

Entrevista com a neurobióloga Dra. Keren Grafen sobre os resultados de estudos acerca dos efeitos das HF-EMF no desenvolvimento cerebral infantil

# «Está mais do que na hora de se levarem a sério os efeitos negativos das radiações de alta frequência (EMF) sobre o desenvolvimento cerebral de crianças e adolescentes.»

Retrato de Keren Grafen, LC: DRA. RER. NAT. KEREN GRAFEN é neurobióloga e naturopata. Estudou Biologia, realizou estudos de investigação e doutoramento na Universidade de Bielefeld, nas cadeiras de Neuroanatomia e de Neurociências Cognitivas. Desde 2013 trabalha de forma independente no seu próprio consultório. Os seus domínios científicos incluem: influência das experiências na primeira infância na maturação cerebral, efeitos das drogas e do stress sobre as estruturas cerebrais responsáveis pelo processamento emocional e cognitivo. É docente de Neurologia e Fisiologia Sensorial, bem como autora de numerosas publicações científicas. Passou a infância nos Himalaias, onde teve desde cedo contacto com o sistema de cura fortemente influenciado pelo Tibete, o que marcou profundamente o seu amor pela natureza e pelas medicinas naturais.



**Na sua palestra em Neckartenzlingen, a neurobiologista Prof. G. Teuchert-Noodt explicou que o metabolismo cerebral é regulado essencialmente por frequências electromagnéticas entre 4 Hz e 30 Hz e que a homeostase no cérebro depende de uma interação sensível entre essas frequências. O seu instituto dispõe de resultados de investigação a esse respeito. Por isso, é lógico que as radiações externas, como as geradas pelas radiações da telefonia móvel, tenham influência nesse sistema. A Dra. Keren Grafen foi colaboradora do instituto da Prof. G. Teuchert-Noodt e está profundamente familiarizada com as investigações neurobiológicas aí realizadas.**

A neurobiologia demonstrou como a sobrecarga de estímulos provocada pelos media digitais influencia o metabolismo cerebral, inibe o desenvolvimento do lobo frontal (córtex pré-frontal) e pode até conduzir à dependência. O estudo de Kim *et al.* (2024) „A exposição a altas frequências induz disfunção sináptica em neurónios corticais, causando alterações de aprendizagem e memória em ratos jovens no período pós-natal“ revela agora, também a nível molecular, os efeitos patológicos das radiações de alta frequência no desenvolvimento cerebral do córtex pré-frontal (lobo frontal). A radiação da telefonia móvel inibe o desenvolvimento da estrutura e densidade sináptica, bem como o crescimento dos neuritos, com consequências negativas no comportamento, na aprendizagem espacial e na memória.



Foto: Seventyfour - stock.adobe.com  
Grupo de crianças, telemóveis: LC: Crianças cativadas pelo TikTok. Como atua a radiação nos seus cérebros?

Os efeitos negativos da radiação dos telemóveis na memória não foram apenas verificados em experiências com animais. Um estudo intitulado „Um estudo de coorte prospetivo sobre a capacidade de memória dos adolescentes e a dose cerebral individual de campos de micro-ondas devido à comunicação sem fios“, envol-

vendo setecentos adolescentes na Suíça, revelou que os campos electromagnéticos de alta frequência dos telemóveis têm efeitos prejudiciais no desenvolvimento da capacidade de memória figurativa e verbal. O estudo foi conduzido pelo Instituto Suíço de Saúde Pública e Tropical (Förster *et al.* 2018). Durante um ano foi analisado o uso de telemóveis por jovens entre doze e dezassete anos. Como seria de esperar, os que faziam mais chamadas apresentaram uma maior exposição do cérebro à radiação. A descoberta surpreendente: quanto mais chamadas eram feitas, pior era o desempenho nos testes de memória figurativa. Também a memória verbal apresentou resultados inferiores.

Terão Kim *et al.* fornecido agora uma explicação neurobiológica para os resultados de Förster *et al.*? Que relevância têm estes resultados de investigação? Entrevistámos a neurobiologista Dra. Keren Grafen a este respeito.

## Hipocampo – centro de aprendizagem eficaz

**DIAGNOSE:FUNK: Dra. Grafen, gostaríamos de ouvir a sua avaliação dos resultados dos dois estudos de Kim e Förster, ambos sobre os efeitos da radiação dos telemóveis no cérebro. Primeiro, para os nossos leitores que não são biólogos, a pergunta: qual é a função do hipocampo? Que papel desempenham as sinapses e os neuritos no cérebro?**

KEREN GRAFEN: Com muito gosto! O hipocampo é uma estrutura fascinante do cérebro que desempenha um papel decisivo na memória de curto prazo, na transferência de informações para a memória de longo prazo, bem como nas emoções, na motivação e na orientação espacial. O nome “hipocampo” deriva da sua forma, que lembra um cavalo-marinho.

Uma característica notável do hipocampo é a sua capacidade de gerar novos neurónios ao longo da vida. Esta neurogénese ocorre numa camada germinativa embrionária localizada no próprio hipocampo e permite uma renovação contínua. Este processo contribui significativamente para a plasticidade neuronal, mantendo a adaptabilidade da rede neuronal e evitando a formação de estruturas rígidas. Como o hipocampo tem de armazenar continuamente novas informações, o sistema permanece, por necessidade, sensível aos estímulos ambientais. Este fenómeno, conhecido como neu-

rogênese hipocampal, constitui uma área central da investigação científica à qual me dediquei intensamente durante muitos anos. É importante saber que a formação de novos neurónios no hipocampo persiste até à idade adulta avançada, sendo um pré-requisito essencial para os processos de aprendizagem, a regulação emocional e a flexibilidade cognitiva.

Outra função central do hipocampo é a sua participação na criação de mapas cognitivos. A descoberta das células de lugar (Place Cells) no hipocampo e das células de grelha (Grid Cells) no córtex entorrinal adjacente foi distinguida com o Prémio Nobel de Fisiologia ou Medicina em 2014. Estas células nervosas especializadas são essenciais para a codificação da informação espacial e permitem o cálculo de mapas internos para a navegação.

A base neuroanatômica de todos estes processos são os neuritos – ou seja, os axónios e dendrites – que asseguram uma extensa interligação entre os neurónios. As sinapses desempenham um papel crucial na transmissão de sinais e possibilitam a troca de informações dentro das redes neuronais.

Uma lesão do hipocampo tem consequências de grande alcance para os processos cognitivos e espaciais. Estudos experimentais com roedores demonstram que, sem esta estrutura, a aprendizagem eficaz deixa de ser possível – um achado que também foi confirmado em seres humanos. O caso do paciente H.M., a quem foi removido bilateralmente o hipocampo nos anos 1950, ilustra de forma impressionante a importância central desta região: após a operação, perdeu completamente a capacidade de formar novas memórias e de se orientar no espaço.

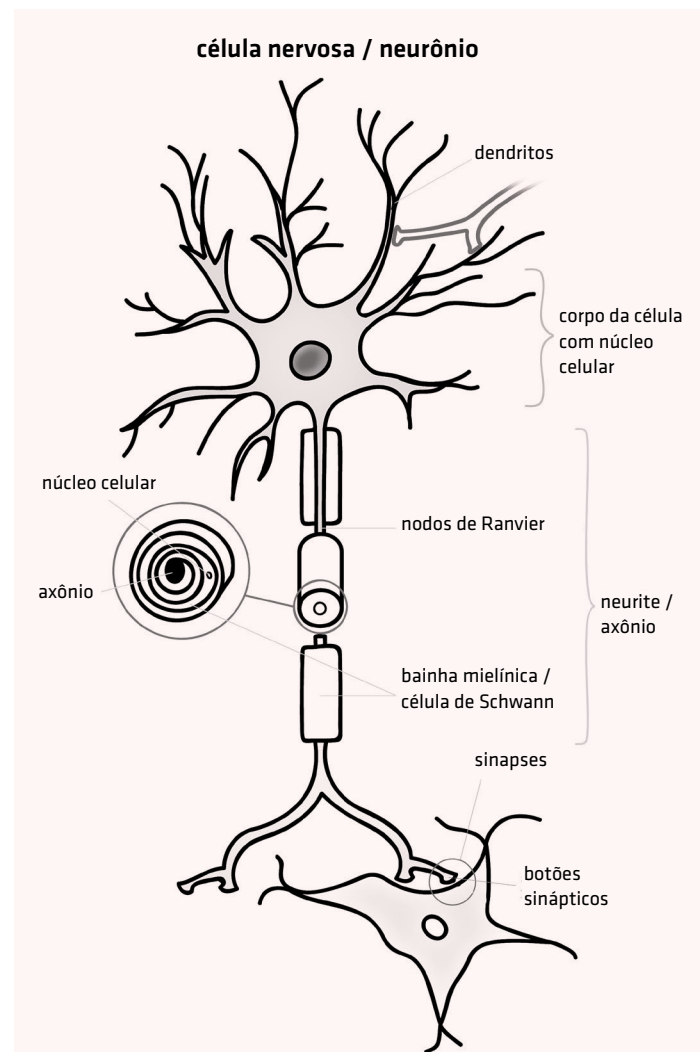
## RF-EMF faz definhar os ramos das árvores neuronais

**DIAGNOSE:FUNK: Um dos resultados do estudo de Kim et al.: a exposição a RF-EMF levou a uma redução no comprimento dos neuritos e no número de ramificações. Que consequências pode isto ter?**

**KEREN GRAFEN:** Pode-se comparar uma rede neuronal a uma floresta: cada neurónio é como uma árvore, cujos ramos se estendem amplamente e contactam com outras árvores. Mas se alguns ramos ou mesmo árvores inteiras morrem, surgem clareiras na floresta – a ligação outrora viva entre as árvores é interrompida. Foi precisamente este fenómeno que o estudo de Kim et al. demonstrou de forma impressionante: a exposi-

ção a campos electromagnéticos de alta frequência (RF-EMF) afeta negativamente os axónios e dendrites dos neurónios no hipocampo. Os ramos das árvores neuronais definham, o seu número diminui e a rede perde estabilidade.

## Os campos eletromagnéticos de alta frequência não permitem que os ramos das árvores neuronais se desenvolvam plenamente / células nervosas / neurônios.



Ainda mais profundas podem ser as consequências na orientação espacial: a exposição a EMF pode afetar tanto a formação como o funcionamento dos mapas cognitivos. Isto não afetaria apenas a nossa capacidade de memória, mas também processos mentais mais complexos – como a capacidade de distinguir entre passado e futuro ou a interação social com outras pessoas. Assim como uma floresta danificada altera o seu ecossistema e a vida de inúmeros animais, também uma rede neuronal perturbada pode ter consequências de largo alcance no nosso pensamento e comportamento.

## Sinapse de aprendizagem de Hebb: “Neurons that fire together, wire together.”

**DIAGNOSE:FUNK: A expressão dos recetores de glutamato AMPA e NMDA (sinapse de Hebb) estava significativamente reduzida nos neurónios hipocampais analisados. O que significa isto? Pode inferir-se daqui também as consequências para a neuroplasticidade? Que papel desempenha a neuroplasticidade?**

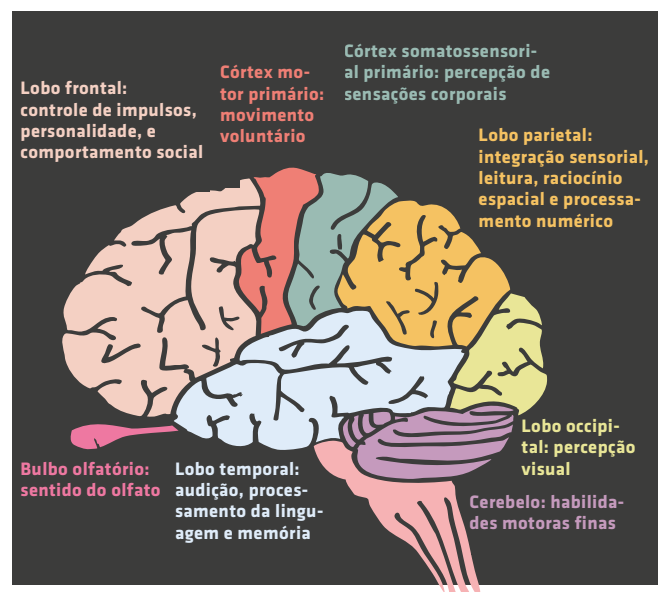
**KEREN GRAFEN:** Antes de mais, é importante explicar a sinapse de aprendizagem de Hebb, que constitui um princípio fundamental da plasticidade neuronal e foi formulada pelo investigador canadiano Donald Hebb em 1949: “Neurons that fire together, wire together.” Isto significa que a ligação sináptica entre dois neurónios é reforçada quando estão repetidamente ativos em simultâneo. Mais precisamente: quando um neurónio pré-sináptico (emissor) está ativo ao mesmo tempo que um neurónio pós-sináptico (recetor), a ligação sináptica entre ambos fortalece-se. Este fenómeno é designado por potenciação a longo prazo (LTP – Long-Term Potentiation), sendo o recetor NMDA essencial neste processo.

O mecanismo funciona da seguinte forma: um sinal que chega ativa primeiro o recetor AMPA, que transmite imediatamente a excitação. Só quando o neurónio se mantém ativo durante um período mais prolongado – como acontece nos processos de aprendizagem por estimulação repetida – é que o recetor NMDA é ativado. Uma característica especial do recetor NMDA é estar bloqueado por um ião de magnésio em estado de repouso. Apenas quando o input recebido pela célula é suficientemente intenso é que este bloqueio é eliminado. Isso desencadeia vários processos químicos que provocam uma modificação estrutural da sinapse: ela cresce, torna-se mais estável e aumenta de tamanho. Estas alterações facilitam a transmissão dos sinais através dessa sinapse, aumentando assim a eficiência da aprendizagem. Foi isso que Hebb quis dizer em 1949 ao postular que a ligação sináptica entre dois neurónios se reforça quando estão repetidamente ativos ao mesmo tempo.

A expressão significativamente reduzida dos recetores de glutamato AMPA e NMDA nos neurónios hipocampais – como demonstrado por Kim no estudo supracitado – significa que os processos de aprendizagem estão comprometidos ao nível fisiológico. Isto, por sua vez, implica que a capacidade do cérebro de se adaptar estrutural e funcionalmente às experiências e fatores

ambientais – um processo designado por neuroplasticidade – fica seriamente limitada. As consequências são de grande alcance: o correlato anatómico de toda a aprendizagem é afetado.

## HF-EMF influenciam a homeostase da ritmicidade cerebral



O cérebro humano, o órgão mais altamente desenvolvido da evolução. O hipocampo encontra-se no lobo temporal.

**DIAGNOSE:FUNK: No Instituto de Teuchert-Noodt, onde trabalhou, foi descoberta numa investigação de Hoffmann *et al.* em 2001 uma correlação eletrofisiológica: os metabolismos cerebrais são regulados por EMF nas frequências entre 4 Hz e 30 Hz. Poderia explicar-nos este mecanismo? E poderiam os danos observados por Kim *et al.*, como a redução da expressão de BDNF, estar também relacionados com este fenómeno?**

**KEREN GRAFEN:** A correlação eletrofisiológica descoberta por Hoffmann *et al.* (2001) no Instituto de Teuchert-Noodt demonstra que os campos eletromagnéticos (EMF) no intervalo de frequência entre 4 Hz e 30 Hz influenciam a neurogênese hipocampal. Um dado particularmente relevante é que exposições a EMF nas frequências de 1, 29 e 50 Hz reduzem significativamente a neurogênese, enquanto outras frequências, como 8 e 12 Hz, não apresentam qualquer efeito. O estudo interpreta que apenas determinadas frequên-

cias ativam a libertação de neurotransmissores e hormonas que, por sua vez, regulam as alterações observadas no hipocampo.

Este achado abre caminho a uma hipótese interessante: existe um mecanismo comum tanto no estudo de Hoffmann *et al.* como no de Kim *et al.* A regulação de neurotransmissores e hormonas mediada por EMF pode ser o fator desencadeante da expressão reduzida de BDNF e, por consequência, da diminuição da densidade sináptica – uma suposição extremamente relevante que certamente motivará futuras investigações. O BDNF, ou Fator Neurotrófico Derivado do Cérebro (Brain-Derived Neurotrophic Factor), é uma proteína que desempenha um papel central na formação de novas sinapses no cérebro. Uma deficiência de BDNF está associada a défices cognitivos e a doenças neurodegenerativas.

## O cérebro aprende sobretudo através do movimento, através do AGARRAR – e em três dimensões



„O ser humano só é plenamente humano onde brinca, e só brinca plenamente quando é humano“ (Friedrich Schiller)

**DIAGNOSE:FUNK: Que papel desempenha tudo isto na aprendizagem e no desenvolvimento cerebral saudável? O que pensa, com base no seu conhecimento neurobiológico, quando vê crianças e adolescentes constantemente ao telefone?**

**KEREN GRAFEN:** Esta é uma pergunta muito importante: do ponto de vista neurobiológico, o desenvolvimento cerebral saudável é fundamental para a aprendizagem, uma vez que o cérebro de crianças e adolescentes é particularmente plástico e moldável. Isto significa que está especialmente aberto, mas também particularmente vulnerável a influências nocivas. Usando a metáfora da floresta, cada nova experiência, cada processo de aprendizagem e cada interação são integrados como “novos ramos” nesta rede neuronal. Estímulos inadequados ou nocivos fazem esta floresta definhar. E não são apenas os efeitos prejudiciais descritos anteriormente das radiações EMF que desempenham um papel, mas também a forma como se aprende. O cérebro aprende sobretudo através do movimento, através do AGARRAR – e em três dimensões. Isto significa que não assimilamos informação apenas de forma passiva, mas que a integramos e fixamos no cérebro através do envolvimento corporal ativo com o meio envolvente.

A dependência crescente de dispositivos digitais e a conseqüente exposição permanente a EMF, vinte e quatro horas por dia, sete dias por semana, poderá afe-



Segurança, contacto e vínculo: o bebé escuta a mãe a ler e desenvolve linguagem e fantasia.

tar negativamente o crescimento neuronal e as capacidades cognitivas – sobretudo nos cérebros altamente vulneráveis das nossas crianças e adolescentes. Em neurobiologia, referimo-nos nestes casos à chamada “maturação de emergência” (Notreifung), como se observa no efeito Kaspar Hauser. Por isso, do ponto de vista neurobiológico, é urgente levar a sério os estudos experimentais, reduzir a exposição a EMF e recorrer a meios alternativos que favoreçam a aprendizagem e o desenvolvimento cerebral, promovendo o movimento e a interação com o mundo real.

**DIAGNOSIS:FUNK: Tudo isto significa que o desenvolvimento cerebral estaria a ser gravemente afetado pela radiação dos telemóveis. O estudo foi feito em ratos. Podemos tirar conclusões quanto ao risco para o desenvolvimento cerebral das nossas crianças?**

KEREN GRAFEN: Sim, sem dúvida. Embora os estudos mencionados tenham sido realizados com ratos, os mecanismos neurobiológicos fundamentais – especialmente os que dizem respeito ao hipocampo, enquanto estação de retransmissão essencial – incluindo a neurogênese, a plasticidade sináptica e a coordenação espacial – são perfeitamente comparáveis em mamíferos, incluindo os seres humanos. Se estes resultados continuam a ser ignorados por uma política influenciada pela indústria e movida por interesses, deveriam pelo menos servir como sinal de alerta para pais, professores e educadores. Está mais do que na hora de levar a sério os efeitos negativos das radiações de alta frequência (HF-EMF) no desenvolvimento cerebral de crianças e adolescentes. Medidas de precaução como a limitação do uso de telemóveis por crianças, a utilização de alternativas com fios e a minimização da exposição à radiação nos quartos de dormir são o mínimo indispensável para evitar potenciais danos a longo prazo.

## Estudo suíço: o uso do smartphone prejudica a memória figural

**DIAGNOSE:FUNK: Kim et al. investigaram processos biológicos em ratos. Poderiam os resultados explicar retrospectivamente as conclusões do estudo de Förster et al. (2018), realizado na Suíça? Este estudo examinou a influência das RF-EMF em cerca de 670 adolescentes no desempenho da memória. Os principais resultados: um aumento da exposição cumulativa a RF-EMF estava associado a um declínio no desempenho da memória figural. O efeito foi particularmente pronunciado nos participantes que usavam o telemóvel predominantemente no lado direito da cabeça. O efeito foi significativo quando as doses de RF-EMF foram estimadas com base em dados dos operadores.**

KEREN GRAFEN: Sim, a memória figural refere-se à capacidade de armazenar e recordar impressões visuais como imagens, formas, padrões ou estruturas espaciais. Trata-se de uma parte essencial da memória visual e permite-nos reter a aparência de objetos, rostos, locais e situações sem recorrer a descrições verbais. Desempenha um papel-chave na orientação espacial e na reconstrução de perceções. E é precisamente aqui que entra o hipocampo – A estrutura central para o processamento espacial e a orientação, lembra-se das células de lugar (Place Cells)? Assim, é possível estabelecer uma ligação clara.

O estudo de Kim *et al.* encaixa, portanto, nas conclusões de Förster *et al.* (2018), que identificaram uma associação entre a exposição cumulativa a RF-EMF e o declínio da memória figural em adolescentes. As alterações no hipocampo perturbam a longo prazo a complexa rede neuronal tridimensional.

Gostaria, no entanto, de fazer uma observação crítica: a hipótese de que certas regiões cerebrais – como o hipocampo direito – são responsáveis por funções específicas como a memória figural, é uma visão simplificada. Pessoalmente, considero esta “hipótese esquerda-direita” problemática, pois devemos abandonar cada vez mais a análise puramente anatómica e adotar uma perspetiva sistémica e interligada do cérebro. O cérebro não funciona de forma isolada em áreas distintas, mas sim em redes dinâmicas e interativas. Esta perspetiva mostra-nos que os efeitos dos EMF são muito mais complexos e vão muito além da consideração isolada de determinadas regiões cerebrais.



Foto generiert mit Adobe Firefly

Quem fala comigo sobre as minhas perguntas?

## Estudos de Salford confirmam: HF-EMF abrem a barreira hematoencefálica



A Prof. Gertraud Teuchert-Noodt realizou em 2024 uma palestra sobre os conhecimentos neurobiológicos relativos aos efeitos dos media digitais no desenvolvimento cerebral, disponível em [www.diagnose-funk.org/2159](http://www.diagnose-funk.org/2159).

**DIAGNOSE:FUNK: Em 2022 publicou o artigo “Albumina como marcador-chave. Como a permeabilidade da BARREIRA HEMATOENCEFÁLICA muda após exposição à radiação de telemóveis”, na revista da editora Thieme, onde escreve: “As conclusões do Professor Salford sobre a extravasação de albumina causada por campos electromagnéticos podem indicar mecanismos patogénicos para um vasto leque de doenças neurológicas associadas à disfunção da BHE.” Que papel pode este mecanismo desempenhar no desenvolvimento cerebral, especialmente quando crianças pequenas já usam smartphones?**

**KEREN GRAFEN:** Sim, os resultados extremamente esclarecedores do Prof. Salford, que abordei no meu artigo “Albumina como marcador-chave” e que combinei com dados recentes, mostram de forma impressionante os efeitos imensamente complexos e potencialmente perigosos dos EMF sobre o cérebro – e de uma maneira totalmente nova: através da barreira hematoencefálica. Está hoje bem documentado que a extravasação de albumina está associada a uma hiperpermeabilidade da barreira hematoencefálica (BHE).

Quando combinamos estes resultados com os dos estudos mencionados anteriormente, torna-se ainda mais evidente a gravidade dos efeitos potenciais dos EMF no desenvolvimento cerebral infantil. A hiperpermeabilidade da barreira hematoencefálica induzida por EMF abre o cérebro a substâncias nocivas, que afetam adicionalmente o cérebro, sobretudo a nível imunológico. A rede neuronal ainda em desenvolvimento, e particularmente vulnerável, é assim perturbada de forma adicional e intensa.

E agora imagine o que será do futuro das nossas crianças se estas tiverem contacto com smartphones e outros dispositivos sem fios desde idades cada vez mais precoces! O mecanismo da disfunção da BHE, em combinação com as descobertas de Kim *et al.*, mostra que a exposição crónica a EMF leva a perturbações significativas nas funções cerebrais. Vejo isso diariamente no meu consultório: pais desesperados, impotentes perante filhos que agem como seres teleguiados. Está mais do que na hora de que, pelo menos, pais, professores e educadores desenvolvam consciência para o perigo crescente que representa a exposição a EMF sobre os cérebros das nossas crianças e adolescentes. Existem alternativas, mesmo num mundo cada vez mais digital. A transição para dispositivos com fios, uma redução drástica do uso de telemóveis – especialmente para crianças pequenas – e, acima de tudo, a urgente sensibilização para os riscos dos EMF são indispensáveis para proteger o desenvolvimento cerebral saudável. Não podemos continuar a assistir passivamente enquanto a saúde das nossas crianças é posta em risco!

## Está mais do que na hora de enfrentarmos as consequências dramáticas

**DIAGNOSIS:FUNK: Jonathan Haidt defende no seu livro Geração Medo que, desde 2012, o uso de smartphones levou a um colapso abrupto da saúde mental dos jovens. Os estudos PISA mostram um declínio nas competências de cálculo, escrita, leitura e expressão oral, enquanto as doenças psicológicas em crianças e adolescentes estão a aumentar. O estudo de Kim *et al.* não fornece uma explicação plausível para isso? Que consequências tira destes dados para creches, escolas e pais?**

**KEREN GRAFEN:** Sim, o estudo de Kim *et al.* fornece não apenas uma explicação biológica plausível para as teses de Jonathan Haidt em Geração Medo, mas permite-nos também compreender plenamente o alcance dos efeitos das EMF na saúde mental dos jovens. Haidt observa que a utilização cada vez mais frequente de smartphones desde 2012 conduziu a uma deterioração dramática da saúde mental dos adolescentes, refletida no aumento das doenças psicológicas e na diminuição do desempenho escolar. As numerosas alterações neurobiológicas, como descrevi anteriormente, poderão es-

tar na origem das dificuldades crescentes dos jovens em áreas cognitivas fundamentais como o cálculo, a leitura, a escrita e a expressão oral.

Do ponto de vista neuroanatômico, o hipocampo, em associação com a amígdala, é fundamental na percepção do medo. O medo pode ser contextualizado de forma adequada através de estruturas superiores como o córtex pré-frontal, permitindo-nos avaliar se se trata de um medo real ou imaginário. Como foi explicado na palestra da Prof. Dr. Teuchert-Noodt em Neckartenzlingen, a via dopaminérgica meso-límbico-cortical do stress desempenha aqui um papel determinante. Esta via do stress é responsável pela forma como lidamos com o stress e o medo, e a sua perturbação reduz drasticamente a resiliência emocional dos jovens.

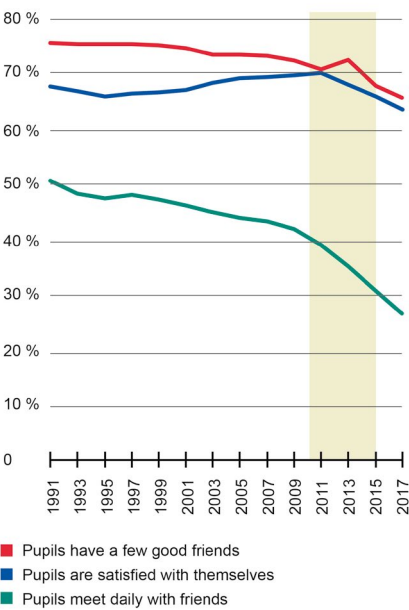
Está mais do que na hora de enfrentarmos as consequências dramáticas destas constatações! Escolas, creches e pais têm agora de agir para reduzir a exposi-

ção descontrolada às EMF em crianças e adolescentes. São necessárias medidas urgentes para proteger o bem-estar das nossas crianças: temos de reduzir drasticamente o tempo de ecrã, promover métodos de aprendizagem analógicos e interações sociais, investir em sensibilização e estruturar uma utilização mais saudável dos dispositivos digitais. Se não agirmos, corremos o risco de comprometer permanentemente a saúde mental e o desenvolvimento cognitivo da próxima geração.

**DIAGNOSE:FUNK: Dra. Grafen, muito obrigado por expor de forma tão clara estas conexões críticas. As suas descobertas precisam de ser amplamente conhecidas. Faremos chegar esta entrevista ao maior número possível de pais, educadores e profissionais de saúde.**

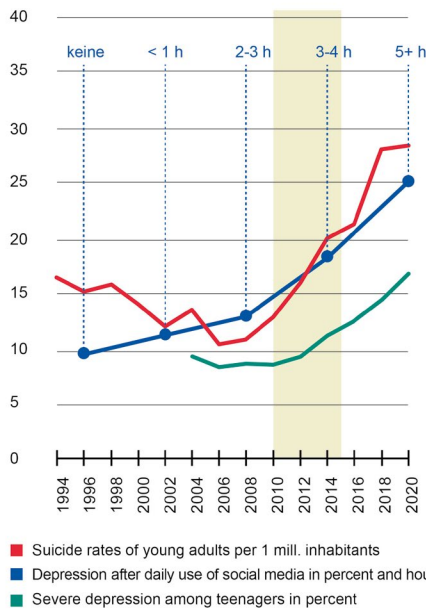
Entrevista conduzida por Peter Hensinger, diretor da diagnose:funk

**Meetings with friends, close friends, satisfaction with yourself**



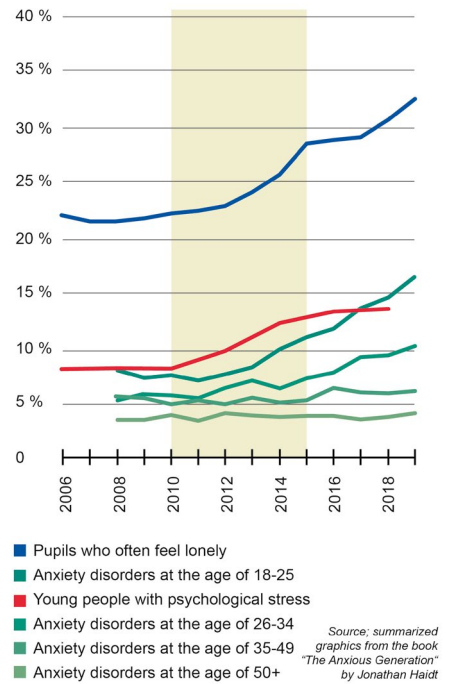
Source: summarized graphics from the book "The Anxious Generation" by Jonathan Haidt

**Suicide, depression and social media**



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

**Loneliness, fear and stress**



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

Gráficos de Haidt, LC: Os gráficos do livro „Geração Medo“, de Jonathan Haidt, mostram que desde 2010 têm aumentado fortemente os desenvolvimentos patológicos associados ao uso de smartphones. Gráficos: diagnose:funk

## Glossário da entrevista

**Recetor de glutamato AMPA:** recetor que medeia principalmente a transmissão sináptica excitatória rápida no sistema nervoso central através do influxo de iões de sódio ( $\text{Na}^+$ ) e, por vezes, cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) após ligação do glutamato.

**BDNF (Brain-Derived Neurotrophic Factor):** fator de crescimento pertencente à família das neurotrofinas, essencial no crescimento de neurónios sensoriais e motores.

**Dendrite:** prolongamento ramificado de um neurónio, que conduz impulsos até ao corpo celular.

**Sinapse de Hebb:** princípio neurofisiológico segundo o qual a ligação sináptica entre dois neurónios é reforçada quando estes são ativados repetidamente em simultâneo (“Cells that fire together, wire together”), base da plasticidade sináptica e da aprendizagem.

**Hipocampo:** parte do cérebro essencial para a memória.

**Neurito / Axónio:** prolongamento de um neurónio responsável pela condução do impulso nervoso.

**Neurogénese:** formação de neurónios a partir da divisão e diferenciação de células estaminais.

**Recetor de glutamato NMDA:** recetores envolvidos na plasticidade neuronal e nos processos de aprendizagem.

**Sinapse:** ponto de transmissão de um impulso entre neurónios ou entre um neurónio e uma célula muscular.

## Bibliografia

Hoffmann K, Bagorda F, Stevenson AF, Teuchert-Noodt G (2001): Electromagnetic exposure effects the hippocampal dentate cell proliferation in gerbils (*Meriones unguiculatus*), *Indian J Exp Biol* 39(12): 1220–1226.

Foerster M, Thielens A, Joseph W, Eeftens M, Rössli M (2018): A Prospective Cohort Study of Adolescents' Memory Performance and Individual Brain Dose of Microwave Radiation from Wireless Communication, *Environmental Health Perspectives*, Vol. 126, No. 7. <https://www.emf-portal.org/de/article/35641>  
Vídeo com o Prof. Michael Kundi (Univ. Med. Viena): [www.youtube.com/watch?v=07G65fE0xEM](http://www.youtube.com/watch?v=07G65fE0xEM)  
<https://kurzlinks.de/xmtd>

Kim JH, Seok JY, Kim YH, Kim HJ, Lee JK, Kim HR (2024): Exposure to Radiofrequency Induces Synaptic Dysfunction in Cortical Neurons Causing Learning and Memory Alteration in Early Postnatal Mice, *Int. J. Mol. Sci.* 25(16) <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): Developmental effects on dopamine projections and hippocampal cell proliferation in the rodent model of postweaning social and physical deprivation, *Behav Brain Res* 205(1): 26–31.

Neufeld J, Teuchert-Noodt G, Grafen K, Winter Y, Witte AV (2009): Synapse plasticity in motor, sensory, and limbic-prefrontal cortex areas as measured by degrading axon terminals in an environment model of gerbils, *Neural Plast* 2009: 1–15.

Teuchert-Noodt G, Hensinger P (2025): No way out of the smartphone epidemic without taking into account the findings of brain research, *J Neurol Neurosci*, 16 (01) 2025: 001–011

Grafen, K (2022): Albumina como marcador-chave – Como a permeabilidade da BARREIRA HEMATOENCEFÁLICA muda após exposição à radiação de telemóveis, *Deutsche Heilpraktiker-Zeitschrift* 2022; 17(06): 56–59. DOI: 10.1055/a-1870-2580  
<https://www.emf-portal.org/de/article/58608>  
Download: <https://www.emfdata.org/de/studien/detail?id=785>