

**Entrevista con la neurobióloga Dra. Keren Grafen sobre los resultados de estudios científicos acerca de los efectos de las EMF de alta frecuencia (HF-EMF) en el desarrollo cerebral infantil**

**«Ya es tiempo de tomar en serio los efectos negativos de las EMF de alta frecuencia sobre el desarrollo cerebral de niñas, niños y adolescentes.»**

DRA. RER. NAT. KEREN GRAFEN es neurobióloga y naturópata. Estudió biología, realizó estudios de investigación y obtuvo el doctorado en la Universidad de Bielefeld, en las cátedras de Neuroanatomía y Neurociencias Cognitivas. Desde 2013 ejerce de manera independiente en su propia consulta. Sus campos de investigación incluyen la influencia de las experiencias en la primera infancia sobre la maduración del cerebro, así como los efectos de las drogas y el estrés sobre estructuras cerebrales implicadas en el procesamiento emocional y cognitivo. Es docente en neurología y fisiología sensorial, y autora de numerosas publicaciones científicas. Pasó su infancia en el Himalaya, donde tuvo contacto temprano con un sistema de curación fuertemente influenciado por el Tíbet, experiencia que marcó profundamente su amor por la naturaleza y la medicina natural.



**En su conferencia en Neckartenzlingen, la neurobióloga Prof. Gertraud Teuchert-Noodt explicó que el metabolismo cerebral está regulado principalmente por frecuencias electromagnéticas que oscilan entre los 4 Hz y los 30 Hz, y que la homeostasis del cerebro depende de una interacción sumamente sensible entre estas frecuencias. Su instituto ha presentado resultados de investigación que respaldan esta afirmación. Por lo tanto, resulta lógico pensar que las radiaciones provenientes del exterior, como las generadas por las señales de telefonía móvil, influyen sobre este sistema. La Dra. Keren Grafen trabajó como colaboradora en el instituto de la Prof. Teuchert-Noodt y conoce profundamente las investigaciones neurobiológicas realizadas allí.**

La neurobiología ha demostrado cómo la sobreestimulación sensorial provocada por los medios digitales afecta el metabolismo cerebral, inhibe el desarrollo de la corteza prefrontal (el lóbulo frontal anterior) e incluso puede inducir adicciones. Un estudio reciente de Kim *et al.* (2024), titulado “La exposición a frecuencias altas induce disfunción sináptica en neuronas corticales, lo que provoca alteraciones en el aprendizaje y la memoria en ratones jóvenes en etapa postnatal temprana”, demuestra ahora a nivel molecular los efectos patológicos de la radiación de alta frecuencia sobre el desarrollo cerebral, especialmente en la corteza prefrontal. La radiación de telefonía móvil inhibe el desarrollo de la estructura sináptica y su densidad, así como el crecimiento de las neuritas, con consecuencias negativas para el comportamiento, el aprendizaje espacial y la memoria.



Niños cautivados por TikTok. ¿Qué efecto tiene la radiación sobre su cerebro?

Los efectos negativos de la radiación de los teléfonos móviles sobre la memoria no se han demostrado solo en experimentos con animales. Un estudio titulado “Estudio prospectivo de cohorte sobre el rendimiento de la

memoria en adolescentes y la dosis cerebral individual de campos de microondas por comunicación inalámbrica”, realizado en Suiza con 700 adolescentes, reveló que los campos electromagnéticos de alta frecuencia emitidos por los teléfonos móviles afectan negativamente el desarrollo de la memoria figurativa y verbal. La investigación fue realizada por el Instituto Suizo de Medicina Tropical y Salud Pública (Förster *et al.*, 2018). Durante un año, se evaluó el uso del celular en jóvenes de entre doce y diecisiete años. Como era de esperarse, quienes hablaban más por teléfono presentaron una mayor carga de radiación en el cerebro. Lo revelador: a mayor cantidad de llamadas, menor fue el rendimiento en las pruebas de memoria figurativa. También la memoria verbal mostró resultados más bajos.

¿Acaso el estudio de Kim *et al.* proporciona ahora una explicación neurobiológica para los hallazgos de Förster *et al.*? ¿Cuál es la relevancia de estos resultados? Sobre estas preguntas entrevistamos a la neurobióloga Dra. Keren Grafen.

## Hipocampo - Centro para el aprendizaje eficaz

**DIAGNOSE:FUNK: Dra. Grafen, quisiéramos pedirle una evaluación de los resultados de los dos estudios realizados por Kim y Förster, los cuales investigan los efectos de la radiación de los teléfonos móviles sobre el cerebro. Para comenzar, y pensando en nuestros lectores que no son biólogos: ¿Qué función cumple el hipocampo? ¿Qué papel juegan las sinapsis y las neuritas en el cerebro?**

**KEREN GRAFEN:** ¡Con mucho gusto! El hipocampo es una estructura fascinante del cerebro que cumple un papel fundamental en la memoria a corto plazo, en la transferencia de información hacia la memoria a largo plazo, así como en las emociones, la motivación y la orientación espacial. El nombre “hipocampo” proviene de su forma, que recuerda a un caballito de mar.

Una característica notable del hipocampo es su capacidad para generar nuevas neuronas durante toda la vida. Esta neurogénesis ocurre en un nicho embrionario localizado en el propio hipocampo, lo que permite una continua formación de nuevas células nerviosas. Este proceso es clave para la plasticidad neuronal, ya que mantiene la capacidad de adaptación de la red neuronal y previene la formación de estructuras rígidas. Como el hipocampo necesita almacenar constan-

temente nueva información, este sistema se mantiene por naturaleza receptivo a los estímulos del entorno. Este fenómeno, conocido como neurogénesis hipocampal, ha sido un área central de mi trabajo durante muchos años. Es importante saber que la formación de nuevas neuronas en el hipocampo se conserva hasta una edad avanzada, siendo una condición esencial para el aprendizaje, la regulación emocional y la flexibilidad cognitiva.

Otra función central del hipocampo es su participación en la construcción de mapas cognitivos. El descubrimiento de las llamadas place cells (células de lugar) en el hipocampo y de las grid cells (células de rejilla) en la corteza entorrinal adyacente fue reconocido en 2014 con el Premio Nobel de Fisiología o Medicina. Estas neuronas especializadas son esenciales para codificar información espacial y permiten al cerebro calcular mapas internos que sirven para la navegación.

La base neuroanatómica de todos estos procesos son las neuritas, es decir, los axones y dendritas, que permiten una red compleja de interconexión entre las neuronas. Las sinapsis desempeñan un papel crucial en la transmisión de señales y hacen posible el intercambio de información dentro de las redes neuronales.

Un daño al hipocampo tiene consecuencias de gran alcance para los procesos cognitivos y espaciales. Estudios experimentales en roedores han demostrado que sin esta estructura, el aprendizaje eficaz ya no es posible – un hallazgo que también se ha confirmado en humanos. El caso del paciente H.M., a quien se le extirpó bilateralmente el hipocampo en la década de 1950, ilustra de forma impactante la importancia vital de esta región: después de la operación, fue incapaz de formar nuevos recuerdos y tampoco pudo orientarse en el espacio.

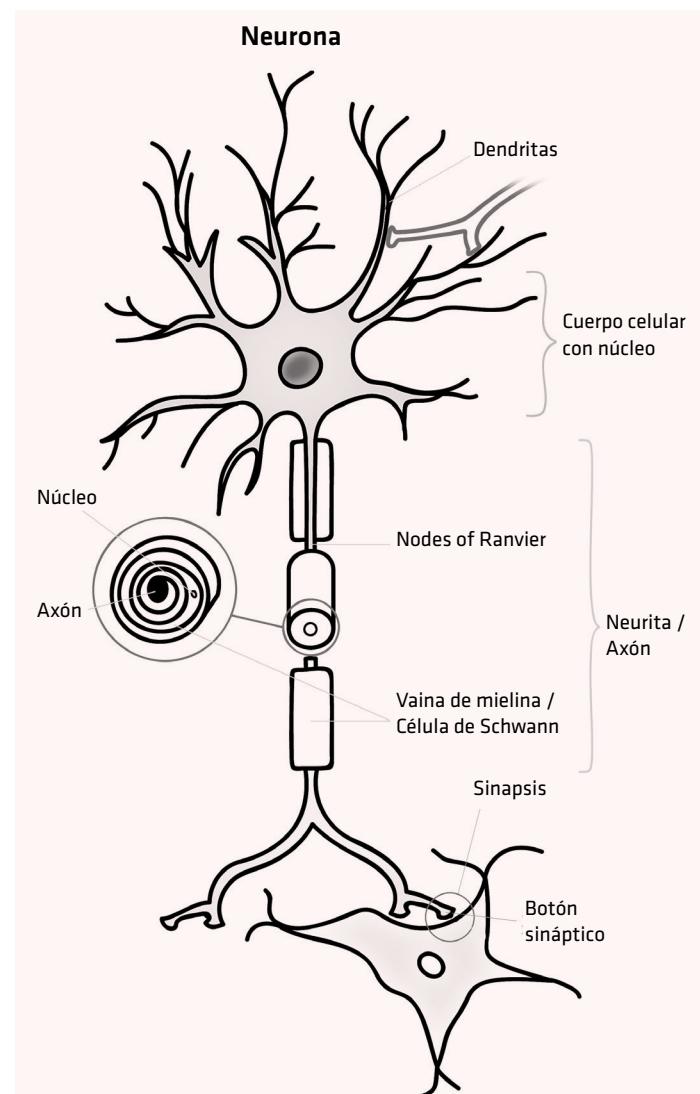
## Las EMF de alta frecuencia hacen que las ramas de los árboles neuronales se atrofien

**DIAGNOSE:FUNK:** Uno de los resultados del estudio de Kim *et al.* muestra que la exposición a RF-EMF provocó una disminución en la longitud de las neuritas y en el número de ramificaciones. ¿Qué consecuencias puede tener esto?

**KEREN GRAFEN:** Una red neuronal puede imaginarse como un bosque: cada neurona es como un árbol, cuyas ramas se extienden y se conectan con otros árboles. Pero si algunas de esas ramas –o incluso árboles

enteros – mueren, se generan claros en el bosque denso y se interrumpen las conexiones vivas entre los árboles. Este es precisamente el fenómeno que pudo demostrar de forma contundente el estudio de Kim *et al.*: la exposición a campos electromagnéticos de radiofrecuencia (RF-EMF) afecta negativamente a los axones y dendritas de las neuronas en el hipocampo. Las ramas de los árboles neuronales se atrofian, disminuyen en número, y la red pierde estabilidad.

Aún más profundas pueden ser las consecuencias sobre la orientación espacial: la exposición a EMF puede afectar tanto la formación como la funcionalidad de los mapas cognitivos. Esto tendría implicaciones no solo para la memoria, sino también para procesos mentales



Radiofrequency electromagnetic fields cause the branches of neuronal trees to atrophy. Cellular processes in neurons are regulated electro-chemically: "Neurons that fire together, wire together" (Donald Hebb). According to K. Grafen: "Exposure to radiofrequency electromagnetic fields has a detrimental effect on the axons and dendrites of neurons in the hippocampus. The branches of the neuronal trees atrophy, their number decreases, and the network loses stability ... The anatomical correlate of all learning is impaired."

más complejos —como la capacidad de distinguir entre pasado y futuro, o la interacción social con otras personas. Así como un bosque dañado altera su ecosistema y afecta a innumerables especies animales, una red neuronal deteriorada podría tener consecuencias de gran alcance para nuestro pensamiento y comportamiento.

## **Sinapsis de aprendizaje según Hebb: „Las neuronas que se activan juntas, se conectan entre sí.“**

**DIAGNOSE:FUNK:** En las neuronas del hipocampo analizadas, se observó una reducción significativa en la expresión de los receptores de glutamato AMPA y NMDA, que forman parte de la sinapsis de aprendizaje según Hebb. ¿Qué significa esto? ¿Se pueden derivar de ello consecuencias para la neuroplasticidad? ¿Qué papel juega la neuroplasticidad?

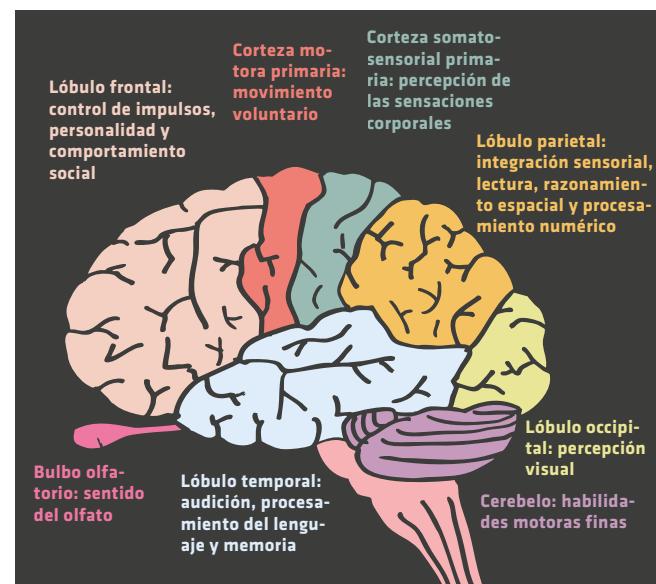
**KEREN GRAFEN:** Para comprenderlo, conviene explicar primero el concepto de sinapsis de aprendizaje según Hebb, un principio fundamental de la plasticidad neuronal formulado por el investigador canadiense Donald Hebb en 1949: “Las neuronas que se activan juntas, se conectan entre sí.” Esto significa que la conexión sináptica entre dos neuronas se fortalece cuando ambas se activan de forma repetida y simultánea. Más específicamente: si una neurona presináptica (emisora) se activa al mismo tiempo que una neurona postsináptica (receptora), el vínculo entre ambas se refuerza. Este fenómeno se conoce como potenciación a largo plazo (Long-Term Potentiation, LTP), y el receptor NMDA juega en él un papel central.

El proceso se desarrolla de la siguiente manera: una señal entrante activa primero al receptor AMPA, que transmite la excitación de manera inmediata. Solo cuando la neurona se mantiene activa durante un periodo prolongado —como ocurre en los procesos de aprendizaje mediante estimulación repetida— se activa también el receptor NMDA. Una particularidad de este receptor es que, en reposo, está bloqueado por un ion de magnesio. Este bloqueo solo se libera cuando el estímulo sobre la célula receptora es suficientemente fuerte. Esto desencadena una serie de procesos químicos que provocan cambios estructurales en la sinapsis: esta crece, se vuelve más estable y aumenta su tamaño. Como resultado, la transmisión de señales se facilita y la eficiencia del aprendizaje mejora. A eso se refería

Hebb en 1949, cuando postuló que la sinapsis entre dos neuronas se fortalece cuando se activan juntas de forma reiterada.

La reducción significativa en la expresión de los receptores de glutamato AMPA y NMDA en neuronas del hipocampo —como demostró el estudio de Kim— implica que los procesos de aprendizaje están afectados a nivel fisiológico. Esto, a su vez, reduce la capacidad del cerebro para adaptarse estructural y funcionalmente a las experiencias y estímulos del entorno —un proceso conocido como neuroplasticidad. Las consecuencias son amplias: se ve afectado el correlato anatómico de todo aprendizaje.

## **Las EMF de alta frecuencia alteran la homeostasis del ritmo cerebral**



El cerebro humano, el órgano más desarrollado de la evolución. El hipocampo se localiza en el lóbulo temporal.

**DIAGNOSE:FUNK:** En el instituto de la Prof. Teuchert-Noodt, donde usted trabajó, el estudio de Hoffmann *et al.* (2001) descubrió una correlación electrofisiológica: el metabolismo cerebral es regulado por EMF en frecuencias de 4 Hz a 30 Hz. ¿Podría explicarnos este mecanismo? ¿Y podrían los daños observados por Kim *et al.*, como la reducción en la expresión de BDNF, estar relacionados con ello?

**KEREN GRAFEN:** La relación electrofisiológica que Hoffmann *et al.* (2001) descubrieron en el instituto de

Teuchert-Noodt demuestra que los campos electromagnéticos (EMF) en el rango de 4 a 30 Hz influyen sobre la neurogénesis en el hipocampo. Lo más notable es que la exposición a frecuencias específicas, como 1 Hz, 29 Hz y 50 Hz, reduce significativamente la neurogénesis, mientras que otras, como 8 Hz y 12 Hz, no presentan efectos visibles. El estudio interpreta que solo ciertas frecuencias activan la liberación de neurotransmisores y hormonas, los cuales regulan a su vez los cambios estructurales en el hipocampo.

Este hallazgo abre paso a una hipótesis interesante: podría existir un mecanismo común que conecta el estudio de Hoffmann *et al.* con el de Kim *et al.* —es decir, que la regulación de neurotransmisores y hormonas inducida por EMF sea responsable de la disminución en la expresión de BDNF y, con ello, de la menor densidad sináptica. Es una suposición muy relevante, que sin duda dará lugar a nuevas investigaciones. El BDNF (Brain-Derived Neurotrophic Factor) es una proteína esencial para la formación de nuevas sinapsis en el cerebro. La deficiencia de BDNF se ha relacionado con déficits cognitivos y enfermedades neurodegenerativas.



Seguridad emocional, contacto y vínculo: el bebé escucha a su madre mientras ella le lee en voz alta y así desarrolla el lenguaje y la imaginación.

## El cerebro aprende especialmente a través del movimiento y el “tocar” tridimensional



“El ser humano solo juega cuando es verdaderamente humano, y solo es plenamente humano cuando juega.” (Friedrich Schiller)

### DIAGNOSE:FUNK: ¿Qué relevancia tiene todo esto para el aprendizaje y el desarrollo cerebral saludable? ¿Qué piensa usted, como neurobióloga, al observar a niñas, niños y jóvenes que pasan el día entero al teléfono?

KEREN GRAFEN: Es una pregunta muy importante. Desde la neurobiología, el desarrollo cerebral saludable es fundamental para el aprendizaje, ya que el cerebro de niñas, niños y adolescentes es particularmente plástico y moldeable. Eso significa que, por un lado, es altamente receptivo y, por otro, muy vulnerable ante influencias dañinas. Siguiendo la metáfora del bosque: cada nueva experiencia, cada aprendizaje y cada interacción añade nuevas “ramas” a la red neuronal. Los estímulos inadecuados o nocivos hacen que ese bosque se atrofie. No solo influyen agentes perjudiciales como las EMF, sino también la forma en que se aprende.

El cerebro aprende principalmente a través del movimiento, del tocar, del “aprehender” tridimensional. Es decir, no absorbemos información de manera pasiva, sino que la incorporamos activamente mediante la interacción corporal con el entorno, y así la anclamos en nuestro cerebro.

La creciente dependencia de dispositivos digitales y la exposición constante (24/7) a las EMF podrían estar afectando negativamente el crecimiento neuronal y las capacidades cognitivas —sobre todo en los cerebros altamente vulnerables de niñas, niños y adolescentes. En neurobiología, hablamos en estos casos de una maduración de emergencia, como se observa en el llamado

“efecto Kaspar Hauser”. Por ello, desde una perspectiva neurobiológica, es urgente tomar en serio los estudios experimentales, reducir la exposición a las EMF y utilizar alternativas que fomenten el desarrollo cerebral y el aprendizaje mediante el movimiento y la interacción con el mundo real. Las EMF y el desarrollo cerebral infantil: ¿una amenaza real?

**DIAGNOSIS:FUNK: Todo esto sugiere que la radiación de los celulares puede dañar seriamente el desarrollo cerebral. El estudio fue realizado con ratones. ¿Se pueden extraer conclusiones válidas sobre el riesgo en niñas y niños?**

**KEREN GRAFEN:** Sí, yo lo afirmo. Aunque los estudios citados se realizaron en ratones, los mecanismos neurobiológicos fundamentales —en particular aquellos relacionados con el hipocampo, esa estación de relevo tan importante para la neurogénesis, la plasticidad sináptica y la orientación espacial— son comparables en todos los mamíferos, incluidos los seres humanos.

Si estos resultados siguen siendo ignorados por una política influenciada por intereses industriales, al menos deberían servir como una señal de alerta para madres, padres, docentes y cuidadores. Es urgente que se tomen en serio los efectos negativos de las EMF de alta frecuencia sobre el desarrollo cerebral en niñas, niños y adolescentes. Medidas de precaución como limitar el uso de celulares en menores, preferir tecnologías cableadas y minimizar la exposición nocturna a la radiación deberían ser lo mínimo para prevenir posibles daños a largo plazo.



¿Quién habla conmigo sobre mis preguntas?

## Estudio suizo: el uso del smartphone daña la memoria figurativa

**DIAGNOSE:FUNK: Kim et al. investigaron procesos biológicos en ratones. ¿Podría esto aportar una explicación retrospectiva a los resultados del estudio de Förster et al. (2018) realizado en Suiza? Ese estudio examinó el impacto de los RF-EMF en aproximadamente 670 adolescentes y su rendimiento en tareas de memoria. Los resultados principales: un aumento en la exposición acumulada a RF-EMF se asoció con un deterioro del rendimiento en la memoria figurativa. El efecto fue especialmente marcado en participantes que usaban el teléfono preferentemente del lado de recho de la cabeza. La relación fue estadísticamente significativa cuando las dosis de RF-EMF se estimaron con base en datos proporcionados por los operadores.**

**KEREN GRAFEN:** Sí. La memoria figurativa se refiere a la capacidad de almacenar y recordar impresiones visuales como imágenes, formas, patrones o estructuras espaciales. Es una parte esencial de la memoria visual y nos permite reconocer objetos, rostros, lugares y situaciones sin depender de descripciones verbales. Desempeña un papel clave en la orientación espacial y la reconstrucción de percepciones. Y justamente aquí entra en juego el hipocampo —esa central clave para el procesamiento espacial. ¿Recuerda las place cells?

Así que sí, se puede establecer una conexión clara. El estudio de Kim et al. complementa muy bien los hallazgos de Förster et al. (2018), que revelaron una relación entre la carga acumulativa de RF-EMF y el deterioro de la memoria figurativa en adolescentes. Los cambios estructurales en el hipocampo afectan a largo plazo la red neuronal tridimensional y compleja.

Sin embargo, me gustaría hacer una observación crítica: la hipótesis de que regiones cerebrales específicas —como el hipocampo derecho— sean responsables de funciones aisladas como la memoria figurativa es una visión simplificada. Personalmente considero problemática esta llamada “hipótesis de lateralidad izquierda-derecha”, ya que cada vez más tendemos a comprender el cerebro no de forma anatómica aislada, sino como un sistema dinámico e interconectado. El cerebro no funciona en compartimentos estancos, sino en redes interactivas. Y esta perspectiva nos muestra que los efectos de los EMF son mucho más complejos y no pueden reducirse a regiones cerebrales específicas.

## Estudios de Salford lo confirman: los EMF abren la barrera hematoencefálica



En 2024, la Prof. Gertraud Teuchert-Noodt ofreció una conferencia sobre los hallazgos neurobiológicos respecto a los efectos de los medios digitales sobre el desarrollo cerebral. Disponible en: [www.diagnose-funk.org/2159](http://www.diagnose-funk.org/2159)

**DIAGNOSE:FUNK: Usted publicó en 2022 el artículo “La albúmina como marcador clave. Cómo cambia la permeabilidad de la BARRERA HEMATOENCEFÁLICA tras la exposición a radiación de telefonía móvil”, en la editorial Thieme. Allí escribe: “Los hallazgos del profesor Salford sobre la extravasación de albúmina provocada por campos electromagnéticos pueden ofrecer indicios de mecanismos patógenos para un amplio espectro de enfermedades neurológicas asociadas con disfunción de la BHE”. ¿Qué papel podría tener este mecanismo, en relación con los hallazgos de Kim et al., en el desarrollo cerebral, especialmente si incluso bebés y niños pequeños usan smartphones?**

KEREN GRAFEN: Sí, los hallazgos del Prof. Salford, que retomé en mi artículo “La albúmina como marcador clave” y combiné con datos recientes, ilustran con claridad lo complejos —y potencialmente peligrosos— que pueden ser los efectos de los EMF sobre el cerebro, especialmente a través de un mecanismo poco conocido: la barrera hematoencefálica (BHE). Hoy en día está bien documentado que la extravasación de albúmina está asociada con una hiperpermeabilidad de esta barrera.

Cuando se combinan estos resultados con los hallazgos de los estudios anteriores, la gravedad de los posibles efectos de los EMF sobre el desarrollo cerebral infantil se vuelve aún más evidente. La hiperpermeabilidad inducida por EMF abre el cerebro a sustancias dañinas que lo sobrecargan —en especial a nivel inmu-

nológico. Una red neuronal aún en desarrollo, y por tanto especialmente vulnerable, sufre alteraciones profundas. Y ahora imagíñese lo que esto puede significar para el futuro de nuestras niñas y niños, si desde edades cada vez más tempranas están en contacto constante con smartphones y otros dispositivos inalámbricos. El mecanismo de disfunción de la BHE, combinado con los hallazgos de Kim et al., demuestra que la exposición crónica a EMF puede generar afectaciones significativas en las funciones cerebrales. Yo lo veo todos los días en mi consulta: madres y padres desesperados, que observan impotentes cómo sus hijas e hijos actúan como si estuvieran controlados a distancia.

¡Es hora de que al menos madres, padres, docentes y cuidadores tomen conciencia del peligro creciente que representa la exposición a EMF para los cerebros en desarrollo de niñas, niños y adolescentes!

Sí existen alternativas, incluso en un mundo cada vez más digital. El uso de dispositivos cableados, una reducción drástica en el uso de celulares, especialmente en la infancia temprana, y —sobre todo— una educación clara y oportuna sobre los riesgos de los EMF son medidas urgentes si queremos proteger el desarrollo cerebral saludable. ¡No podemos seguir observando pasivamente cómo se pone en riesgo la salud de nuestras niñas y niños!

## ¡Es urgente enfrentar las consecuencias dramáticas!

**DIAGNOSIS:FUNK: En su libro “La generación ansiosa”, Jonathan Haidt plantea la hipótesis de que, desde 2012, el uso masivo del smartphone ha provocado un colapso en la salud mental de la juventud. Los estudios PISA muestran que las habilidades en matemáticas, lectura, escritura y expresión oral van en picada, mientras que los trastornos psíquicos en niñas, niños y adolescentes van en aumento. ¿No ofrece el estudio de Kim et al. una explicación biológica plausible para este fenómeno? ¿Qué consecuencias extrae usted, a partir de estos hallazgos, para las guarderías, las escuelas y las familias?**

KEREN GRAFEN: Sí, el estudio de Kim et al. no solo proporciona una explicación biológica plausible a las tesis de Jonathan Haidt en “La generación ansiosa”, sino que además nos permite dimensionar con mayor claridad el alcance real del impacto de las EMF sobre la salud mental de las y los jóvenes. Haidt señala que el uso

creciente de smartphones a partir del año 2012 ha llevado a un descenso drástico en el bienestar psíquico de la juventud, reflejado tanto en el aumento de trastornos mentales como en la caída del rendimiento escolar. Las múltiples alteraciones neurobiológicas que he descrito anteriormente podrían estar en el origen de las crecientes dificultades de niñas, niños y adolescentes en áreas cognitivas básicas como las matemáticas, la lectura, la escritura y el lenguaje.

A nivel neuroanatómico, el hipocampo, junto con la amígdala, es fundamental para la percepción del miedo. El corteza prefrontal nos permite situar ese miedo en un contexto, valorarlo, y discernir si se trata de una amenaza real o imaginaria. Como explicó la Prof. Dra. Teuchert-Noodt en su conferencia en Neckartenzlingen, el sistema dopamínérigo meso-límbico-cortical del estrés cumple aquí una función decisiva. Este circuito regula la manera en que gestionamos el estrés y el miedo, y cuando se ve afectado, disminuye de forma alarmante la resiliencia emocional de los jóvenes.

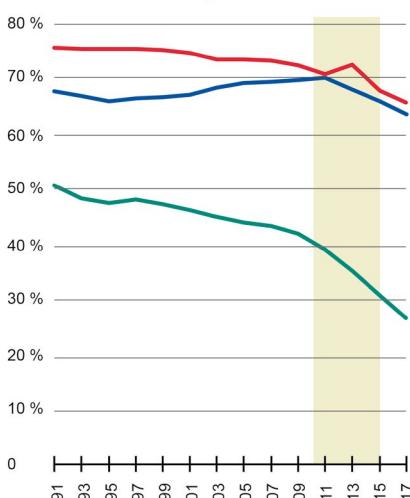
¡Ya es tiempo de enfrentarnos a las consecuencias dramáticas de estos hallazgos! Escuelas, jardines de in-

fancia y familias deben actuar de inmediato para reducir la exposición constante de niñas, niños y adolescentes a los campos electromagnéticos. Se requieren medidas urgentes para proteger el bienestar de nuestras infancias: Es necesario reducir drásticamente el tiempo frente a pantallas, fomentar métodos de aprendizaje analógicos e interacciones sociales reales, informar a profundidad y promover un uso más consciente y saludable de los dispositivos digitales. Si no actuamos ahora, corremos el riesgo de que la salud mental y el desarrollo cognitivo de toda una generación queden dañados de forma permanente.

**DIAGNOSE:FUNK:** Dra. Grafen, le agradecemos sinceramente por haber compartido con tanta claridad estos conocimientos de enorme relevancia. Su investigación debe conocerse. Publicaremos esta entrevista y la haremos llegar al mayor número posible de madres, padres, docentes y profesionales de la salud.

Las preguntas fueron realizadas por Peter Hensinger, miembro de la junta directiva de diagnose:funk.

### Meetings with friends, close friends, satisfaction with yourself



- Pupils have a few good friends
- Pupils are satisfied with themselves
- Pupils meet daily with friends

Source: summarized graphics from the book "The Anxious Generation" by Jonathan Haidt

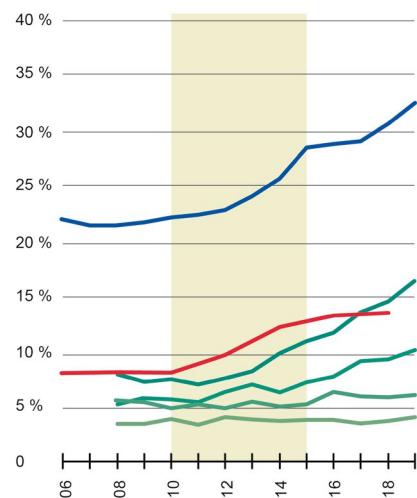
### Suicide, depression and social media



- Suicide rates of young adults per 1 mill. inhabitants
- Depression after daily use of social media in percent and hours
- Severe depression among teenagers in percent

Las gráficas del libro La generación ansiosa de Jonathan Haidt muestran un aumento masivo de desarrollos patológicos a partir de 2010 como consecuencia del uso del smartphone. Gráficas: diagnose:funk

### Loneliness, fear and stress



- Pupils who often feel lonely
- Anxiety disorders at the age of 18-25
- Young people with psychological stress
- Anxiety disorders at the age of 26-34
- Anxiety disorders at the age of 35-49
- Anxiety disorders at the age of 50+

Source: summarized graphics from the book "The Anxious Generation" by Jonathan Haidt

## Glosario del Entrevista

**Receptor de glutamato AMPA:** Receptor responsable de la transmisión excitatoria rápida en el sistema nervioso central, mediante el flujo de iones sodio ( $Na^+$ ) y, en ocasiones, calcio ( $Ca^{2+}$ ) tras la unión con glutamato.

**BDNF (Factor Neurotrófico Derivado del Cerebro):** Proteína que pertenece a la familia de los factores neurotróficos. Presente principalmente en el sistema nervioso central, estimula el crecimiento de neuronas sensoriales y motoras.

**Dendrita:** Prolongación ramificada de una neurona que conduce impulsos hacia el cuerpo celular.

**Sinapsis de aprendizaje según Hebb:** Principio neurofisiológico según el cual la conexión sináptica entre dos neuronas se fortalece con la activación simultánea y repetida (“Las neuronas que se activan juntas, se conectan entre sí”), base de la plasticidad sináptica y el aprendizaje.

**Hipocampo:** Región del cerebro clave para los procesos de memoria y aprendizaje.

**Neurita / Axón:** Prolongación de una célula nerviosa encargada de transmitir señales a otras células.

### Neurogénesis:

Formación de nuevas neuronas a partir de células madre mediante división y diferenciación.

**Receptor de glutamato NMDA:** Receptor crucial para la plasticidad neuronal y los procesos de aprendizaje.

**Sinapsis:** Zona de contacto funcional en la que una neurona transmite señales a otra neurona o a una célula muscular.

## Bibliografía

Hoffmann K, Bagorda F, Stevenson AF, Teuchert-Noodt G (2001): Los efectos de la exposición electromagnética sobre la proliferación celular en la circunvolución dentada del hipocampo en jirbos (*Meriones unguiculatus*), *Indian J Exp Biol* 39(12): 1220–1226.

Foerster M, Thielens A, Joseph W, Eeftens M, Röösli M (2018): Estudio prospectivo de cohorte sobre el rendimiento de la memoria en adolescentes y la dosis cerebral individual de radiación de microondas proveniente de comunicaciones inalámbricas, *Environmental Health Perspectives*, Vol. 126, No. 7. Acceso abierto: <https://www.emf-portal.org/de/article/35641>  
Video del Prof. Michael Kundi (Universidad Médica de Viena) sobre la relevancia del estudio: [www.youtube.com/watch?v=07G65fE0xEM](https://www.youtube.com/watch?v=07G65fE0xEM)  
<https://kurzlinks.de/xmtt>

Kim JH, Seok JY, Kim YH, Kim HJ, Lee JK, Kim HR (2024): La exposición a radiofrecuencia induce disfunción sináptica en neuronas corticales, lo que provoca alteraciones en el aprendizaje y la memoria en ratones en etapa postnatal temprana, *International Journal of Molecular Sciences*, 25(16). Resumen y discusión del estudio en: <https://www.emfdata.org/de/studien/detail?id=860>

Lehmann K, Grund T, Bagorda A, Bagorda F, Grafen K, Winter Y, Teuchert-Noodt G (2009): Efectos del desarrollo sobre las proyecciones dopaminérgicas y la proliferación celular del hipocampo en un modelo roedor de privación social y física postdestete desencadenada por breves cambios en el entorno, *Behavioural Brain Research* 205(1): 26–31.

Neufeld J, Teuchert-Noodt G, Grafen K, Winter Y, Witte AV (2009): Plasticidad sináptica en áreas motoras, sensoriales y límbico-prefrontales, medida mediante la degradación de terminales axonales en un modelo ambiental con jirbos (*Meriones unguiculatus*), *Neural Plasticity*, 2009: 1–15.

Teuchert-Noodt G, Hensinger P (2025): No hay salida de la epidemia del smartphone sin considerar los hallazgos de la investigación cerebral, *Journal of Neurology and Neuroscience*, 16(01): 001–011.

Grafen, K (2022): La albúmina como marcador clave – Cómo cambia la permeabilidad de la BARRERA HEMATOENCEFÁLICA tras la exposición a la radiación de telefonía móvil, *Deutsche Heilpraktiker-Zeitschrift* 17(06): 56–59. DOI: 10.1055/a-1870-2580 <https://www.emf-portal.org/de/article/58608> Descarga: <https://www.emfdata.org/de/studien/detail?id=785>