los síntomas, la necesidad de períodos de lavado adecuados, la especificidad de las frecuencias e intensidades de activación, la necesidad de una higiene completa de los campos electromagnéticos durante exposiciones simuladas, la necesidad de exposiciones similares a las de la vida (por ejemplo, ondas portadoras de información moduladas por pulsos), etc. Por ejemplo, se ha demostrado que varios canales de frecuencia de GSM/

sistémico. Las respuestas a múltiples tipos de exposición electromagnética revelan que existe un rango mucho más amplio de sensibilidad a los campos electromagnéticos de lo que se suponía anteriormente, y que existen subgrupos de sujetos extremadamente hipersensibles [141-151]. Dados los efectos adversos para la salud señalados en el Supuesto #1, incluyendo la miocardiopatía, la carcinogenicidad y los efectos neurológicos, los síntomas agudos y conscientes que se manifiestan en algunos individuos no deberían ser inesperados. El término que se utiliza actualmente y con mayor frecuencia en la profesión médica para describir a las personas que son aguda y sintomáticamente sensibles a la exposición a la radiación no ionizante es la hipersensibilidad electromagnética (EHS).

Los teléfonos móviles UMTS afectan de manera diferente a las mismas células humanas [174-177]. Del mismo modo, se ha demostrado que el EHS depende de la frecuencia [151]. Como se señaló anteriormente, los estudios de provocación significativos deben tener en cuenta múltiples parámetros físicos de exposición, incluida la frecuencia, la modulación, la duración de la exposición y el tiempo después de la exposición [155]; sin embargo, la mayoría de los estudios de provocación que no han logrado establecer una conexión causal entre la exposición a RFR y los síntomas de EHS [173] utilizaron solo una o dos condiciones con exposiciones a corto plazo.

Hay muchos problemas con la respuesta nocebo como causa de EHS, uno de los cuales es también la ausencia del vínculo temporal requerido. Para que la respuesta nocebo sea la causa de EHS, la conciencia y la preocupación por los impactos negativos en la salud de los campos electromagnéticos deben preceder a los síntomas. Pero, en la mayoría de las personas con EHS este no es el caso [178]. A medida que mejore la comunicación pública de riesgos, esto ya no será verificable; sin embargo, esto se ha observado de manera importante en el único momento en que podría haberlo sido: antes de la conciencia generalizada de los daños para la salud de las radiaciones no ionizantes (NIR).

Si bien reconoce que algunos grupos vulnerables pueden ser más susceptibles a los efectos de la exposición al NIR, la ICNIRP [179] reconoció que es posible que sus directrices no se adapten de manera segura a estos subgrupos sensibles:

"Los diferentes grupos de una población pueden tener diferencias en su capacidad para tolerar una exposición particular a la radiación no ionizante (NIR, por sus siglas en inglés). Por ejemplo, los niños, los ancianos y algunas personas con enfermedades crónicas pueden tener una menor tolerancia a una o más formas de exposición a NIR que el resto de la población. En tales circunstancias, puede ser útil o necesario elaborar niveles de directrices separados para los diferentes grupos de la población general, pero puede ser más eficaz ajustar las directrices para la población general a fin de incluir a dichos grupos. Es posible que algunas directrices no proporcionen una protección adecuada a determinadas personas sensibles ni a las personas normales expuestas concomitantemente a otros agentes, lo que puede exacerbar el efecto de la exposición NIR, por ejemplo, las personas con fotosensibilidad".

En 2020, la ICNIRP [23] también señaló que los efectos biológicos no son fácilmente discernibles de los efectos adversos para la salud, y que sus directrices:

2015 [112]. Además, hay que tener en cuenta que la exposición a la temperatura, el uso del lado de la cabeza y la latencia para la formación de tumores a partir de la RFR no se recogen plenamente en los registros nacionales del cáncer. Por lo tanto, la afirmación de que las tendencias en las tasas de incidencia de cáncer cerebral no han aumentado desde que se introdujeron los teléfonos móviles es errónea y engañosa. La especificidad del efecto debe tenerse en cuenta en estos análisis de tendencias.

Los estudios de casos y controles, que utilizan métodos científicos sólidos, han encontrado sistemáticamente un aumento de los riesgos con el uso intensivo y prolongado de teléfonos móviles para los tumores cerebrales del tipo glioma y el neuroma acústico. Esta asociación fue evaluada en la IARC en 2011 por 30 participantes expertos que concluyeron que la radiación de radiofrecuencia (RF) es un carcinógeno humano "posible" [44]. Por el contrario, el muy citado estudio de cohorte danés sobre "usuarios de teléfonos móviles" [113] fue descartado por la IARC debido a graves deficiencias metodológicas en el diseño del estudio, incluidas las clasificaciones erróneas de la exposición [44, 114].

Los resultados de los metaanálisis del riesgo de glioma y el neuroma acústico de los estudios suecos de casos y controles realizados por Hardell y colaboradores [115, 116], el estudio Interphone de 13 países [117] y el estudio francés de Coureau et al. [118] se muestran en la Tabla 1 como odds ratios (OR) con intervalos de confianza del 95%. Para el glioma en cualquier lugar de la cabeza, se encontró un aumento estadísticamente significativo de casi el doble, mientras que para el uso del teléfono móvil ipsilateral (tumor y uso del teléfono en el mismo lado de la cabeza) el riesgo aumentó en 2,5 veces. Estas OR se basan en los grupos de cada estudio con la categoría más alta de tiempo de llamada acumulado, que fueron ≥ 1640 horas en el estudio Interphone [117, 119] y los estudios suecos [115, 116], y ≥ 896 horas en el estudio de Coureau et al. [118]. La disminución de la supervivencia entre los casos de glioma, especialmente el astrocitoma grado IV, se asoció con el uso acumulado a largo plazo y alto de teléfonos inalámbricos [120]. Mayor riesgo para el mutante Fernández et al. [136] estimaron que la radiación del teléfono celular psSAR en el hipocampo fue 30 veces mayor en niños en comparación con los adultos, mientras que el psSAR en los ojos fue 5 veces mayor en los niños; estas diferencias se debieron en gran medida a la mayor proximidad a las antenas de los teléfonos celulares. Las dimensiones más delgadas de los cráneos de los niños también contribuyen a esta diferencia [135], lo que resulta en un psSAR alrededor de 2 veces mayor en los cerebros de los niños [134-137, 139] en comparación con los adultos.

Además, los tejidos de los mamíferos jóvenes tienen una conductividad y permitividad eléctrica más altas que los de los animales maduros [140]. Esto también contribuye a una mayor penetración y absorción de los campos electromagnéticos, lo que resulta en un mayor aumento del psSAR. Se estimó que el psSAR en la médula ósea del cráneo de los niños aumentó 10 veces debido a una mayor conductividad en este tejido [137]. La distancia entre el dispositivo móvil y los tejidos corporales es importante en la caracterización de la dosimetría de tejidos. La Agencia Nacional ANFR de Francia publicó recientemente los datos de las pruebas SAR de teléfonos celulares para 450 teléfonos celulares. Los psSAR de diez gramos aumentaron entre un 10 y un 30% por cada milímetro de colocación proximal del teléfono celular en el fantasma del cuerpo plano (<http://data.anfr.fr/explore/dataset/dastelephoniemobile/?disjunctive.marque&disjunctive.modele&sort=marque>).

Por último, es importante señalar que las simulaciones de dosimetría de tis- sue consideran solo los parámetros físicos de los tejidos; No tienen en cuenta los procesos biológicos que ocurren en los tejidos vivos. Mientras los niños crecen, los órganos en desarrollo y los sistemas multiorgánicos son más susceptibles a los efectos adversos de los agentes ambientales; Las simulaciones de diferencias finitas en el dominio del tiempo (FDTD, por sus siglas en inglés) no abordan las diferencias en la susceptibilidad de órganos o sistemas a las exposiciones que ocurren durante el desarrollo infantil.

Supuesto 8) No hay diferencias entre los individuos en cuanto a su sensibilidad a los efectos sobre la salud inducidos por la radiación de RF.

Toda la vida es "electrosensible" hasta cierto punto, ya que los procesos fisiológicos dependen de interacciones electromagnéticas tanto sutiles como sustanciales en todos los niveles, desde el molecular hasta el La EHS es una respuesta física multisistémica caracterizada por la conciencia y/o los síntomas desencadenados por la exposición a los campos electromagnéticos. Los síntomas comunes incluyen (pero no se limitan a) dolores de cabeza, mareos, trastornos del sueño, palpitaciones cardíacas, tinnitus, erupciones cutáneas, trastornos visuales, trastornos sensoriales y trastornos del estado de ánimo [152, 153]. Estos síntomas se informan en respuesta incluso a campos electromagnéticos de intensidad extremadamente baja (órdenes de magnitud por debajo de los niveles de seguridad actuales) de múltiples tipos (en términos de frecuencia, intensidad y formas de onda). Los desencadenantes comúnmente observados de los síntomas frecuentes y persistentes de EHS son las emisiones de RF moduladas por pulsos, moduladas a frecuencias extremadamente bajas. Entre las fuentes de activación más comunes se encuentran los teléfonos móviles, las líneas fijas inalámbricas DECT, los ordenadores habilitados para Wi-Fi/Bluetooth, los routers Wi-Fi, los contadores inteligentes, las antenas de las estaciones base y los artículos eléctricos domésticos. Se ha descubierto que evitar/mitigar los campos electromagnéticos es la forma más eficaz de reducir los síntomas [154].

Las directrices para el diagnóstico y el tratamiento de la EHS también han sido revisadas por pares y coinciden en que el pilar del tratamiento médico es evitar los campos electromagnéticos antropogénicos [152, 155, 156]. También se publican historias clínicas que detallan las presentaciones clínicas, las mediciones y la mitigación de los CEM [157], y se siguen explorando biomarcadores, incluidos marcadores elevados de estrés oxidativo, marcadores inflamatorios y cambios en el flujo sanguíneo cerebral [152].

Se ha demostrado que la EHS es una respuesta física en condiciones de cegamiento [145, 151, 158, 159] y, además de estos estudios, se han observado cambios agudos inducidos por campos electromagnéticos en las reacciones cognitivas, conductuales y fisiológicas en estudios con animales [27, 30, 160-172]; además de otras referencias en el Supuesto 13), que no pueden estar sesgadas por temores cultivados por los medios de comunicación. Estos estudios proporcionan evidencia adicional que invalida la respuesta nocebo (síntomas físicos inducidos por el miedo) como causal de los síntomas.

No se debe esperar que todos los estudios de provocación demuestren de manera confiable las reacciones adversas; sin embargo, las sugerencias de que la respuesta nocebo puede causar síntomas de EHS se afirmaron a partir de estudios de provocación que no demostraron una relación entre la exposición a los campos electromagnéticos y los síntomas reportados [173]. Los fracasos de estos estudios son explicables dada la deficiente metodología en la mayoría de ellos. No se tuvo en cuenta una multitud de factores esenciales que deben ser tenidos en cuenta por el individuo, como el inicio y la compensación variables de los síntomas, la necesidad de períodos de lavado adecuados, la especificidad de las frecuencias e intensidades de activación, la necesidad de una higiene completa de los campos electromagnéticos durante exposiciones simuladas, la necesidad de exposiciones similares a las de la vida (por ejemplo, ondas portadoras de información moduladas por pulsos), etc. Por ejemplo, se ha demostrado que varios canales de frecuencia de GSM/

sistémico. Las respuestas a múltiples tipos de exposición electromagnética revelan que existe un rango mucho más amplio de sensibilidad a los campos electromagnéticos de lo que se suponía anteriormente, y que existen subgrupos de sujetos extremadamente hipersensibles [141-151]. Dados los efectos adversos para la salud señalados en el Supuesto #1, incluyendo la

miocardiopatía, la carcinogenicidad y los efectos neurológicos, los síntomas agudos y conscientes que se manifiestan en algunos individuos no deberían ser inesperados. El término que se utiliza actualmente y con mayor frecuencia en la profesión médica para describir a las personas que son aguda y sintomáticamente sensibles a la exposición a la radiación no ionizante es la hipersensibilidad electromagnética (EHS).

Los teléfonos móviles UMTS afectan de manera diferente a las mismas células humanas [174-177]. Del mismo modo, se ha demostrado que el EHS depende de la frecuencia [151]. Como se señaló anteriormente, los estudios de provocación significativos deben tener en cuenta múltiples parámetros físicos de exposición, incluida la frecuencia, la modulación, la duración de la exposición y el tiempo después de la exposición [155]; sin embargo, la mayoría de los estudios de provocación que no han logrado establecer una conexión causal entre la exposición a RFR y los síntomas de EHS [173] utilizaron solo una o dos condiciones con exposiciones a corto plazo.

Hay muchos problemas con la respuesta nocebo como causa de EHS, uno de los cuales es también la ausencia del vínculo temporal requerido. Para que la respuesta nocebo sea la causa de EHS, la conciencia y la preocupación por los impactos negativos en la salud de los campos electromagnéticos deben preceder a los síntomas. Pero, en la mayoría de las personas con EHS este no es el caso [178]. A medida que mejore la comunicación pública de riesgos, esto ya no será verificable; sin embargo, esto se ha observado de manera importante en el único momento en que podría haberlo sido: antes de la conciencia generalizada de los daños para la salud de las radiaciones no ionizantes (NIR).

Si bien reconoce que algunos grupos vulnerables pueden ser más susceptibles a los efectos de la exposición al NIR, la ICNIRP [179] reconoció que es posible que sus directrices no se adapten de manera segura a estos subgrupos sensibles:

"Los diferentes grupos de una población pueden tener diferencias en su capacidad para tolerar una exposición particular a la radiación no ionizante (NIR, por sus siglas en inglés). Por ejemplo, los niños, los ancianos y algunas personas con enfermedades crónicas pueden tener una menor tolerancia a una o más formas de exposición a NIR que el resto de la población. En tales circunstancias, puede ser útil o necesario elaborar niveles de directrices separados para los diferentes grupos de la población general, pero puede ser más eficaz ajustar las directrices para la población general a fin de incluir a dichos grupos. Es posible que algunas directrices no proporcionen una protección adecuada a determinadas personas sensibles ni a las personas normales expuestas concomitantemente a otros agentes, lo que puede exacerbar el efecto de la exposición NIR, por ejemplo, las personas con fotosensibilidad".

En 2020, la ICNIRP [23] también señaló que los efectos biológicos no son fácilmente discernibles de los efectos adversos para la salud, y que sus directrices:

"... no están destinados a proteger contra los efectos biológicos como tales (cuando los mecanismos compensatorios están desbordados o agotados), a menos que también haya un efecto adverso para la salud asociado. Sin embargo, no siempre es fácil establecer una distinción clara entre los efectos biológicos y los efectos adversos para la salud, y de hecho esto puede variar dependiendo de la susceptibilidad individual

a situaciones específicas. Un ejemplo son los efectos sensoriales de la exposición a radiaciones no ionizantes en Los conjuntos de datos utilizados por la FCC y la ICNIRP son claramente inadecuados para establecer límites de exposición a RF con una confianza razonable. Los factores de seguridad seleccionados arbitrariamente de 10 para los trabajadores y 50 para la población general por la FCC y la ICNIRP son lamentablemente inadecuados para proteger a las poblaciones expuestas.

Cuando se aplican factores de incertidumbre/seguridad a un valor umbral de exposición a efectos adversos mal representado, el nivel resultante no garantiza la protección de la salud de la población general expuesta a ese agente. Los estudios citados anteriormente [18, 22, 91, 92, 96] muestran que el SAR de todo el cuerpo de 4 W/kg no es un nivel umbral para los efectos adversos causados por la RFR. En un reciente análisis cuantitativo de varios efectos adversos para la salud del estudio NTP, Uche y Naidenko [185] demostraron que el SAR permisible de todo el cuerpo de 0,08 W/kg (basado en una reducción de 50 veces del umbral de SAR supuesto de 4 W/kg) era de 20 a 40 veces mayor que los valores de SAR protectores de la salud derivados de la modelización de dosis de referencia de los datos de NTP para la miocardiopatía (tras la aplicación de factores de seguridad 10 veces mayores para Inter especies e intraespecies variabilidad). Los enfoques utilizados por estos autores son consistentes con las metodologías recomendadas por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos para cuantificar los riesgos para la salud de los agentes ambientales tóxicos y cancerígenos [1, 182]. Por lo tanto, una reducción de 50 veces del umbral supuesto de SAR de todo el cuerpo de 4 W/kg es insuficiente para proteger la salud de la población general de la exposición a la radiación de RF.

Supuesto 10) *Un factor de seguridad 10 veces mayor para la exposición de todo el cuerpo a la radiación de RF es adecuado para proteger a los trabajadores de cualquier riesgo para la salud derivado de la radiación de RF.*

Cuando se implementaron los límites de exposición a RFR en 1997, la justificación dada para la diferencia en los factores de seguridad para la población general (50 veces) y para los trabajadores (10 veces) se "basó en los períodos de exposición de las dos poblaciones, redondeados a un dígito (40 horas de trabajo por semana/168 horas por semana = ~0,2)" [6]. Además de las diferencias en los períodos de exposición entre los trabajadores y la población en general, la ICNIRP racionaliza la idoneidad del factor de seguridad más bajo para los trabajadores porque "las personas expuestas ocupacionalmente pueden considerarse un grupo más homogéneo que la población general", son, "en general, adultos relativamente sanos dentro de un rango de edad limitado" y "las personas expuestas ocupacionalmente deben operar en condiciones controladas y ser informadas sobre los riesgos asociados exposición a radiaciones no ionizantes para su situación específica y cómo reducir estos riesgos" [23]. Por el contrario, "el público en general desconoce, en la mayoría de los casos, su exposición a las radiaciones no ionizantes y, sin educación, no puede razonablemente se espera que tome precauciones para minimizar o evitar cualquier efecto adverso de la exposición".

La suposición de que los trabajadores están capacitados para comprender los riesgos para la salud asociados con la exposición a la RFR y para mitigar esos riesgos en el mayor grado posible no es correcta porque ni la FCC ni las directrices de la ICNIRP reconocen ningún efecto sobre la salud de la RFR a SAR inferiores a 4 W/kg, y los límites de exposición autorizados por la FCC y la ICNIRP no consideran los efectos en la salud de las exposiciones a largo plazo [3, 5]. El único efecto en la salud abordado por la FCC y la ICNIRP es el daño tisular debido al calentamiento excesivo de las exposiciones agudas. Por lo tanto, la reducción de 10 veces del umbral de SAR de todo el cuerpo calculado a partir de estudios de comportamiento agudo en ratas y mon- keys es inadecuada para proteger la salud de los trabajadores expuestos a largo plazo a RFR (ver comentarios en el supuesto #9). No hay datos que demuestren la idoneidad de este factor de seguridad/incertidumbre elegido arbitrariamente para los trabajadores expuestos ocupacionalmente, mientras que, por el contrario, el exceso de riesgos de cáncer se ha asociado con la exposición a los trabajadores de RFR que operan sistemas de radar y comunicación en

Supuesto 11) *La exposición de cualquier gramo de tejido en forma de cubo hasta 1,6 W/kg, o de 10 g de tejido en forma de cubo hasta 2 W/kg (duración no especificada) no aumentará el riesgo de que ese tejido sufra efectos tóxicos o cancerígenos en la población general.*

La dosimetría tisular se analizó en el estudio NTP de la radiación de RF de teléfonos celulares en ratas y ratones [187]. En ratas, las exposiciones de todo el cuerpo durante los ciclos de 10 minutos fueron de 1,5, 3,0 o 6,0 W/kg, y los SAR del cerebro y el corazón variaron de los SAR de todo el cuerpo en aproximadamente un 7% a menos de 2 veces para el cerebro y el corazón, respectivamente. Se necesita una evaluación cuantitativa del riesgo de los datos de incidencia tumoral del NTP para evaluar el riesgo de cáncer específico de órgano. La nominación de la FDA [19] al NTP reconoció la necesidad de "grandes experimentos con animales bien planificados... proporcionar la base para evaluar el riesgo para la salud humana de los dispositivos de comunicaciones inalámbricas". Sin embargo, más de 3 años después de que una revisión externa por pares de los estudios del NTP encontrara "evidencia clara de actividad cancerígena", la FDA [109] ha seguido minimizando la importancia de estos hallazgos y evitando realizar una evaluación cuantitativa del riesgo de los datos tumorales que ellos (la FDA) solicitaron originalmente. A diferencia de la FDA, Uche y Naidenko [185] analizaron los datos del NTP sobre la miocardiopatía mediante un enfoque de dosis de referencia y encontraron que el nivel de riesgo adicional del 10% para este efecto estaba en el rango de un SAR de cuerpo entero de 0,2 a 0,4 W/kg. Por lo tanto, existe un mayor riesgo (superior al 10%) de desarrollar cardio cardiopatía en SAR tisulares locales por debajo de 1,6 o 2,0 W/kg.

determinadas circunstancias, como una sensación de hormigueo resultante de la estimulación de los nervios periféricos por campos eléctricos o magnéticos; magneto fosfenos (sensaciones de parpadeo de la luz en la periferia del campo visual) resultantes de la estimulación de la retina por campos eléctricos inducidos por la exposición a campos magnéticos de baja frecuencia; y la audición por microondas resultante de ondas termo elásticas debidas a la expansión de los tejidos blandos de la cabeza que viajan por conducción ósea hasta el oído interno. Tales percepciones a veces pueden conducir a la incomodidad y la molestia. La ICNIRP no considera que el malestar y la molestia sean efectos adversos para la salud por sí mismos, pero, en algunos casos, la molestia puede provocar efectos adversos para la salud al comprometer el bienestar. Las circunstancias de exposición en las que se producen el malestar y la molestia varían de un individuo a otro".

Trivializar el "malestar", que es el precursor del dolor, no está en consonancia con las recomendaciones de la OMS citadas por el mismo documento de la ICNIRP [23]: "La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social y no simplemente la ausencia de enfermedades o dolencias".

El malestar es una señal de que un organismo está experimentando algo que está comprometiendo la salud óptima y, aunque en algunos casos esto puede ser trivial y reversible, en otros casos puede no revertirse. Existe una gama extremadamente amplia tanto de tolerancia al dolor como de percepción del dolor entre los seres humanos, y para lograr una atención médica preventiva significativa, el "malestar" debe tomarse en serio y mitigarse siempre que sea posible. Esto es especialmente cierto en este caso, en el que se notifican síntomas como dolores de cabeza en respuesta a la exposición a teléfonos móviles, al mismo tiempo que se observa un aumento del riesgo de tumor cerebral a partir de esas mismas exposiciones (véase la hipótesis 6).

En realidad, las personas con EHS informan de una alteración de la salud mucho más grave que de "malestar" o "molestia" y, en algunos casos, estos síntomas son incapacitantes [180, 181]. Cada vez más, los tribunales nacionales de Francia, Suecia y España reconocen cada vez

más el EHS como una discapacidad, lo que amplía la necesidad de directrices de seguridad que se adapten deliberadamente a este grupo más susceptible [180].

E. Factores de seguridad aplicados para los trabajadores de RF-EMF-RF y la población en general

Supuesto 9) *Un factor de seguridad 50 veces mayor para todo el cuerpo*

La exposición a la radiación de RF es adecuada para proteger a la población en general de cualquier riesgo para la salud de la radiación de RF.

Las agencias de salud pública en los EE. UU. y en todo el mundo aplican múltiples factores de incertidumbre a los datos de efectos en la salud para establecer niveles de exposición que se consideran seguros para la gran mayoría de las poblaciones expuestas [182-184]. Aunque se elaboraron directrices para el uso de factores de incertidumbre para los productos químicos, también son pertinentes para otros agentes tóxicos, como la RFR. Los factores de incertidumbre necesarios para los efectos tóxicos de la RFR basados en estudios que demuestran un nivel sin efectos adversos observados (NOAEL) en animales de experimentación incluyen:

- 1) Extrapolación de animal a humano. Cuando los datos se basan en estudios en animales de experimentación, se aplica un factor de 3 a 10 (para las posibles diferencias de especies en la dosimetría y la respuesta de los tejidos), a menos que haya datos convincentes que demuestren una sensibilidad equivalente en animales y seres humanos. Sin embargo, no hay evidencia que demuestre que los seres humanos sean igual o menos sensibles a la RFR que los animales que se utilizaron en estudios a partir de los cuales la FCC y la ICNIRP establecieron límites de exposición.
- 2) Ajuste por variabilidad humana. Un segundo factor de 10 se utiliza para tener en cuenta la variabilidad interindividual en la susceptibilidad (por ejemplo, debido a diferencias en la edad, el sexo, la variación genética, las enfermedades preexistentes) al agente tóxico entre la población general. Se ha reconocido que un factor de 10 para la variabilidad humana es probablemente inadecuado para subpoblaciones sensibles y puede requerir un ajuste adicional.

Extrapolación de estudios a corto plazo a la exposición a lo largo de la vida. Se aplica un factor adicional de 10 a los estudios a corto plazo, como los utilizados para establecer límites de exposición a la radiación de RF, a fin de

- 1) proporcionar protección de por vida contra la exposición crónica. Esto es de particular importancia teniendo en cuenta los periodos notablemente cortos durante los cuales se evaluó originalmente la toxicidad de RFR [10, 11].
- 2) Insuficiencias de la base de datos. Por último, se aplica un factor de incertidumbre de 3 a 10 para la insuficiencia de la base de datos, es decir, para la caracterización incompleta de la toxicidad de un agente. Los estudios conductuales [10, 11] que se utilizaron para establecer los límites de exposición de la FCC y la ICNIRP a la RFR no proporcionan una caracterización completa de los efectos de este tipo de radiación ni identificaron el efecto adverso más sensible de las exposiciones a la RFR.

Basar los límites de exposición a la RFR en los estudios conductuales de ratas y monos [10, 11, 90, 91] requeriría la aplicación de un factor de incertidumbre compuesto de alrededor de 900 a 10.000 para ser coherente con los enfoques utilizados por los organismos de salud pública para establecer límites de exposición protectores para los trabajadores y la población en general. Sobre la base de la magnitud del factor de incertidumbre/seguridad necesario, el

La tasa máxima de absorción específica espacial (psSAR), utilizada por la ICNIRP y la FCC, es una dosimetría inadecuada de la radiación de RF a frecuencias superiores a 1 GHz. El

psSAR se calcula promediando volúmenes cúbicos fijos que contienen una cantidad dada de masa, y supone un material homogéneo con una densidad de masa dada. La recomendación de la ICNIRP es promediar los volúmenes cúbicos que contienen 10 g de tejido (10 g-psSAR), mientras que la recomendación de la FCC es promediar los volúmenes cúbicos que contienen 1 g de tejido (1 g-psSAR). Las recomendaciones actuales limitan el uso de psSAR a frecuencias de hasta 6 GHz [3, 5].

En el Archivo adicional 2: Apéndice 2 se muestra una evaluación de la utilidad de utilizar psSAR como parámetro dosimétrico a diferentes frecuencias que van de 100 MHz a 26 GHz y con tamaños de cubo que van de 10 mg a 10 g. Para los cubos más pequeños y las frecuencias más bajas, el promedio en el cubo no subestima el valor máximo en la superficie del cubo, pero a frecuencias más altas, el psSAR promediado en cubos más grandes puede ser varias veces menor que el psSAR promediado en cubos más pequeños. Por ejemplo, en 2,45 GHz, con un promedio de un cubo de 10 g, subestima en 4 dB (aproximadamente 2,5 veces) el promedio de psSAR en cubos más pequeños, mientras que para 5,8 GHz, el promedio de un cubo de 10 g subestima el psSAR en 12 dB (aproximadamente 16 veces) en comparación con el promedio de un cubo de 10 mg, y en 6 dB (aproximadamente 4 veces) en comparación con el promedio de un cubo de 1 g. Cuando se aumenta la frecuencia, la subestimación del psSAR promediado en cubos más grandes (por ejemplo, 10 g o 1 g) en comparación con cubos más pequeños (por ejemplo, 100 mg y 10 mg) se vuelve más pronunciada. Teniendo en cuenta el cubo de 10 g, la diferencia entre el psSAR para

Los campos electromagnéticos de 5,8 GHz en comparación con los campos electromagnéticos de 0,9 GHz son de alrededor de 7 dB (o aproximadamente 5 veces la subestimación). Estas grandes diferencias se deben a la menor penetración de los campos electromagnéticos a frecuencias más altas. Por lo tanto, las recomendaciones de 10 g-psSAR de la ICNIRP y 1 g-psSAR de la FCC no proporcionan parámetros dosimétricos fiables para evaluar la absorción de campos electromagnéticos por encima de 1 GHz.

El SAR que promedia un cubo de 10 g también es defectuoso para evaluar la carcinogenicidad, ya que es un volumen demasiado grande para centrarse en las células madre y su importante papel en la carcinogénesis. Las células madre humanas eran más sensibles a las exposiciones a RFR de los teléfonos móviles GSM y UMTS que los linfocitos y los fibroblastos [175]. En lugar de una distribución aleatoria de dianas para la carcinogénesis, se necesita una distribución localizada de la SAR en volúmenes más pequeños para caracterizar con mayor precisión las relaciones entre la SAR y la inducción tumoral. Desde el punto de vista de la organización de las células madre, el volumen de las determinaciones de SAR puede ser especialmente importante para establecer límites de seguridad para los niños, ya que la mayoría de las células madre y sus nichos son espacial y temporalmente transitorios durante el desarrollo del cerebro [188].

Supuesto 12) *La exposición de cualquier gramo de tejido en forma de cubo hasta 8 W/kg, o de 10 g de tejido en forma de cubo hasta 10 W/kg (duración no especificada) no aumentará el riesgo de que dicho tejido sufra efectos tóxicos o cancerígenos en los trabajadores.*

Sobre la base de los análisis de dosimetría tisular en el estudio NTP [187], se observaron efectos tóxicos y cancerígenos específicos de órganos en ratas con SAR tisulares locales que eran mucho más bajos que 8 o 10 W/kg [18]. La dosimetría tisular en el estudio NTP y la insuficiencia del SAR local según lo especificado por la ICNIRP y el FCC se describen en el supuesto #9.

F. Exposición ambiental a la radiación de RF

Supuesto 13) *No hay preocupación por los efectos ambientales de la radiación de RF o por los efectos en la vida silvestre o las mascotas domésticas.*

Si bien los niveles de fondo de RF-EMF están aumentando en el medio ambiente, incluidas las áreas rurales remotas [189], ni la FCC ni la ICNIRP tienen en cuenta los efectos de esta radiación en la vida silvestre. El movimiento constante de la mayoría de las especies de vida silvestre dentro y fuera de los diferentes campos electromagnéticos artificiales puede resultar en una alta exposición cerca de las estructuras de comunicación, especialmente para las especies voladoras como aves e insectos. Existe una cantidad sustancial de literatura científica sobre los efectos perturbadores de la RFR en la vida silvestre (por ejemplo, [190-206]).

Muchas especies no humanas utilizan los campos geomagnéticos de la Tierra para actividades como la orientación y la migración estacional, la búsqueda de alimentos, el apareamiento, la construcción de nidos y madrigueras [190]. Por ejemplo, las especies de aves migratorias [191, 192], las abejas melíferas [193], los murciélagos [194], los peces [195-197] y muchas otras especies perciben los campos magnéticos de la Tierra con receptores sensoriales especializados. Los mecanismos probablemente involucrados en la magneto recepción incluyen la inducción magnética de señales eléctricas débiles en receptores sensoriales especializados [198], interacciones magneto mecánicas con la magnetita cristalina a base de hierro [194] y/o interacciones de radicales libres con fotorreceptores criptocromos [191, 192]. Cada uno de estos procesos de detección muestra una sensibilidad extrema a los cambios de baja intensidad en los campos electromagnéticos. Para una descripción más completa de los mecanismos por los cuales las especies no humanas utilizan la magneto recepción para realizar actividades vitales esenciales, véase Levitt et al. [190].

Los siguientes estudios representan algunos de los muchos ejemplos de los efectos perturbadores de las exposiciones de bajo nivel a los campos electromagnéticos de RF sobre la magneto recepción y el comportamiento natural de la vida silvestre. Se ha informado que los campos magnéticos oscilantes interrumpen la capacidad de las aves migratorias para navegar en el campo geomagnético de la Tierra [199-202].

Las currucas de jardín se desorientaban por la exposición a un campo magnético oscilante débil de 1,403 MHz a una intensidad tan baja como 2-3 nT [200]. La orientación de los petirrojos europeos que utilizan el campo magnético de la Tierra para la orientación de la brújula se vio completamente alterada por la exposición al ruido electromagnético en el rango de frecuencia de 50 kHz a 5 MHz o a un ELF modulado por ruido de banda ancha que cubre el rango de ~ 2 kHz a ~ 9 MHz [199, 201]. Se ha demostrado que la RFR en el rango de MHz bajos (7,0 MHz de 480 nT o 1,315 MHz de 15 nT) desactiva la brújula aviar de magneto-recepción siempre que la exposición esté presente [202].

Además de los efectos sobre las aves migratorias, Landler et al. [203] encontraron que la exposición a un campo magnético de bajo nivel (1,43 MHz a una intensidad de 30-52 nT) perturbó la orientación natural de las tortugas juveniles nacidas en tierra. La radiación de RF de 900 MHz modulada por GSM hizo que las hormigas perdieran su memoria visual y olfativa para encontrar comida [166]. Las capacidades de navegación de las truchas se redujeron cuando se criaron en condiciones en las que los campos magnéticos estaban espacialmente distorsionados [204].

Las actividades de las abejas melíferas también se ven interrumpidas por la exposición a la radiación de RF. La radiación de los teléfonos celulares modulada por GSM (900 MHz) causó una reducción en la puesta de huevos por parte de las abejas reinas y el agotamiento de los recuentos de polen y miel de

las colmenas [205]. La radiación de teléfonos celulares modulada por GSM (900 MHz) redujo la eclosión y alteró el desarrollo de la pupa de las larvas de abeja reina de la miel [206].

La falta de consideración de la exposición crónica a la radiación de RF de bajo nivel en la vida silvestre podría tener efectos peligrosamente perturbadores en los ecosistemas frágiles y en el comportamiento y la supervivencia de las especies que han existido durante mucho tiempo en el entorno natural de la Tierra.

g. 5G (inalámbrico de 5.^a generación)

Supuesto 14) *No se necesitan datos sobre los efectos en la salud para las exposiciones al 5G; se supone que la seguridad se debe a que la penetración se limita a la piel ("penetración mínima en el cuerpo").*

Sistema de comunicación inalámbrica de quinta generación (5G)

En estructuras como postes de servicios públicos, se están instalando redes más densas de estaciones base con transmisores y receptores masivos de entrada múltiple/salida múltiple (MIMO) en millones de pequeñas torres celulares. Estas características pueden conducir a una proximidad mucho mayor entre los seres humanos y las antenas emisoras de radiación y, por lo tanto, cambiar las exposiciones máximas y medias individuales a la RFR.

Para una frecuencia 5G de 26 GHz, la absorción de campos electromagnéticos es muy superficial, lo que significa que para la piel humana típica, más del 86% de la potencia incidente se absorbe en el primer milímetro. La profundidad de penetración en la piel se calculó como 1 mm en función de la conductividad eléctrica de la piel y su permitividad eléctrica [5, 207]. Se espera que esto lleve el SAR en este tejido muy por encima de los límites recomendados ([208], y Archivo adicional 2: Apéndice 2).

También se espera que esto sea perjudicial para especies muy pequeñas, como aves y otros animales pequeños (por ejemplo, insectos) [209]. A menudo se afirma que, debido a su poca penetración, la exposición a la radiación 5G de alta frecuencia es segura y que el único efecto es el calentamiento de los tejidos [210]. Sin embargo, este punto de vista ignora la penetración más profunda de los componentes ELF de las señales de RF moduladas, que se clasifican solo sobre la base del calor, así como los efectos de las ráfagas cortas de calor de las señales pulsadas [211, 212]. Dentro del primer 1 mm de piel, las células se dividen para renovar el estrato córneo (una consideración para el cáncer de piel), y las terminaciones nerviosas en la dermis se sitúan dentro de 0,6 mm (párpados) a 3 mm (pies) de la superficie (una consideración para los efectos neurológicos). La luz ultravioleta, que ejerce su acción a una profundidad de penetración inferior a 0,1 mm [213, 214] es una causa reconocida de cáncer de piel [87].

Cuanto mayor sea la frecuencia de las ondas electromagnéticas, más corta será la longitud de onda y menor será la penetración de la energía en las personas o animales expuestos. Por ejemplo, la profundidad de penetración en el cuerpo humano es de unos 8 mm a 6 GHz y de 0,92 mm a 30 GHz [5]. Debido a la profundidad mínima de absorción de energía a frecuencias superiores a 6 GHz, la FCC y la ICNIRP han basado los límites de exposición en la densidad de potencia en lugar de en los niveles de SAR. La Comisión Federal de Comunicaciones (FCC, por sus siglas en inglés) [3] propuso una exposición general a la densidad de potencia localizada

Los TEM se están desplegando en todo el mundo para proporcionar una mayor límite de 4 mW/cm² promediado más de 1 cm² y no exceder

velocidades de transferencia de datos con tiempos de retardo más cortos entre un número masivo de dispositivos inalámbricos conectados. Para proporcionar una transferencia más rápida de grandes cantidades de datos (velocidades de datos máximas de hasta 20 gigabits por segundo), el rango de frecuencia para 5G incluye ondas milimétricas (30 a 300 GHz), además de

30 minutos para servicios 5G de hasta 3000 GHz para la

Los límites de exposición de la ICNIRP [5] para la 5G son una densidad de potencia absorbida de 200 W/m² frecuencias portadoras tan bajas como 600 MHz. y un intervalo de 6 minutos

ondas milimétricas de frecuencia (MMW) que transmiten grandes (0,2 W/cm) con un promedio de más de 4 cm (0,4 mW/ cantidades de datos a los dispositivos de los usuarios se dirigen a cm²) promediado sobre 1 cm² y un intervalo de 6 minutos para haces por transmisión con visibilidad directa con antenas de formación de haces. Debido a que las ondas milimétricas no penetran en estructuras sólidas como materiales de construcción, colinas, follaje, etc., y viajan solo distancias cortas (unos pocos cientos de 30 GHz a 300 GHz).

Debido a su mínima penetración, la exposición a la radiación 5G da como resultado una mayor intensidad de energía en la piel y otras partes del cuerpo expuestas directamente, como los ojos

córnea o cristalino. Sin embargo, la piel, que es el órgano más grande del cuerpo humano, desempeña funciones importantes, como actuar como barrera física e inmunológica protectora contra lesiones mecánicas, infecciones por microorganismos patógenos y la entrada de sustancias tóxicas. Además, los cánceres de piel, incluidos los carcinomas de células basales y los carcinomas de células escamosas, son los cánceres humanos más prevalentes, mientras que los melanomas son altamente metastásicos y su prevalencia está aumentando. Aunque la alta incidencia de cánceres de piel se atribuye en gran medida a la exposición a la luz ultravioleta, no se han reportado estudios sobre los efectos de la radiación 5G en (i) la capacidad de la piel para proporcionar protección contra microorganismos patógenos, (ii) la posible exacerbación de otras enfermedades de la piel, (iii) la promoción de cánceres de piel inducidos por la luz solar, o (iv) el inicio del cáncer de piel por sí mismo. También se carece de información sobre los efectos de la radiación 5G en los sistemas nervioso e inmunológico, que también están expuestos incluso por la penetración menos profunda del MMW.

Otro factor importante es el ancho de banda máximo con radiación 5G, que es de hasta 100 MHz en el rango de frecuencia de 450 MHz a 6 GHz, y de hasta 400 MHz en los rangos de 24 GHz a 52 GHz, en comparación con los tipos anteriores de comunicación móvil donde el ancho de banda está limitado a 20 MHz. Debido a que muchos estudios indicaron efectos de RF no térmicos dependientes de la frecuencia de la RFR de comunicaciones móviles [43, 177] y para los efectos MMW [215, 216], la posibilidad de ventanas de frecuencia efectivas para los efectos biológicos aumentaría con el aumento del ancho de banda de la radiación 5G.

Otra consideración para los efectos de la exposición a 5G en la salud humana es que los pulsos de radiación creados por velocidades de transmisión de datos extremadamente rápidas tienen el potencial de generar ráfagas de energía que pueden viajar mucho más profundo de lo que predicen los modelos convencionales [217, 218]. Neufeld y Kuster [105] demostraron que los pulsos repetitivos de datos en ráfagas con exposiciones cortas a 5G pueden causar picos de temperatura localizados en la piel que conducen a daños permanentes en los tejidos, incluso cuando los valores medios de densidad de potencia estaban dentro de los límites de seguridad aceptables de la ICNIRP. Los autores instaron a establecer nuevas normas de seguridad térmica para hacer frente al tipo de riesgos para la salud posibles con la tecnología 5G:

"La QUINTA generación de tecnología de comunicación inalámbrica (5G) promete facilitar la transmisión a velocidades de datos hasta un factor 100 veces mayor que el 4G. Con ese fin, se emplearán frecuencias más altas (incluidas las bandas de ondas milimétricas), esquemas de modulación de banda ancha y, por lo tanto, señales más rápidas con tiempos de subida y bajada más pronunciados, potencialmente en combinación con el funcionamiento por impulsos para el acceso múltiple en el dominio del tiempo. Los umbrales de las frecuencias por encima de 10 MHz establecidas en las pautas de exposición actuales (ICNIRP 1998, IEEE 2005, 2010) están destinadas a limitar el calentamiento de los tejidos.

Sin embargo, los pulsos cortos pueden provocar importantes oscilaciones de temperatura, que pueden exacerbarse aún más a altas frecuencias (>10 GHz, fundamental para el 5G), donde la poca profundidad de penetración conduce a un intenso calentamiento de la superficie y a un aumento pronunciado y rápido de la temperatura.

Las áreas de incertidumbre y problemas de salud con la radiación 5G incluyen el posible aumento de las tasas de cáncer de piel con (o posiblemente sin) exposición a la luz solar, la exacerbación de las enfermedades de la piel, una mayor susceptibilidad a los microorganismos patógenos, el daño corneal o el desarrollo temprano de cataratas, los efectos testiculares y la posible absorción mejorada de la resonancia debido a las estructuras de la piel [219]. Uno de los complejos desafíos técnicos en relación con la exposición humana a las ondas milimétricas 5G es que no se comprenden bien los patrones de propagación impredecibles que podrían dar lugar a niveles inaceptables de exposición humana a la radiación electromagnética [220]. Aunque los MMW se absorben casi por completo en un radio de 1 a 2 mm en tejidos biológicamente equivalentes, sus efectos pueden penetrar más profundamente en un cuerpo humano vivo, posiblemente afectando a las vías de transducción de señales. Por lo tanto, hay demasiadas incertidumbres sobre la exposición a la 5G como para respaldar una suposición de seguridad sin datos adecuados sobre los efectos en la salud. No existen estudios adecuados sobre los efectos en la salud de las exposiciones a corto o largo plazo a la radiación 5G en modelos animales o en humanos.

Discusión

Para establecer límites de exposición a sustancias tóxicas y cancerígenas basados en la salud, los organismos reguladores suelen basarse en la evidencia científica disponible sobre el agente que se está examinando. A mediados y finales de la década de 1990, cuando la FCC [4] y la ICNIRP [9] establecieron inicialmente límites de exposición para la RFR, las suposiciones predominantes eran que cualquier efecto adverso de la exposición a la RFR se debía al calor excesivo porque la radiación no ionizante no tenía suficiente energía para romper los enlaces químicos o dañar el ADN. Sin embargo, los efectos no térmicos de la RFR se demuestran a partir de estudios que encuentran diferentes efectos con la exposición a ondas continuas frente a ondas pulsadas o moduladas a la misma frecuencia y la misma SAR o densidad de potencia, por ejemplo, [221-226], y de estudios que muestran efectos adversos a intensidades de exposición muy bajas, por ejemplo, [78, 96].

Los estudios de exposición aguda realizados en ratas y monos en la década de 1980 [10, 11] sugirieron que un SAR de 4 W/kg podría ser una dosis umbral para los efectos conductuales. Debido a que este SAR se asoció con un aumento aproximado de la temperatura corporal de 1 °C, se asumió nuevamente que no se producirían efectos adversos para la salud si se producían aumentos en la temperatura central temperatura corporal inferior a 1 °C. A partir de esta supuesta dosis umbral, se aplicó un "factor de seguridad" de 10 para las exposiciones profesionales y un factor adicional de 5 (50 veces en total) para la población general, lo que dio lugar a límites de exposición en los que el SAR de todo el cuerpo era inferior a 0,4 W/kg para los trabajadores y a 0,08 W/kg para la población general. Sin embargo, al darse cuenta de que las partes locales del cuerpo podían recibir dosis de RFR que eran de 10 a 20 veces más altas que los SAR de cuerpo entero, la FCC estableció límites de exposición máxima local en SAR 20 veces más altos que los SAR de cuerpo entero, es decir, 8 W/kg en promedio sobre cualquier 1 g de tejido para exposiciones localizadas para los trabajadores y 1,6 W/kg en promedio sobre cualquier 1 g para la población general [3, 4]. La ICNIRP optó por exposiciones corporales parciales que no excederían los 2,0 W/kg promediados sobre cualquier 10 g de tejido en forma de cubo para la población general [5, 9]. Para racionalizar el factor de seguridad menor para los trabajadores (10 veces) en comparación con la población general (50 veces), una de las afirmaciones de la ICNIRP [24] es que los trabajadores están informados sobre los riesgos asociados con la exposición a las radiaciones no ionizantes y cómo reducir estos riesgos, mientras que "el público en general desconoce, en la mayoría de los casos, su exposición a las radiaciones no ionizantes y, sin educación, no se puede esperar razonablemente que tome precauciones para

minimizar o evitar cualquier efecto adverso de la exposición".

Desde el punto de vista de la salud pública, la FCC y la ICNIRP deben informar al público sobre su exposición a la RFR y promover medidas de precaución para minimizar los posibles efectos adversos, especialmente para los niños y las mujeres embarazadas. En la Tabla 2 se muestran ocho recomendaciones prácticas del Llamamiento Internacional para Científicos sobre los Campos Electromagnéticos destinadas a proteger y educar al público sobre los posibles efectos adversos para la salud de la exposición a los campos electromagnéticos no ionizantes [227].

Los estudios de comportamiento agudo que proporcionan la base para los límites de exposición de la FCC y la ICNIRP carecían de información sobre los efectos potenciales de la radiación de RF que pueden ocurrir después de períodos más largos de exposición, y no abordaron los efectos de las modulaciones de onda portadora utilizadas en las comunicaciones inalámbricas. La investigación sobre RFR realizada a lo largo de En los últimos 25 años se han publicado miles de artículos científicos, muchos de los cuales demuestran que los estudios de comportamiento agudo son inadecuados para desarrollar límites de exposición protectores de la salud para los seres humanos y la vida silvestre, y que las suposiciones inherentes que subyacen a los límites de exposición de la FCC y la ICNIRP no son válidas. En primer lugar, 4 W/kg no es un umbral de SAR para los efectos en la salud causados por las exposiciones a RFR; los estudios experimentales a dosis más bajas y durante períodos más prolongados de exposición demostraron miocardiopatía, carcinogenicidad, daño en el ADN, efectos neurológicos, aumento de la permeabilidad de la barrera hematoencefálica y daño en los espermatozoides (ver Supuestos 1 a 3). Múltiples estudios epidemiológicos sólidos sobre la radiación de los teléfonos celulares han encontrado un mayor riesgo de tumores cerebrales (Supuesto 6), y estos están respaldados por pruebas claras de carcinogenicidad de los mismos tipos de células (células gliales y células de Schwann) de estudios en animales. Incluso los estudios realizados por D'Andrea et al. [89, 90] antes de que se adoptaran los límites encontraron alteraciones del comportamiento en ratas expuestas a RFR durante 14 o 16 semanas a SAR promedio de 0,7 W/kg y a 1,23 W/kg. Una combinación de la duración de la exposición y la intensidad de la exposición sería más apropiada para establecer normas de seguridad para la exposición a RFR de los sistemas de comunicación móvil, incluidos los teléfonos móviles, las estaciones base y el WiFi.

Más de 120 estudios han demostrado efectos oxidativos asociados con la exposición a RFR de baja intensidad (Archivo adicional 1: Apéndice 1). Lo más probable es que el daño en el ADN que se ha reportado en los estudios de RFR haya sido causado por la inducción de estrés oxidativo, que es una característica clave de los carcinógenos humanos [88], más que por ionización directa (Supuesto 2). La generación de especies reactivas de oxígeno también se ha relacionado con el daño del ADN y la carcinogenicidad de la radiación UVA [87] y el amianto [228]. A pesar de la enorme cantidad de evidencia científica de los efectos de dosis bajas de la RFR, el IEEE [229] sostiene que la alteración del comportamiento sigue siendo el efecto más sensible y reproducible de la RFR. Es esta opinión la que contribuyó a que la FCC [3] y la ICNIRP [5] reafirmaran sus límites de exposición anteriores a la RFR.

Otras preocupaciones acerca de los límites actuales de exposición a la RFR son que no tienen en

cuenta los posibles efectos sinérgicos debidos a la co-exposición a otros agentes tóxicos o cancerígenos, el impacto de la radiación pulsada o las modulaciones de frecuencia, las frecuencias múltiples, las diferencias en los niveles de absorción o de susceptibilidad de los niños, o las diferencias entre los individuos en su sensibilidad a la RFR (véanse las hipótesis 4, 5, 7, 8). En la actualidad, las exposiciones acumuladas de los niños son mucho más altas que las de las generaciones anteriores y siguen aumentando [230]. La ICNIRP [23, 179] reconoció que sus directrices no se adaptan a subgrupos sensibles y admiten dificultades para separar los "efectos biológicos" de los "efectos sobre la salud". Los síntomas neurológicos, algunos de los cuales son reconocidos por la ICNIRP y que actualmente experimentan las personas con EHS, son sin duda "efectos sobre la salud" no térmicos que deben mitigarse proporcionando entornos con exposiciones reducidas a los campos electromagnéticos antropogénicos para las personas hipersensibles.

Los efectos debilitantes y las restricciones que sufren los adultos y los niños con EHS constituyen una contravención de la Ley de Igualdad de 2010, la Ley de Derechos Humanos y otros marcos éticos y legales. La falta de respuesta y protección adecuada de este grupo ya está causando morbilidad, mortalidad y déficit económico evitables debido a la pérdida de días de trabajo, compensaciones por daños a la salud y aumento de los costos de atención médica. Por el contrario, dar cabida a este grupo, como sugiere la ICNIRP [179], actuar para "ajustar las directrices para que la población general incluya a estos grupos" no sólo disminuiría los impactos negativos para las personas con EHS, sino que también mejoraría la salud pública en general, dadas las otras preocupaciones de salud relacionadas con la RIN que se destacan en este documento.

Basar los límites de exposición tisular local en cubos de 1 g [3] o 10 g [5] subestima sustancialmente el SAR espacial máximo en comparación con basar los límites de exposición tisular local en cubos más pequeños (p. ej., 100 mg o 10 mg) y, por lo tanto, no son parámetros dosimétricos confiables para evaluar la absorción de CEM a frecuencias superiores a 1 GHz (Supuestos 11, 12). Los volúmenes especificados por la FCC y la ICNIRP para los límites de SAR tisular local son demasiado grandes para centrarse en las células madre, que son objetivos importantes para la carcinogénesis.

Tabla 2 Medidas de precaución recomendadas por el Llamamiento Internacional de Científicos sobre Campos Electromagnéticos

- 1) Se debe dar prioridad a la protección de los niños y las mujeres embarazadas
- 2) Deben reforzarse las directrices y las normas reglamentarias
- 3) Se debe alentar a los fabricantes a que desarrollen tecnologías más seguras
- 4) El público debe estar plenamente informado sobre los riesgos potenciales para la salud de la energía electromagnética y se le deben enseñar estrategias de reducción de daños
- 5) Los profesionales médicos deben ser educados sobre los efectos biológicos de la energía electromagnética y recibir capacitación sobre el tratamiento de pacientes con sensibilidad electromagnética
- 6) Los gobiernos deben financiar la formación y la investigación sobre los campos electromagnéticos y la salud que sea independiente de la industria
- 7) Los medios de comunicación deben revelar las relaciones financieras de los expertos con la industria cuando citan sus opiniones sobre los aspectos de salud y seguridad de las tecnologías que emiten campos electromagnéticos

8) Es necesario establecer áreas libres de radiación, especialmente para las personas con EHS

Para reducir los riesgos para la salud derivados de la exposición a la RFR, los límites para la distribución localizada del SAR deben basarse en cubos de 100 mg, o preferiblemente de 10 mg.

Otra deficiencia importante planteada en este documento es que ni la FCC ni la ICNIRP abordan las preocupaciones sobre los efectos ambientales de la RFR en la vida silvestre, a pesar de que existe una amplia literatura que demuestra los efectos perturbadores de la RFR en el comportamiento de la vida silvestre (Supuesto 13).

Los factores de incertidumbre/seguridad seleccionados arbitrariamente y aplicados al supuesto umbral SAR para la RFR son lamentablemente inadecuados para proteger la salud pública

(Supuestos 9 y 10). Sobre la base de la forma en que la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos, el Consejo Internacional para la Armonización y el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (NIOSH de los Estados Unidos) aplican los factores de inseguridad/seguridad a un nivel de efectos adversos no observados (NOAEL) en animales de experimentación [182-184], el factor de seguridad para la RFR sería de al menos 900 a 10.000, que es de 18 a 200 veces mayor que el factor de seguridad recomendado por la FCC y la ICNIRP para el mercado general población. Este gran factor de seguridad se basa en ajustes para tener en cuenta la variabilidad humana, la exposición a lo largo de la vida de estudios a corto plazo y las insuficiencias de las bases de datos que incluyen una caracterización incompleta de la toxicidad de la RFR. Es evidente que los estudios de comportamiento agudo que sirvieron de base para los límites actuales de exposición a la RFR no son adecuados para caracterizar los riesgos para la salud humana asociados a la exposición a largo plazo a este tipo de radiación. El informe del NCRP de 1986 [6] y el documento ANSI/IEEE de 1992 [7] reconocieron que cuando se disponga de futuros estudios sobre los efectos biológicos de la RFR, incluidos los efectos de las exposiciones crónicas o la evidencia de interacciones no térmicas, será necesario evaluar y posiblemente revisar los estándares de exposición. Cuando la FCC [3] y la ICNIRP [5] reafirmaron sus límites de exposición de la década de 1990, desestimaron la evidencia científica que invalidaba los supuestos que subyacen a la base de esos límites de exposición. Es necesaria una reevaluación independiente de los límites de exposición a la RFR basada en los conocimientos científicos adquiridos en los últimos 25 años, que debería haberse llevado a cabo hace mucho tiempo. Esta evaluación debe ser realizada por científicos y médicos que no tengan intereses en conflicto y que tengan experiencia en exposición y dosimetría a campos electromagnéticos de RF, toxicología, epidemiología, evaluación clínica y evaluación de riesgos. Deben tomarse precauciones especiales para garantizar que las interpretaciones de los datos sobre los efectos en la salud y el establecimiento de límites de exposición para la RFR no se vean influidos por el ejército o la industria de las telecomunicaciones. Mientras tanto, los fabricantes deben estar obligados a desarrollar tecnologías más seguras [227].

Por último, tomamos nota de nuestra preocupación por el despliegue mundial de redes de comunicación 5G para una transferencia más rápida de grandes cantidades de datos, pero sin estudios adecuados sobre los efectos en la salud que demuestren la seguridad de las ondas milimétricas de alta frecuencia. Debido a las limitaciones de la penetración y la distancia de viaje de las ondas milimétricas, se están montando densas redes de estaciones base en estructuras como postes de servicios públicos en ciudades muy pobladas. Además, debido a que la absorción de campos electromagnéticos a frecuencias superiores a 6 GHz es mínima, la ICNIRP [5] ha especificado la densidad de potencia absorbida (S_{ab}) como el parámetro dosimétrico

De hecho, la mayoría de las personas que se encuentran en el campo de los "efectos de calentamiento" se encuentran en el campo de los "efectos de calentamiento" en las S_{ab} es una función de la densidad de potencia incidente (S_{inc}) y la coeficiente de reflexión de entrada (Γ). En escenarios de campo cercano,

el S_{inc} no tiene un valor singular, esto se debe en gran parte a la naturaleza heterogénea de los tejidos del cuerpo humano y sus parámetros relevantes (como la permitividad, la conductividad equivalente, la densidad de masa), que varían en diferentes regiones del cuerpo y con frecuencia. Por lo tanto, a menos que se utilice un potente método de simulación de campos electromagnéticos junto con modelos humanos realistas, sería difícil estimar con precisión los valores de S_{inc} y de coeficiente de reflexión. lo que hace que el S_{ab} resultante no sea confiable.

La suposición de que el 5G es seguro en la densidad de potencia

Los límites recomendados por la ICNIRP (50 W/m² y 10 W/m² en promedio durante 6 min para exposiciones ocupacionales y 30 min para exposiciones públicas, respectivamente) debido a su mínima penetración en el cuerpo no justifica la desestimación de la necesidad de realizar estudios sobre los efectos en la salud antes de implementar las redes 5G. Las nuevas redes de comunicación darán lugar a exposiciones a una forma de radiación que no ha sido experimentada previamente por el público en general

(Supuesto 14). La implementación de la tecnología 5G sin la información adecuada sobre los efectos en la salud plantea muchas preguntas, tales como: ¿La exposición a la radiación 5G: (i) comprometerá la capacidad de la piel para proporcionar protección contra microorganismos patógenos? (ii) ¿Exacerbará el desarrollo de enfermedades de la piel? (iii) ¿Aumentará el riesgo de cánceres de piel inducidos por la luz solar? (iv) ¿Aumentará el riesgo de daño al cristalino o a la córnea? (v) ¿Aumentará el riesgo de daño testicular? (vi) ¿Ejercerá efectos más profundos, ya sea indirectamente como consecuencia de los efectos sobre las estructuras superficiales, o más directamente debido a una penetración más profunda de los componentes ELF de las señales de RF moduladas? (vii) ¿Afectará negativamente a las poblaciones de fauna silvestre? Las respuestas a estas preguntas y a otras que son relevantes para la salud humana y de la vida silvestre deben proporcionarse *antes* de que se produzcan exposiciones generalizadas a la radiación 5G, no después. Sobre la base de las lecciones que deberían haberse aprendido de los estudios sobre RFR en frecuencias inferiores a 6 GHz, ya no deberíamos confiar en la suposición no probada de que la tecnología inalámbrica actual o futura, incluida la 5G, es segura sin pruebas adecuadas. Hacer lo contrario no es lo mejor para la salud pública ni para el medio ambiente.

Abreviaturas

ANSI: Instituto Nacional Americano de Normalización; AMDC: Acceso múltiple por división de código; dB: Decibelios; DECT: Tecnología inalámbrica mejorada digital; EHS: Hipersensibilidad electromagnética; ELF: Frecuencia extremadamente baja; CEM: Campo electromagnético; FCC: Comisión Federal de Comunicaciones; FDA: Administración de Alimentos y Medicamentos; GHz: Gigahercios; GBM: Glioblastoma multiforme cáncer cerebral; GSM: Sistema global de comunicación móvil; IARC: Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer; ICNIRP: Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones No Ionizantes; IEEE: Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos; LTE: Evolución a Largo Plazo (4G); MMW: Onda milimétrica; NCRP: Consejo Nacional de Protección y Medición de la Radiación; NIR: Radiaciones no ionizantes; nT: Nanotesla; NTP: Programa Nacional de Toxicología; 8-OHdG: 8-hidroxi-2'-desoxiguanosina; psSAR: Tasa de absorción específica espacial máxima; RFR: Radiación de radiofrecuencia; ROS: Especies reactivas de oxígeno; SAR: Tasa de absorción específica; UMTS: Servicio Universal de Telecomunicaciones Móviles (3G); UVR: Radiación ultravioleta; 5G: Inalámbrico de 5ª generación.

Archivo adicional 1: Apéndice 1 Tabla 1. Estudios que demuestran un aumento del daño oxidativo en el ADN y otros indicadores de estrés oxidativo a HERIDAS < 4 W/kg.

Archivo adicional 2: Apéndice 2. Sobre la insuficiencia del parámetro dosimétrico psSAR a frecuencias superiores a 1 GHz. **Tabla 1.** Permitividad eléctrica y conductividad eléctrica de la sustancia gris. **Figura 1.** Un bloque de materia gris irradiado por diferentes frecuencias. Los cubos resaltados son de 10 g, 1 g, 100 mg y 10 mg. **Figura 2.** Un bloque de materia gris irradiado por diferentes frecuencias. Los cubos resaltados son de 10 g, 1 g, 100 mg y 10 mg. **Figura 3.** Intensidad del campo eléctrico promediada en cada cubo para diferentes frecuencias: en el eje izquierdo, el campo eléctrico está en dB y en el eje derecho el campo eléctrico está en V/m normalizado a 100 V/m.

Agradecimientos

Igor Belyaev: Instituto de Investigación del Cáncer, Centro de Investigación Biomédica, Academia Eslovaca de Ciencias, Eslovaquia

Carl Blackman: Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. (jubilado), Carolina del Norte, EE. UU.

Kent Chamberlin: Departamento de Ingeniería Eléctrica e Informática, Universidad de New Hampshire, EE.UU.

Alvaro DeSalles: Programa de Posgrado en Ingeniería Eléctrica (PPGEE), Universidad Federal de Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre, Brasil

Suleyman Dasdag: Departamento de Biofísica, Universidad Medeniyet de Estambul, Facultad de Medicina, Turquía

Claudio Fernandez: División de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Instituto Federal de Rio Grande do Sul (NIIF). Canoas, Brasil

Lennart Hardell: Departamento de Oncología, Hospital Universitario de Orebro, Suecia (jubilado), Fundación para la Investigación del Medio Ambiente y el Cáncer, Orebro, Suecia Paul Heroux: Epidemiología, Bioestadística y Salud Ocupacional, Facultad de Medicina, Universidad McGill, Canadá

Elizabeth Kelley: ICBE-EMF y Apelación Internacional de Científicos de EMF, y Alianza de Seguridad Electromagnética, Arizona, EE. UU.

Kavindra Kesari: Departamento de Física Aplicada, Facultad de Ciencias, Aalto, Universidad, Espoo, Finlandia

Don Maisch: EMFacts Consultancy; la Asociación de Radiofrecuencia Oceánica, Asesoría Científica ; Tasmania, Australia

Erica Mallery-Blythe: Iniciativa de Salud de los Médicos para la Radiación, y el Medio Ambiente; Sociedad Británica de Medicina Ecológica; Asociación Asesora Científica de Radiofrecuencia de Oceanía, Reino Unido

Ronald L. Melnick: Programa Nacional de Toxicología, Instituto Nacional de Ciencias de la Salud Ambiental (jubilado), Ron Melnick Consulting LLC, Logan, Utah, EE.UU.

Anthony Miller: Escuela de Salud Pública Dalla Lana (Profesor Emérito), Universidad de Toronto, Ontario, Canadá

Joel M. Moskowitz: Escuela de Salud Pública, Universidad de California, Berkeley, California, EE.UU.

Wenjun Sun: Escuela de Salud Pública, Facultad de Medicina de la Universidad de Zhejiang; Hangzhou, China

Igor Yakymenko: Universidad Nacional de Tecnología de los Alimentos, Universidad Médica de Kiev, Ucrania

Contribuciones de los autores

IB, AD, CF, LH, PH, KK, DM, EMB, RLM e IY redactaron las secciones iniciales de este manuscrito: por IB (factores que afectan a la dosimetría), AD y CF (absorción en niños frente a adultos, tasa máxima de absorción específica espacial), LH (riesgo de cáncer cerebral humano), KK (daño espermático), DM y DM (5G), EMB (hipersensibilidad electromagnética), RLM (miocardiopatía, carcinogenicidad, efectos neurológicos, factores de seguridad) e IY (estrés oxidativo y daño en el ADN). IY preparó el Apéndice 1, y AD y CF prepararon el Apéndice 2. Los autores que redactaron secciones del manuscrito, así como CB, KC, SD, EK, AM, JMM y WS revisaron múltiples borradores de manuscritos e hicieron revisiones. Todos los autores revisaron y aprobaron el manuscrito final.

Financiación

La Alianza para la Seguridad Electromagnética financió los costos de publicación.

Disponibilidad de datos y materiales

Todas las citas bibliográficas están disponibles en línea.

Declaraciones

Aprobación ética y consentimiento para participar

No se aplica.

Consentimiento para la publicación

No se aplica.

Intereses contrapuestos

IB, EM y AM han servido como testigos expertos de los demandantes en casos relacionados con la radiación de radiofrecuencia. Todos los demás autores declaran que no tienen intereses contrapuestos.

Recibido: 14 de julio de 2022 Aceptado: 8 de septiembre de 2022
 Published online: 18 October 2022

Referencias

1. US Environmental Protection Agency (US EPA). "Guidelines for carcinogen risk assessment", EPA/630/P-03/001F. Washington, DC; 2005. Available at https://www3.epa.gov/airtoxics/cancer_guidelines_final_3-25-05.pdf
2. US Environmental Protection Agency (US EPA). "Supplemental guidance for assessing susceptibility for early-life exposure to carcinogens", EPA/630/R-03/003F. Washington, DC; 2005. Available at https://www.epa.gov/sites/production/files/2013-09/documents/childrens_supplement_final.pdf
3. Federal Communications Commission (FCC). "Proposed Changes in the Commission's Rules Regarding Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields; Reassessment of Federal Communications Commission Radiofrequency Exposure Limits and Policies", FCC19-126, 2019. <https://www.federalregister.gov/documents/2020/04/06/2020-06966/human-exposure-to-radiofrequency-electromagnetic-fields>
4. Federal Communications Commission (FCC). "Evaluating Compliance with FCC Guidelines for Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields", 1997. OET Bulletin 65. https://transition.fcc.gov/Bureaus/Engineering_Technology/Documents/bulletins/oet65/oet65.pdf
5. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz). *Health Phys.* 2020;118:483-524.
6. National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP). "Biological Effects and Exposure Criteria for Radiofrequency Electromagnetic Fields", NCRP Report No. 86, 1986. <https://ncrponline.org/publications/reports/ncrp-report-86/>
7. American National Standards Institute (ANSI), "Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz," ANSI/IEEE C95.1-1992. <https://emfguide.itu.int/pdfs/c95.1-2005.pdf>
8. D'Andrea JA, Adair ER, de Lorge JO. Behavioral and cognitive effects of microwave exposure. *Bioelectromagnetics Suppl.* 2003;6:S39-62.
9. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). *Health Phys.* 1998;74:494-522.
10. De Lorge JO, Ezell CS. Observing-responses of rats exposed to 1.28- and 5.62-GHz microwaves. *Bioelectromagnetics.* 1980;1:183-98.
11. De Lorge JO. Operant behavior and colonic temperature of *Macaca mulatta* exposed to radio frequency fields at and above resonant frequencies. *Bioelectromagnetics.* 1984;5:233-46.
12. Lotz WG. Hyperthermia in radiofrequency-exposed rhesus monkeys: a comparison of frequency and orientation effects. *Radiat Res.* 1985;102:59-70. Stuchly MA. Potentially hazardous microwave radiation source—a review. *J Microw Power.* 1977;12(4):369-81.
13. Adair RK. Biophysical limits on athermal effects of RF and microwave radiation. *Bioelectromagnetics.* 2003;24:39-48.
14. Prohofsky EW. RF absorption involving biological macromolecules. *Bioelectromagnetics.* 2004;25:441-51.
15. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). In: Vecchia P, Matthes R, Ziegelberger G, Lin J, Saunders R, Swerdlow, editors. Exposure to high frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (100 kHz-300 GHz); 2009. <https://www.icnirp.org/en/publications/article/hf-review-2009.html>.
16. Food and Drug Administration (FDA). 1999. FDA's nomination of RF radiation in 1999 for the NTP study. Available at https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/htdocs/chem_background/exsumpdf/wireless051999_508.pdf
17. National Toxicology Program (NTP). NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies in Hsd:Sprague Dawley SD rats exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones, Technical report series no. 595. Research Triangle Park: National Institutes of Health, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services; 2018. https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/htdocs/lt_rpts/tr595_508.pdf?utm_source=direct&utm_medium=prod&utm_campaign=ntpgolinks&utm_term=tr595
18. National Toxicology Program (NTP). NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies in B6C3F1/N mice exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (1,900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones, Technical report series no. 596. Research Triangle Park: National Institutes of Health, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services; 2018. https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/htdocs/lt_rpts/tr596_508.pdf?utm_source=direct&utm_medium=prod&utm_campaign=ntpgolinks&utm_term=tr596

19. Chou CK, Guy AW, Kunz LL, Johnson RB, Crowley JJ, Krupp JH. Long-term, low-level microwave irradiation of rats. *Bioelectromagnetics*. 1992;13:469–96.
20. National Toxicology Program (NTP). National Toxicology Program peer review of the draft NTP technical reports on cell phone radiofrequency radiation. Research Triangle Park: National Institute of Environmental Health Sciences; 2018. Available at https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/about_ntp/trpanel/2018/march/peerreview20180328_508.pdf
21. Falcioni L, Bua L, Tibaldi E, Lauriola M, DeAngelis L, Gnudi F, et al. Report of final results regarding brain and heart tumors in Sprague-Dawley rats exposed from prenatal life until natural death to mobile phone radiofrequency field representative of a 1.8 GHz base station environmental emission. *Environ Res*. 2018;165:496–503.
22. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Principles for non-ionizing radiation protection. *Health Phys*. 2020;118:477–82.
23. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). ICNIRP note: critical evaluation of two radiofrequency electromagnetic field animal carcinogenicity studies published in 2018. *Health Phys*. 2020;118:525–32.
24. Melnick R. Regarding ICNIRP's evaluation of the National Toxicology Program's carcinogenicity studies of radiofrequency electromagnetic fields. *Health Phys*. 2020;118:678–82.
25. Wyde M, Horn R, Capstick MH, Ladbury JM, Koepke G, Wilson PF, et al. Effect of cell phone radiofrequency radiation on body temperature in rodents: pilot studies of the National Toxicology Program's reverberation chamber exposure system. *Bioelectromagnetics*. 2018;39:190–9.
26. Fragopoulou AF, Miltiadous P, Stamatakis A, Stylianopoulou F, Kous-soulakos SL, Margaritis LH. Whole body exposure with GSM 900-MHz affects spatial memory in mice. *Pathophysiology*. 2010;17:179–87.
27. Li Y, Shi C, Lu G, Xu Q, Liu S. Effects of electromagnetic radiation on spatial memory and synapses in rat hippocampal CA1. *Neural Regen Res*. 2012;7:1248–55.
28. Narayanan SN, Kumar RS, Karun KM, Nayak SB, Bhat PG. Possible cause for altered spatial cognition of prepubescent rats exposed to chronic radiofrequency electromagnetic radiation. *Metab Brain Dis*. 2015;30:1193–206.

29. Razavinasab M, Moazzami K, Shabani M. Maternal mobile phone exposure alters intrinsic electrophysiological properties of CA1 pyramidal neurons in rat offspring. *Toxicol Ind Health*. 2016;32:968–79.
30. Schneider J, Stangassinger M. Nonthermal effects of lifelong high-frequency electromagnetic field exposure on social memory performance in rats. *Behav Neurosci*. 2014;128:633–7.
31. Tang J, Zhang Y, Yang L, Chen Q, Tan L, Zuo S, et al. Exposure to 900 MHz electromagnetic fields activates the mdk-1/ERK pathway and causes blood-brain barrier damage and cognitive impairment in rats. *Brain Res*. 2015;1601:92–101.
32. Lai H. A summary of recent literature (2007-2017) on neurobiological effects of radiofrequency radiation. In: Markov M, editor. *Mobile communications and public health*. Boca Raton: CRC press; 2018. p. 187–222. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/b22486-8/summary-recent-literature-2007-2017-neurobiological-effects-radio-frequency-radiation-henry-lai>.
33. Hardell L, Söderqvist F, Carlberg M, Zetterberg H, Hansson-Mild K. Exposure to wireless phone emissions and serum beta-trace protein. *Int J Mol Med*. 2010;26:301–6.
34. Frey AH, Feld SR, Frey B. Neural function and behavior: defining the relationship. *Ann N Y Acad Sci*. 1975;247:433–9.
35. Persson BR, Salford LG, Brun A, Eberhardt JL, Malmgren L. Increased permeability of the blood-brain barrier induced by magnetic and electromagnetic fields. *Ann N Y Acad Sci*. 1992;649:356–8.
36. Salford LG, Brun A, Stureson K, Eberhardt JL, Persson BR. Permeability of the blood-brain barrier induced by 915 MHz electromagnetic radiation, continuous wave and modulated at 8, 16, 50, and 200 Hz. *Microsc Res Tech*. 1994;15:535–42.
37. Eberhardt JL, Persson BR, Brun AE, Salford LG, Malmgren LO. Blood-brain barrier permeability and nerve cell damage in rat brain 14 and 28 days after exposure to microwaves from GSM mobile phones. *Electromagn Biol Med*. 2008;27:215–29.
38. Nittby H, Brun A, Eberhardt J, Malmgren L, Persson BR, Salford LG. Increased blood-brain barrier permeability in mammalian brain 7 days after exposure to the radiation from a GSM-900 mobile phone. *Pathophysiology*. 2009;16:103–12.
39. Sirav B, Seyhan N. Effects of radiofrequency radiation exposure on blood-brain barrier permeability in male and female rats. *Electromagn Biol Med*. 2011;30:253–60.
40. Sirav B, Seyhan N. Effects of GSM modulated radio-frequency electromagnetic radiation on permeability of blood-brain barrier in male & female rats. *J Chem Neuroanat*. 2016;75:123–7.
41. Schuermann D, Mevissen M. Manmade electromagnetic fields and oxidative stress – biological effects and consequences for health. *Int J Mol Sci*. 2021;22:3772. <https://doi.org/10.3390/ijms22073772>.
42. Belyaev IY. 2010. Dependence of non-thermal biological effects of microwaves on physical and biological variables: implications for reproducibility and safety standards. *Eur J Oncol – Library*. 2010;5:187–218.
43. International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC monograph on the evaluation of carcinogenic risks to humans: non-ionizing radiation, part 2: radiofrequency electromagnetic fields. Lyon, France, 102; 2013. p. 1–460. <https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Non-ionizing-Radiation-Part-2-Radiofrequency-Electromagnetic-Fields-2013>
44. Prausnitz S, Susskind C. Effects of chronic microwave irradiation on mice. *Ire Trans Biomed Electron*. 1962;9:104–8.
45. La Vignera S, Condorelli RA, Vicari E, D'Agata R, Calogero AE. Effects of the exposure to mobile phones on male reproduction: a review of the literature. *J Androl*. 2012;33:350–6.
46. Kesari KK, Kumar S, Nirala J, Siddiqui MH, Behari J. Biophysical evaluation of radiofrequency electromagnetic field effects on male reproductive pattern. *Cell Biochem Biophys*. 2013;65:85–96.
47. Kesari KK, Agarwal A, Henkel R. Radiations and male fertility. *Reprod Biol Endocrinol*. 2018;16:118. <https://doi.org/10.1186/s12958-018-0431-1>.
48. Zha XD, Wang WW, Xu S, Shang XJ. Impacts of electromagnetic radiation from cellphones and Wi-fi on spermatogenesis. *Zhonghua Nan Ke Xue*. 2019;25:451–45.

49. Yadav H, Rai U, Singh R. Radiofrequency radiation: a possible threat to male fertility. *Reprod Toxicol*. 2021;100:90–100.
50. Agarwal A, Desai NR, Makker K, Varghese A, Mouradi R, Sabanegh E, et al. Effects of radiofrequency electromagnetic waves (RF-EMW) from cellular phones on human ejaculated semen: an in vitro pilot study. *Fertil Steril*. 2009;92:1318–25.
51. Adams JA, Galloway TS, Mondal D, Esteves SC, Mathews F. Effect of mobile telephones on sperm quality: a systematic review and meta-analysis. *Environ Int*. 2014;70:106–12.
52. Dama MS, Bhat MN. Mobile phones affect multiple sperm quality traits: a meta-analysis. *F100Res*. 2013;2:40. <https://doi.org/10.12688/f1000research.2-40.v1>.
53. Kim S, Han D, Ryu J, Kim K, Kim YH. Effects of mobile phone usage on sperm quality - no time-dependent relationship on usage: a systematic review and updated meta-analysis. *Environ Res*. 2021;202:111784. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111784>.
54. Yu G, Bai Z, Song C, Cheng Q, Wang G, Tang Z, et al. Current progress on the effect of mobile phone radiation on sperm quality: an updated systematic review and meta-analysis of human and animal studies. *Environ Pollut*. 2021;282:116592. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116952>.
55. Zilberlicht A, Wiener-Megnazi Z, Sheinfeld Y, Grach B, et al. Habits of cell phone usage and sperm quality - does it warrant attention? *Reprod BioMed Online*. 2015;31:421–6.
56. Zalata A, El-Samanoudy AZ, Shaalan D, El-Baiomy Y, Mostafa T. In vitro effect of cell phone radiation on motility, DNA fragmentation and clu-sterin gene expression in human sperm. *Int J Fertil Steril*. 2015;9:129–36.
57. De Iulius GN, Newey RJ, King BV, Aitken RJ. Mobile phone radiation induces reactive oxygen species production and DNA damage in human spermatozoa in vitro. *PLoS One*. 2009;4:e6446. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0006446>.
58. Kesari K, Kumar S, Behari J. Mobile phone usage and male infertility in Wistar rats. *Indian J Exp Biol*. 2010;48:987–92.
59. Alkis ME, Akdag MZ, Dasdag S, Yegin K, Akpolat V. Single-strand DNA breaks and oxidative changes in rat testes exposed to radiofrequency radiation emitted from cellular phones. *Biotechnol Biotechnol Equip*. 2019;33:1733–40.
60. Gautam R, Singh KV, Nirala J, Murmu NN, et al. Oxidative stress-mediated alterations on sperm parameters in male Wistar rats exposed to 3G mobile phone radiation. *Andrologia*. 2019;51:e13201. <https://doi.org/10.1111/and.13201>.
61. Yu G, Tang Z, Chen H, Chen Z, Wang L, Cao H, et al. Long-term exposure to 4G smartphone radiofrequency electromagnetic radiation diminished male reproductive potential by directly disrupting Spock3-MMP2-BTB axis in the testes of adult rats. *Sci Total Environ*. 2020;698:133860. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133860>.
62. Andrašková S, Holovská K, Ševčíková Z, Andrejčáková Z, et al. The potential adverse effect of 2.45 GHz microwave radiation on the testes of prenatally exposed peripubertal male rats. *Histol Histopathol*. 2021;18402. <https://doi.org/10.14670/HH-18-402>.
63. Houston BJ, Nixon B, McEwan KE, Martin JH, King BV, Aitken RJ, et al. Whole-body exposures to radiofrequency-electromagnetic energy can cause DNA damage in mouse spermatozoa via an oxidative mechanism. *Sci Rep*. 2019;9:17478. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53983-9>.
64. Houston BJ, Nixon B, King B, Aitken RJ, De Iulius GN. Probing the origins of 1,800 MHz radio frequency electromagnetic radiation induced damage in mouse immortalized germ cells and spermatozoa *in vitro*. *Front Public Health*. 2018;6:270. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2018.00270>.
65. Kesari KK, Behari J. Evidence for mobile phone radiation exposure effects on reproductive pattern of male rats: role of ROS. *Electromagn Biol Med*. 2012;31:213–22.
66. Kumar S, Behari J, Sisodia R. Influence of electromagnetic fields on reproductive system of male rats. *Int J Radiat Biol*. 2013;89:147–54.
67. Pandey N, Giri S, Das S, Upadhaya P. Radiofrequency radiation (900 MHz)-induced DNA damage and cell cycle arrest in testicular germ cells in Swiss albino mice. *Toxicol Ind Health*. 2017;33:373–84.
68. Smith-Roe SL, Wyde ME, Stout MD, Winters JW, et al. Evaluation of the genotoxicity of cell phone radiofrequency radiation in male and female rats and mice following subchronic exposure. *Environ Mol Mutagen*. 2020;61:276–90.

69. Akdag M, Dasdag S, Canturk F, Akdag MZ. Exposure to non-ionizing electromagnetic fields emitted from mobile phones induced DNA damage in human ear canal hair follicle cells. *Electromagn Biol Med*. 2018;37:66–75.
70. Lai H. Genetic effects of non-ionizing electromagnetic fields. *Electromagn Biol Med*. 2021;40:264–73.
71. Yakymenko I, Tsybulin O, Sidorik E, Henshel D, et al. Oxidative mechanisms of biological activity of low-intensity radiofrequency radiation. *Electromagn Biol Med*. 2016;35:186–202.
72. Barnes FS, Greenebaum B. The effects of weak magnetic fields on radical pairs. *Bioelectromagnetics*. 2015;36:45–54.
73. Panagopoulos DJ, Karabarbounis A, Margaritis LH. Mechanism for action of electromagnetic fields on cells. *Biochem Biophys Res Commun*. 2002;298:95–102.
74. Belyaev I. Biophysical mechanisms for nonthermal microwave effects. In: Markov MS, editor. *Electromagnetic fields in biology and medicine*. Boca Raton, London, New York: CRC Press; 2015. p. 49–68. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/mono/10.1201/b18148-9/biophysical-mechanisms-nonthermal-microwave-effects-marko-markov>.
75. Friedman J, Kraus S, Hauptman Y, Schiff Y, Seger R. Mechanism of short-term ERK activation by electromagnetic fields at mobile phone frequencies. *Biochem J*. 2007;405:559–68.
76. Inoue M, Sato EF, Nishikawa N, Park A-M, et al. Mitochondrial generation of reactive oxygen species and its role in aerobic life. *Curr Med Chem*. 2003;10:2495–505.
77. Yakymenko I, Burlaka A, Tsybulin I, Brieieva I, et al. Oxidative and mutagenic effects of low intensity GSM 1800 MHz microwave radiation. *Exp Oncol*. 2018;40:282–7.
78. Burlaka A, Tsybulin O, Sidorik E, Lukin S, et al. Overproduction of free radical species in embryonic cells exposed to low intensity radiofrequency radiation. *Exp Oncol*. 2013;35:219–25.
79. Alkis ME, Bilgin HM, Akpolat V, Dasdag S, et al. Effect of 900-, 1800-, and 2100-MHz radiofrequency radiation on DNA and oxidative stress in brain. *Electromagn Bio Med*. 2019;38:32–47.
80. Ding S-S, Sun P, Zhang Z, Liu X, et al. Moderate dose of trolox preventing the deleterious effects of Wi-fi radiation on spermatozoa in vitro through reduction of oxidative stress damage. *Chin Med J*. 2018;131:402–12.
81. Khalil AM, Gagaa MH, Alshamali AM. 8-Oxo-7, 8-dihydro-2'-deoxyguanosine as a biomarker of DNA damage by mobile phone radiation. *Hum Exp Toxicol*. 2012;31:734–40.
82. Xu S, Zhou Z, Zhang L, Yu Z, et al. Exposure to 1800 MHz radiofrequency radiation induces oxidative damage to mitochondrial DNA in primary cultured neurons. *Brain Res*. 2010;1311:189–96.
83. Güler G, Tomruk A, Ozjur E, Sahin D, et al. The effect of radiofrequency radiation on DNA and lipid damage in female and male infant rabbits. *Int J Radiat Biol*. 2012;88:367–73.
84. Bektas H, Dasdag S, Bektas MS. Comparison of effects of 2.4 GHz Wi-fi and mobile phone exposure on human placenta and cord blood. *Biotechnol Biotechnol Equip*. 2020;34:154–62.
85. Halliwell B. Biochemistry of oxidative stress. *Biochem Soc Trans*. 2007;35:1147–50.
86. International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC monograph, a review of human carcinogens: radiation. Lyon, France, volume 100D; 2012. p. 1–363. <https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Radiation-2012>
87. Smith MT, Guyton KZ, Gibbons CF, Fritz JM, Portier CJ, Rusyn I, et al. Key characteristics of carcinogens as a basis for organizing data on mechanisms of carcinogenesis. *Environ Health Perspect*. 2016;124:713–21.
88. D'Andrea JA, Gandhi OP, Lords JL. Behavioral and thermal effects of microwave radiation at resonant and nonresonant wavelengths. *Radio Sci*. 1977;12:251–6.
89. D'Andrea JA, Thomas A, Hatcher DJ. Rhesus monkey behavior during exposure to high-peak-power 5.62-GHz microwave pulses. *Bioelectromagnetics*. 1994;15:163–72.
90. D'Andrea JA, Gandhi OP, Lords JL, Durney CH, Johnson CC, Astle L. Physiological and behavioral effects of chronic exposure to 2450-MHz microwaves. *J Microw Power*. 1979;14:351–62.

91. D'Andrea JA, DeWitt JR, Emmerson RY, Bailey C, Gandhi OP. Intermittent exposure of rats to 2450 MHz microwaves at 2.5 mW/cm²: behavioral and physiological effects. *Bioelectromagnetics*. 1986;7:315–28.
92. Belyaev I. Duration of exposure and dose in assessing nonthermal biological effects of microwaves. In: Markov M, editor. *Dosimetry in bioelectromagnetics*. Boca Raton, London, New York: CRC Press; 2017. p. 171–84. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781315154572-9/duration-exposure-dose-assessing-nonthermal-biological-effects-microwaves-igor-belyaev>.
93. Belyaev IY, Alipov YD, Shcheglov VS, Polunin VA, Aizenberg OA. Cooperative response of *Escherichia coli* cells to the resonance effect of millimeter waves at super low intensity. *Electro- Magnetobiol*. 1994;13:53–66.
94. Tillmann T, Ernst H, Streckert J, Zhou Y, Taugner F, Hansen V, et al. Indication of cocarcinogenic potential of chronic UMTS-modulated radiofrequency exposure in an ethylnitrosourea mouse model. *Int J Radiat Biol*. 2010;86:529–41.
95. Lerchl A, Klose M, Grote K, Wilhelm AF, Spathmann O, Fiedler T, et al. Tumor promotion by exposure to radiofrequency electromagnetic fields below exposure limits for humans. *Biochem Biophys Res Commun*. 2015;459:585–90.
96. Baohong W, Jiliang H, Lifan J, et al. Studying the synergistic damage effects induced by 1.8 GHz radiofrequency field radiation (RFR) with four chemical mutagens on human lymphocyte DNA using comet assay in vitro. *Mutat Res*. 2005;578:149–57.
97. Baohong W, Lifan J, Lanjuan L, et al. Evaluating the combinative effects on human lymphocyte DNA damage induced by ultraviolet ray C plus 1.8 GHz microwaves using comet assay in vitro. *Toxicol*. 2007;232:311–6.
98. Zhang MB, He JL, Jin LF, et al. Study of low-intensity 2450-MHz microwave exposure enhancing the genotoxic effects of mitomycin C using micronucleus test and comet assay in vitro. *Biomed Environ Sci*. 2002;15:283–90.
99. Kim JY, Hong SY, Lee YM, et al. In vitro assessment of clastogenicity of mobile-phone radiation (835 MHz) using the alkaline comet assay and chromosomal aberration test. *Environ Toxicol*. 2008;23:319–27.
100. Lameth J, Arnaud-Cormos D, Lévêque P, et al. Effects of a single head exposure to GSM-1800 MHz signals on the transcriptome profile in the rat cerebral cortex: enhanced gene responses under proinflammatory conditions. *Neurotox Res*. 2020;38:105–23.
101. López-Martin E, Bregains J, Relova-Quinteiro JL, et al. The action of pulse-modulated GSM radiation increases regional changes in brain activity and c-Fos expression in cortical and subcortical areas in a rat model of picrotoxin-induced seizure proneness. *J Neurosci Res*. 2009;87:1484–99.
102. Carballo-Quintás M, Martínez-Silva I, Cardarso-Suárez C, et al. A study of neurotoxic biomarkers, c-fos and GFAP after acute exposure to GSM radiation at 900 MHz in the picrotoxin model of rat brains. *Neurotoxicology*. 2011;32:478–94.
103. Kostoff RN, Heroux P, Aschner M, Tsatsakis A. Adverse health effects of 5G mobile networking technology under real-life conditions. *Toxicol Lett*. 2020;323:35–40.
104. Neufeld E, Kuster N. Systematic derivation of safety limits for time-varying 5G radiofrequency exposure based on analytical models and thermal dose. *Health Phys*. 2018;115:705–11.
105. Panagopoulos DJ, Karabaarbounis A, Yakymenko I, Chrousos GP. Human-made electromagnetic fields: ion forced-oscillation and voltage-gated ion channel dysfunction, oxidative stress and DNA damage (review). *Int J Oncol*. 2021;59(92). <https://doi.org/10.3892/ijo.2021.5272>.
106. Pakhomov AG, Murphy MB. Comprehensive review of the research on biological effects of pulsed radiofrequency radiation in Russia and the former Soviet Union. In: Lin JC, editor. *Advances in electromagnetic fields in living system*, vol. 3. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers; 2000. p. 265–90. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4615-4203-2_7.
107. Blackman CF. Cell phone radiation: evidence from ELF and RF studies supporting more inclusive risk identification and assessment. *Pathophysiology*. 2009;16:205–16.
108. Food and Drug Administration (FDA). Review of published literature between 2008 and 2018 of relevance to radiofrequency radiation and

- cancer; 2020. Available at <https://www.fda.gov/media/135043/download>
109. Zada G, Bond AE, Wang Y-P, Giannotta SL, Deapne D. Incidence trends in the anatomic location of primary malignant brain tumors in the United States: 1992-2006. *World Neurosurg.* 2012;77:518–24.
 110. Philips A, Henshaw DL, Lamburn G, O'Carroll MJ. Brain Tumours: rise in Glioblastoma Multiforme incidence in England 1995-2015 suggests an adverse environmental or lifestyle factor. *J Environ Public Health.* 2018;7910754. <https://doi.org/10.1155/2018/7910754>.
 111. Hardell L, Carlberg M. Mobile phones, cordless phones and rates of brain tumors in different age groups in the Swedish National Inpatient Register and the Swedish cancer register during 1998-2015. *PLoS One.* 2017;12:e0185461. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185461>.
 112. Johansen C, Boice J, McLaughlin J, Olsen J. Cellular telephones and cancer—a nationwide cohort study in Denmark. *J Natl Cancer Inst.* 2001;93:203–7.
 113. Söderqvist F, Carlberg M, Hardell L. Review of four publications on the Danish cohort study on mobile phone subscribers and risk of brain tumors. *Rev Environ Health.* 2012;27:51–8.
 114. Hardell L, Carlberg M, Söderqvist F, Hansson MK. Pooled analysis of case-control studies on acoustic neuroma diagnosed 1997-2003 and 2007-2009 and use of mobile and cordless phones. *Int J Oncol.* 2013;43:1036–44.
 115. Hardell L, Carlberg M. Mobile phone and cordless phone use and the risk for glioma – analysis of pooled case-control studies in Sweden, 1997-2003 and 2007-2009. *Pathophysiology.* 2015;22:1–13.
 116. Interphone Study Group. Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study. *Int J Epidemiol.* 2010;39:675–94.
 117. Coureau G, Bouvier G, Lebailly P, Fabbro-Peray P, Gruber A, Leffondre K, et al. Mobile phone use and brain tumours in the CERENAT case-control study. *Occup Environ Med.* 2014;71:514–22.
 118. Interphone Study Group. Acoustic neuroma risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study. *Cancer Epidemiol.* 2011;35:453–64.
 119. Hardell L, Carlberg M. Use of mobile and cordless phones and survival of patients with glioma. *Neuroepidemiology.* 2013;40:101–8.
 120. Akhavan-Sigari R, Baf MM, Ariabod V, Rohde V, Rahighi S. Connection between cell phone use, p53 gene expression in different zones of glioblastoma multiforme and survival prognoses. *Rare Tumors.* 2014;6:5350. <https://doi.org/10.4081/rt.2014.5350>.
 121. Moon IS, Kim BG, Kim J, Lee JD, Lee WS. Association between vestibular schwannomas and mobile phone use. *Tumour Biol.* 2014;35:581–7.
 122. Sato Y, Akiba S, Kubo O, Yamaguchi N. A case-case study of mobile phone use and acoustic neuroma risk in Japan. *Bioelectromagnetics.* 2011;32:85–93.
 123. Pettersson D, Mathiesen T, Prochazka M, Bergenheim T, Florentzson R, Harder H, et al. Long-term mobile phone use and acoustic neuroma risk. *Epidemiology.* 2014;25:233–41.
 124. Schoemaker MJ, Swerdlow AJ, Ahlbom A, Avinen A, Blaasaas KG, Cardis E, et al. Mobile phone use and risk of acoustic neuroma: results of the Interphone case-control study in five north European countries. *Br J Cancer.* 2005;93:842–8.
 125. Momoli F, Siemiatycki J, McBride ML, Parent ME, Richardson L, Bedard D, et al. Probabilistic multiple-bias modelling applied to the Canadian data from the INTERPHONE study of mobile phone use and risk of glioma, meningioma, acoustic neuroma, and parotid gland tumors. *Am J Epidemiol.* 2017;186:885–93.
 126. Luo J, Deziel NC, Huang H, Chen Y, Ni X, Ma S, et al. Cell phone use and risk of thyroid cancer: a population-based case-control study in Connecticut. *Ann Epidemiol.* 2019;29:39–45.
 127. Luo J, Li H, Deziel NC, Huang H, Zhao N, Ma S, et al. Genetic susceptibility may modify the association between cell phone use and thyroid cancer: a population-based case-control study in Connecticut. *Environ Res.* 2020;182:109013. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.109013>.
 128. Carlberg M, Hedendahl L, Ahonen M, Koppel T, Hardell L. Increasing incidence of thyroid cancer in the Nordic countries with main focus on Swedish data. *BMC Cancer.* 2016;16:426. <https://doi.org/10.1186/s12885-016-2429-4>.

129. Carlberg M, Koppel T, Hedendahl LK, Hardell L. Is the increasing incidence of thyroid cancer in the Nordic countries caused by use of mobile phones? *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(23):9129. <https://doi.org/10.3390/ijerph17239129>.
130. Shih YW, Hung CS, Huang CC, Chou KR, Niu SF, et al. The association between smartphone use and breast cancer risk among Taiwanese women: a case-control study. *Cancer Manag Res*. 2020;12:10799–807. <https://doi.org/10.2147/CMAR.S267415>.
131. Gandhi OP, Lazzi G, Furse CM. Electromagnetic absorption in the human head and neck for mobile telephones at 835 and 1900 MHz. *IEEE Trans Microw Theory Tech*. 1996;44:1884–97.
132. Gandhi OP, Morgan L, de Salles AA, Han YY, Herberman RB, Davis DL. Exposure limits: the underestimation of absorbed cell phone radiation, especially in children. *Electromagn Biol Med*. 2012;31:34–51.
133. Fernández-Rodríguez CE, de Salles AA, Davis DL. Dosimetric simulations of brain absorption of mobile phone radiation– the relationship between psSAR and age. *IEEE Access*. 2015;3:2425–30.
134. Fernández-Rodríguez C, de Salles AA. On the sensitivity of the skull thickness for the SAR assessment in the intracranial tissues, 2016 IEEE MTT-S Latin America microwave conference (LAMC); 2016. <https://doi.org/10.1109/LAMC.2016.7851256>.
135. Fernández C, de Salles AA, Sears ME, Morris RD, Davis DL. Absorption of wireless radiation in the child versus adult brain and eye from cell phone conversation or virtual reality. *Environ Res*. 2018;167:694–9. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.05.013>.
136. Christ A, Gosselin MC, Christopoulou M, Kühn S, Kuster N. Age-dependent tissue-specific exposure of cell phone users. *Phys Med Biol*. 2010;55:1767–83.
137. Foster KR, Chou CK. Response to "children absorb higher doses of radio frequency electromagnetic radiation from mobile phones than adults" and "yes the children are more exposed to radiofrequency energy from mobile telephones than adults". *IEEE Access*. 2016;4:5322–6.
138. de Salles AA, Bulla G, Fernández-Rodríguez CE. Electromagnetic absorption in the head of adults and children due to mobile phone operation close to the head. *Electromagn Biol Med*. 2006;25:349–60.
139. Peyman A, Gabriel C, Gran EH, Vermeeren G, Martens L. Variation of the dielectric properties of tissues with age: the effect on the values of SAR in children when exposed to walkie-talkie devices. *Phys Med Biol*. 2009;2009(54):227–41.
140. Blondin JP, Nguyen DH, Sbeghen J, Goulet D, et al. Human perception of electric fields and ion currents associated with high-voltage DC transmission lines. *Bioelectromagnetics*. 1996;17:230–41.
141. Leitgeb N, Schroettner J. Electric current perception study challenges electric safety limits. *J Med Eng Technol*. 2002;26:168–72.
142. Leitgeb N, Schroettner J, Cech RJ. Electric current perception of children: the role of age and gender. *Med. Eng Technol*. 2006;30:306–9.
143. Leitgeb N, Schröttner J, Cech R. Perception of ELF electromagnetic fields: excitation thresholds and inter-individual variability. *Health Phys*. 2007;92:591–5.
144. McCarty DE, Carrubba S, Chesson AL, Frilot C, et al. Electromagnetic hypersensitivity: evidence for a novel neurological syndrome. *Int J Neurosci*. 2011;121:670–6.
145. Hinrikus H, Parts M, Lass J, Tuulik V. Changes in human EEG caused by low level modulated microwave stimulation. *Bioelectromagnetics*. 2004;2004(25):431–40.
146. Hinrikus H, Bachmann M, Lass J, et al. Effect of low frequency modulated microwave exposure on human EEG: individual sensitivity. *Bioelectromagnetics*. 2008;29:527–38.
147. Mueller CH, Krueger H, Schierz C. Project NEMESIS: perception of a 50 Hz electric and magnetic field at low intensities (laboratory experiment). *Bioelectromagnetics*. 2002;23:26–36.
148. Legros A, Beuter A. Individual subject sensitivity to extremely low frequency magnetic field. *Neurotoxicology*. 2006;27:534–46.
149. Kimata H. Microwave radiation from cellular phones increases allergen-specific IgE production. *Allergy*. 2005;60:838–9.
150. Rea WJ, Pan Y, Fenyves EJ, Sujisawa I, et al. Electromagnetic field sensitivity. *J Bioelectricity*. 1991;10:241–56.
151. Belpomme D, Irigaray P. Electrohypersensitivity as a newly identified and characterized neurologic pathological disorder: how to

- diagnose, treat, and prevent it. *Int J Mol Sci.* 2020;21:1915. <https://doi.org/10.3390/ijms21061915>.
152. Stein Y, Udasin IG. Electromagnetic hypersensitivity (EHS, microwave syndrome) - review of mechanisms. *Environ Res.* 2020;186:109445. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109445>.
 153. Hagström M, Auranen J, Ekman R. Electromagnetic hypersensitive Finns: symptoms, perceived sources and treatments, a questionnaire study. *Pathophysiology.* 2013;20:117–22.
 154. Belyaev I, Dean A, Eger H, Hubmann G, et al. European EMF guideline 2016 for the prevention, diagnosis and treatment of EMF-related health problems and illness. *Rev Environ Health.* 2016;31:363–97.
 155. Austrian Medical Association. Guideline of the Austrian medical association for the diagnosis and treatment of EMF-related health problems and illnesses (EMF syndrome); 2012. Available at <https://vagbrytaren.org/Guideline%20AG-EMF.pdf>
 156. Hardell L, Koppel T. Electromagnetic hypersensitivity close to mobile phone base stations - a case study in Stockholm, Sweden. *Rev Environ Health.* 2022. <https://doi.org/10.1515/reveh-2021-0169>.
 157. Havas M. Radiation from wireless technology affects the blood, the heart, and the autonomic nervous system. *Rev Environ Health.* 2013;2013(28):75–84.
 158. Leitgeb N, Schröttner J. Electrosensitivity and electromagnetic hypersensitivity. *Bioelectromagnetics.* 2003;24:387–94.
 159. Deshmukh PS, Banerjee BD, Abegaonkar MP, Megha K, et al. Effect of low level microwave radiation exposure on cognitive function and oxidative stress in rats. *Indian J Biochem Biophys.* 2013;50:114–9.
 160. Everaert J, Bauwens D. A possible effect of electromagnetic radiation from mobile phone base stations on the number of breeding house sparrows (*Passer domesticus*). *Electromagn Biol Med.* 2007;26:63–72.
 161. Megha K, Deshmukh PS, Banerjee BD, et al. Microwave radiation induced oxidative stress, cognitive impairment and inflammation in brain of Fischer rats. *Indian J Exp Biol.* 2012;50:889–96.
 162. Narayanan SN, Kumar RS, Potu BK, Nayak S. Effect of radio-frequency electromagnetic radiations (RF-EMR) on passive avoidance behaviour and hippocampal morphology in Wistar rats. *Ups J Med Sci.* 2010;115:91–6.
 163. Narayanan SN, Kumar RS, Pavai J, Kedage V, et al. Analysis of emotionality and locomotion in radio-frequency electromagnetic radiation exposed rats. *Neurol Sci.* 2013;34:1117–24.
 164. Narayanan SN, Kumar RS, Kedage V, Nalini K, et al. Evaluation of oxidant stress and antioxidant defense in discrete brain regions of rats exposed to 900 MHz radiation. *Bratisl Lek Listy.* 2014;115:260–6.
 165. Cammaerts MC, De Doncker P, Patris X, Bellens F, Rachidi Z, Cammaerts D. GSM 900 MHz radiation inhibits ants' association between food sites and encountered cues. *Electromagn Biol Med.* 2012;31:151–65.
 166. Balmori A, Hallberg O. The urban decline of the house sparrow (*Passer domesticus*): a possible link with electromagnetic radiation. *Electromagn Biol Med.* 2007;26:141–51.
 167. Balmori A. Mobile phone mast effects on common frog (*Rana temporaria*) tadpoles: the city turned into a laboratory. *Electromagn Biol Med.* 2010;29:31–5.
 168. Aldad TS, Gan G, Gao XB, Taylor HS. Fetal radiofrequency radiation exposure from 800–1900 MHz-rated cellular telephones affects neurodevelopment and behavior in mice. *Sci Rep.* 2012;2:312. <https://doi.org/10.1038/srep00312>.
 169. Nittby H, Grafström G, Tian DP, Malmgren L, et al. Cognitive impairment in rats after long-term exposure to GSM-900 mobile phone radiation. *Bioelectromagnetics.* 2008;29:219–32.
 170. Ntzouni MP, Stamatakis A, Stylianopoulou F, Margaritis LH. Short-term memory in mice is affected by mobile phone radiation. *Pathophysiology.* 2011;18:193–9.
 171. Saikhedkar N, Bhatnagar M, Jain A, Sukhwal P, et al. Effects of mobile phone radiation (900 MHz radiofrequency) on structure and functions of rat brain. *Neurol Res.* 2014;36:1072–9.
 172. Rubin GJ, Nieto-Hernandez R, Wessely S. Idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (formerly 'electromagnetic hypersensitivity'): an updated systematic review of provocation studies. *Bioelectromagnetics.* 2010;31:1–11.
 173. Markova E, Hillert L, Malmgren L, Persson BRR, Belyaev IY. Microwaves from GSM mobile telephones affect 53BP1 and gamma-H2AX foci in

- human lymphocytes from hypersensitive and healthy persons. *Environ Health Perspect.* 2005;113:1172–7.
174. Markova E, Malmgren LO, Belyaev IY. Microwaves from mobile phones inhibit 53BP1 focus formation in human stem cells more strongly than in differentiated cells: possible mechanistic link to cancer risk. *Environ Health Perspect.* 2010;118:394–9.
 175. Belyaev IY, Markova E, Hillert L, Malmgren LOG, Persson BRR. Micro-waves from UMTS/GSM mobile phones induce long-lasting inhibition of 53BP1/gamma-H2AX DNA repair foci in human lymphocytes. *Bioelectromagnetics.* 2009;2009(30):129–41.
 176. Gulati S, Kosik P, Durdik M, Skorvaga M, et al. Effects of different mobile phone UMTS signals on DNA, apoptosis and oxidative stress in human lymphocytes. *Environ Pollut.* 2020;267:115632. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115632>.
 177. Dieudonné M. Does electromagnetic hypersensitivity originate from nocebo responses? Indications from a qualitative study. *Bioelectromagnetics.* 2016;37:14–24.
 178. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). General approach to protection against non-ionizing radiation. *Health Phys.* 2002;82:540–8.
 179. World Health Organization (WHO). Electromagnetic fields and public health. Electromagnetic hypersensitivity; 2005. <https://web.archive.org/web/20220423095028/https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/radiation-and-health/non-ionizing/el-hsensitivity>
 180. Havas M. Electrohypersensitivity (EHS) is an environmentally-induced disability that requires immediate attention. *J Sci Discov.* 2019;3(1):jsd18020. <https://doi.org/10.24262/jsd.3.1.18020>.
 181. US Environmental Protection Agency (US EPA). A review of the reference dose (RfD) and reference concentration (RfC) process. Risk assessment forum. EPA/630/P-02/002F. Washington, DC; 2002. Available at: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-12/documents/rfd-final.pdf>
 182. International Council for Harmonization (ICH). Impurities: guidelines for residual solvents Q3C(R7); 2018. Available at: <https://www.pmda.go.jp/files/000231003.pdf>
 183. Dankovic DA, Naumann BD, Maier A, Dourson ML, Levy LS. The scientific basis of uncertainty factors used in setting occupational exposure limits. *J Occup Environ Hyg.* 2015;12:S55–68.
 184. Uche UI, Naidenko OV. Development of health-based exposure limits for radiofrequency radiation from wireless devices using a benchmark dose approach. *Environ Health.* 2021;20:84. <https://doi.org/10.1186/s12940-021-00768-1>.
 185. Peleg M, Naativ O, Richter ED. Radio frequency radiation-related cancer: assessing causation in the occupational/military setting. *Environ Res.* 2018;163:123–33.
 186. Gong Y, Capstick M, McCormick DL, Gauger JR, Horn T, Wilson P, et al. Life time dosimetric assessment for mice and rats exposed to cell phone radiation. *IEEE Trans Electromagn Compat.* 2017;59:1798–808.
 187. Alvarez-Buylla A, Lim DA. For the long run: maintaining germinal niches in the adult brain. *Neuron.* 2004;41:683–6.
 188. Levitt BB, Lai HC, Manville AM. Effects of non-ionizing electromagnetic fields on flora and fauna, part 1. Rising ambient EMF levels in the environment. *Rev Environ Health.* 2021. <https://doi.org/10.1515/reveh-2021-0026>.
 189. Levitt BB, Lai HC, Manville AM. Effects of non-ionizing electromagnetic fields on flora and fauna, part 2 impacts: how species interact with natural and man-made EMF. *Rev Environ Health.* 2021. <https://doi.org/10.1515/reveh-2021-0050>.
 190. Moller A, Sagasser S, Wiltschko W, Schierwater B. Retinal cryptochrome in a migratory passerine bird: a possible transducer for the avian magnetic compass. *Naturwissenschaften.* 2004;91:585–8.
 191. Heyers D, Manns M, Luksch H, Güntürkün O, Mouritsen H. A visual pathway links brain structures active during magnetic compass orientation in migratory birds. *PLoS One.* 2007;2:e937. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000937>.
 192. Collett TS, Barron J. Biological compasses and the coordinate frame of landmark memories in honeybees. *Nature.* 1994;386:137–40.
 193. Holland RA, Kirschvink JL, Doak TG, Wikelski M. Bats use magnetoreception to detect the earth's magnetic field. *PLoS One.* 2008;3:e1676. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0001676>.

Sres. Legisladores, Concejales, a la Comunidad de Tierra del Fuego y a quien corresponda.

Ejerzo desde hace 40 años como Médico Otorrinolaringólogo Especializado en Patología del oído, Tumores de la Vía Auditiva y Dispositivos de ayuda Auditiva (Implantes cocleares).

Motiva mi preocupación, el real incremento en número y tamaño de los tumores de la vía auditiva, llamados Schwannomas Vestibulares ó Neurinomas del Acústico (SV-NA).

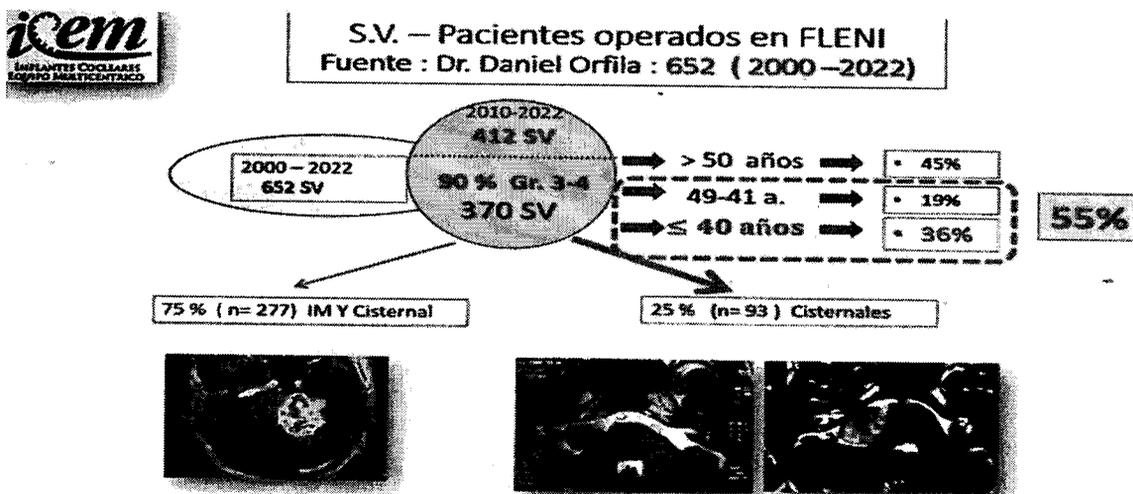
Desde hace 30 años trabajo en esa temática, pero he observado con gran preocupación que esos tumores que siempre existieron, en los últimos tiempos, se presentan en **gente más joven y son de mayor tamaño**, con efecto compresivo en el Tronco encefálico (zona protuberencial) con la consiguiente mayor “morbi-mortalidad” en su único tratamiento curativo, que es su extirpación quirúrgica.

En resumen: **más Schwannomas, tamaños Grandes (3° grado) y Gigantes (4° grado) y en pacientes más jóvenes.**(Clasificación de Koos-Samii)

Ya ha sido probado que las radiaciones NO ionizantes, actúan por efecto acumulativo y además son CO-Carcinogénicas, aunque la O.M.S. las haya clasificado en el 2011 como categoría 2B, y a la espera de una más real categorización surgida de tanta bibliografía científica probatoria.

A tal efecto expongo nuestras estadísticas de pacientes operados en Fleni, donde me desempeño como “Médico Asociado al Servicio de Neurocirugía”.

Slide 1



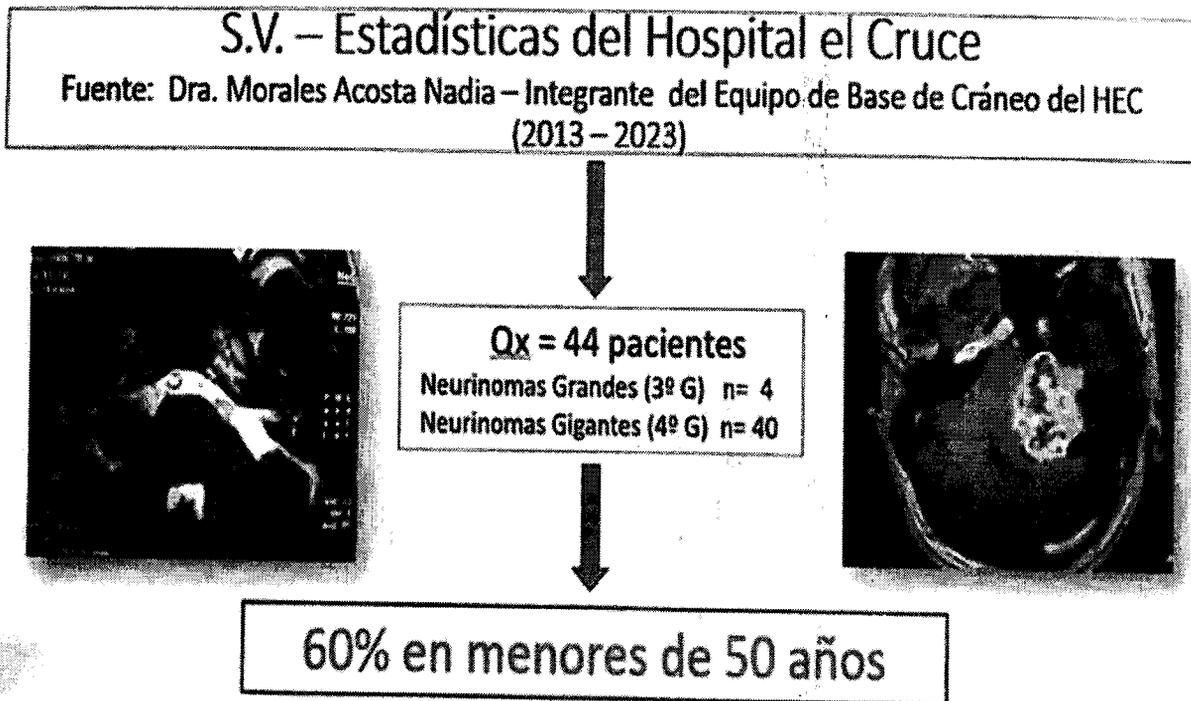
En el Slide 1 se verifican **652** pacientes operados de Schwannomas Vestibulares desde el **2000 al 2022**, siendo casi en su totalidad tumores **Grandes (3º grado)** y **Gigantes (4º grado)**.

Pero es importante observar la subpoblación de los operados a partir del 2010, de los cuales el **90 %** de los mismos son SV grandes y gigantes. Y el **55%** de ellos los padecían pacientes de menos de 50 años.

Ello muestra un crecimiento atípico y más veloz que en años anteriores al 2000, donde tumores de gran tamaño, casi en exclusiva eran vistos en pacientes añosos, ya sea por demora en la consulta o en el diagnóstico. Conclusiones similares a las nuestras, son avaladas por el **Servicio de Otorrinolaringología del Hospital Italiano de Buenos Aires (HIBA)**.

Debido a ello también solicité las estadísticas de otro centro de referencia: **“Hospital El Cruce”** en provincia de Buenos Aires.

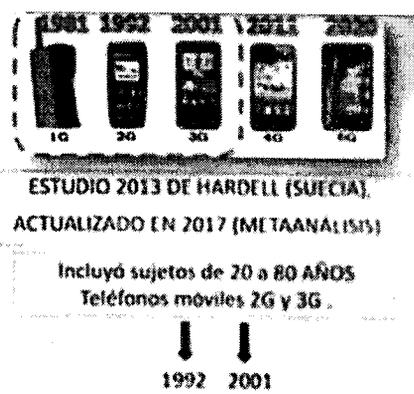
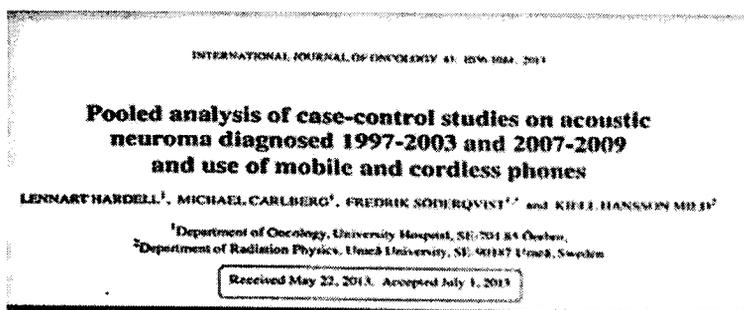
Slide 2



En el mismo (slide 2) se observa que entre el año 2013 al 2023 intervinieron 44 pacientes con SV grandes y gigantes, siendo el **60%** de los mismos, en menores de 50 años.

Es de real valía el trabajo estadístico de la escuela sueca publicada por el Dr. **LENNART HARDELL** del año 2013, actualizado en el 2017

Slide 3



- Asociación entre Neurinoma del Acústico y celulares (O.R.: asociación de variables: 1,5).
- Mayor riesgo a mayor tasa de uso (mayor con 20 años de uso acumulado) (O.R. aumenta a 8 !!!).
- Mayor riesgo a más de 1480 hs. de uso (Es igual a 25 minutos/día = 13 horas/més por 10 años).
- Aumento de volumen tumoral por año de uso y por cada 100 hs. de uso acumulado.
- Aumento en la permeabilidad de la barrera hematoencefálica, con mayor entrada de Calcio y citotoxicidad.

En el mismo se hace un estudio pormenorizado entre aparición de SV y tasa de uso de telefonía celular, siendo concluyente con una asociación O.R. de 1.5 que aumenta a 8 a mayor tiempo de uso acumulado.

El Prof. Hardell en otros papers también muestra un incremento de otros tipos de tumores cerebrales (Gliomas Glioblastomas, etc.)

Como integrante del CIPRACEM (Comisión Interamericana de Protección contra los Campos Electromagnéticos), **hemos presentado ante el Ministerio de Salud de la Nación vasta bibliografía internacional que registra y prueba el daño que produce la tecnología 5G (celulares y multiplicación de antenas).**

En las notas presentadas se solicita a las autoridades a respetar las normas internacionales de Protección contra las Radiaciones No Ionizantes y 5G, en el **Exp. 2023-21156325-APN-DD-#MS.**

Ello generó una reunión presencial del CIPRACEM con la Sub-secretaria de Salud de la Nación (2023) Dra. Sandra Tirado, donde se le facilitó extensa bibliografía publicada en revistas internacionales; sobre efecto nocivo del 5G en los seres vivos (humanos-animales-insectos-plantas- planeta), sólo algunos de ellos quedan a vuestra disposición, al final de esta nota.

A continuación expongo bibliografía relevante que explica lo observado en nuestra práctica clínico-quirúrgica, (más tumores – de mayor volumen tumoral – pacientes más jóvenes)

- Vienne-Jumeau A, Tafani C, Ricardo D. Environmental risk factors of primary brain tumors: A review. Rev Neurol (Paris). 2019; 175:664-78.

- Bortkiewicz A, Gadzicka E, Szymczak W. Mobile phone use and risk for intracranial tumors and salivary gland tumors – A meta-analysis. Int J Occup Med Environ Health. **2017**;30:27-43.
- Rööslü M, Lagorio S, Schoemaker MJ, Schüz J, Feichting M. Brain and salivary gland tumors and mobile phone use: Evaluating the evidence from various epidemiological studies. Annu Rev Public Health. **2019**;40:221-38.
- Pooled Analysis of Case-Control studies on Acoustic Neuroma Diagnosed 1997-2003 and 2007-2009 and use of mobile and cordless phones. International Journal of Oncology 43:1036-2013.

Lennart Hardell – Michael Carlberg
UMCA-SWEAEN

Se adjuntan nota a las autoridades **Exp. 2023-21156325-APN-DD-#MS.** y cuatro trabajos relevantes de los daños a la salud.

https://faso.org.ar/cipracem_13-10.asp

<https://academic.oup.com/ehjdh/article/4/3/165/7131479?login=false>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935122011781?via%3>

Dihub

<https://esmed.org/MRA/mra/article/view/2371>

<https://faso.org.ar/imagenes/cipracem/3.5.pdf>



Prof. Dr. Daniel Orfila

D.N.I 10.893.070 – Mat. Nac. 52481 – Mail: dorfila@intramed.net

Médico Otorrinolaringólogo especializado en cirugía otológica en tumores del ángulo pontocerebeloso e implantes cocleares.

M.N. 52481

Jefe del ICEM (Implantes Cocleares Equipo Multicéntrico)

Médico Asociado al Servicio de Neurocirugía del Instituto FLENI

Profesor consulto de la Licenciatura de Fonoaudiología de la Universidad del Salvador.

Profesor Titular de Terapéutica Audiológica en la maestría de fonoaudiología en la UMSA (Universidad del Museo Social Argentino)

Miembro del CIPRACEM (Comisión Interamericana de Protección contra los Campos Electromagnéticos)

Dr. Andrés Ozols:

- Doctor en Física y profesor consulto del Instituto de Ingeniería Biomédica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.
- Ex profesor asociado del Departamento de Física (física de semiconductores y mecánica cuántica y optoelectrónica).
- Realiza tareas de investigación y desarrollo de biomateriales y dispositivos médicos, destinados principalmente a la cirugía reconstructiva y medicina regenerativa del sistema musculoesquelético (<https://www.youtube.com/watch?v=i9VOuTC19iU&t=621s>).
- Desarrolla de prototipos de implantes quirúrgicos, sus validaciones físicas, químicas, biológicas y la producción en otras instituciones y empresas fabricantes de implantes quirúrgicos.
- Investigador consulto del Departamento de Química para el desarrollo de absorbentes de metales pesados en la remediación del medio ambiente.
- Investigador consulto para desarrollo de blindajes contra radiaciones electromagnéticas de microondas del Departamento de Electrónica y daño a la salud de las radiaciones (<https://youtu.be/JxvK5tjxIoE>).
- Consultor del área Biomédica en todas las etapas de desarrollo, producción, gestión de calidad de productos y tecnología médica, en el marco de las normas ISO de la Comunidad Europea, para garantizar su seguridad, eficacia, y cálculo de riesgo.
- Miembro de los subcomités de Implantes Quirúrgicos, Productos Médicos, Productos Textiles y Nanotecnología y productos médicos del IRAM.
- Disertante de Congresos Internacionales de Medicina Regenerativa, Biomateriales y talleres de Medicina Cuántica.
- Profesor invitado de los cursos de especialización, certificación de médicos especialistas y másteres de Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología.
- Premiado con doce premios en el área de salud, realizado casi 70 publicaciones, más de 160 presentaciones a congresos, cas 50 desarrollos industriales.
- Evaluador de la calidad de la educación universitaria de las universidades locales, de proyectos nacionales (UBA, CNEAU, Agencia de Ciencia y Técnica), e internacionales (Universidad Técnica de Riga de Letonia y otros proyectos de la Comunidad Europea), de profesionales. Revisor de publicaciones nacionales e internacionales en las áreas referidas.