

EXPOSIÇÃO ÀS TELAS E RECONFIGURAÇÃO DA PLASTICIDADE NEURAL: EFEITOS NO DECLÍNIO DA MEMÓRIA AO LONGO DO CICLO VITAL

Alexandro Marcos Menegócio, Brenda Carrasco.

Resumo

O uso crescente de dispositivos eletrônicos tem se tornado uma característica central da vida moderna, alterando fundamentalmente a forma como as pessoas processam, armazenam e recuperam informações. Este relatório oferece uma análise abrangente da relação entre o uso excessivo de telas e o comprometimento da memória humana, explorando os mecanismos neurobiológicos subjacentes, as manifestações clínicas do fenômeno conhecido como "demência digital" e as implicações para diferentes grupos etários. A pesquisa evidencia que enquanto o uso moderado de tecnologia pode servir como ferramenta de memória externa, o consumo excessivo de mídias digitais está associado a alterações estruturais e funcionais no cérebro, redução da capacidade de retenção de informações de longo prazo, deficiências em atenção e concentração, e um crescimento alarmante de sintomas compatíveis com comprometimento cognitivo leve. Particularmente preocupante é a descoberta de que adolescentes e adultos jovens, membros da geração nascida após 1980, apresentam vulnerabilidade pronunciada a esses efeitos durante períodos críticos de desenvolvimento cerebral. O fenômeno observado transcende simples questões comportamentais, envolvendo alterações dopaminérgicas, mudanças na microestrutura da substância branca, redução no volume de matéria cinzenta em regiões críticas para memória e cognição, e perturbações nos padrões de sono que comprometem a consolidação da memória. Esta pesquisa sintetiza evidências de neuroimagem, estudos comportamentais e pesquisas longitudinais para oferecer uma compreensão integrada de como a exposição crônica a telas modifica os sistemas cognitivos fundamentais da memória humana, com potenciais consequências neurodegenerativas para as décadas vindouras.

Palavras-chave: Memória; Cognição; Tecnologia; Transtornos Cognitivos; Adolescente.

A Emergência do Fenômeno: Contexto Histórico e Epidemiologia do Uso de Telas

A adoção global de dispositivos eletrônicos ocorreu em velocidade sem precedentes na história humana. Enquanto indivíduos nascidos antes de 1950 tiveram zero horas diárias de exposição a tecnologias digitais móveis durante períodos críticos de desenvolvimento cerebral, o padrão inverteu-se radicalmente para as gerações subsequentes para muitas horas de uso de tecnologia (Manwell et al., 2022).

Adolescentes contemporâneos entre 17 e 19 anos de idade relatam aproximadamente seis horas diárias de uso de dispositivos móveis digitais, incluindo smartphones, tablets e computadores portáteis, número que representa um aumento exponencial quando comparado com gerações anteriores (Manwell et al., 2022).

Esta transformação epidemiológica coincidiu com aumentos documentados em sintomas de comprometimento cognitivo, alterações nos padrões de atenção populacional e declínio em várias capacidades neurológicas em populações juvenis e adultas (Manwell et al., 2022).

O cenário foi particularmente exacerbado durante a pandemia de COVID-19, período no qual o uso de telas para educação, trabalho e entretenimento atingiu níveis até então inéditos (Universidade de São Paulo, 2024).

A superexposição durante este período crítico coincidiu com aumentos significativos em transtornos mentais, particularmente depressão e ansiedade, em populações pediátricas, adultas e idosas inéditos (Universidade de São Paulo, 2024).

Estudos de meta-análise realizados em instituições brasileiras de pesquisa revelaram que 72% das crianças avaliadas em estudos sobre uso de telas apresentaram aumento significativo de depressão associado ao consumo excessivo de dispositivos eletrônicos, enquanto análises longitudinais documentaram diminuição mensurável do quociente de inteligência nesta população (Manwell et al., 2022).

Estes achados alarmantes estabeleceram a base científica para questões mais específicas sobre os mecanismos pelos quais o uso de telas compromete a memória, um sistema cognitivo fundamental para aprendizado, adaptação e funcionamento cotidiano.

Arquitetura Neural da Memória e Alterações Induzidas por Uso Excessivo de Telas

Mecanismos Neurobiológicos Fundamentais

A memória humana não constitui um sistema unitário, mas sim um conjunto de processos neurobiológicos distintos mediados por redes neurais especializadas distribuídas ao longo do encéfalo (Castel et al., 2017; Muir et al., 2020).

A formação, consolidação e recuperação de memórias envolvem a integração de estruturas límbicas, particularmente o hipocampo, com regiões do córtex pré-frontal e outras áreas corticais especializadas (Muir et al., 2020).

Quando indivíduos são expostos a informações, processos de codificação inicial ocorrem primariamente em estruturas mediais do lobo temporal, com eventual transferência de informações para armazenamento de longo prazo em redes corticais distribuídas (Muir et al., 2020).

Este processo de consolidação memória é fundamentalmente dependente de períodos de sono reparador, durante o qual ocorrem processos eletrofisiológicos criticamente envolvidos em fortalecer ligações sinápticas e integrar novas informações com conhecimento pré-existente (Gajanayake et al., 2024).

A exposição crônica a telas interfere com este sistema em múltiplos níveis. Em primeiro lugar, o uso extenso de dispositivos eletrônicos, especialmente quando ocorre no período noturno, causa emissão significativa de luz azul que suprime a produção de melatonina, hormônio essencial para regulação do ciclo circadiano (Gajanayake et al., 2024; Brassanini, 2025).

Estudos indicam que exposição à luz azul pode reduzir a produção de melatonina em até 85%, atrasando significativamente o início do sono e reduzindo sua qualidade e profundidade (Brassanini, 2025). Como consequência, indivíduos com exposição noturna excessiva a telas apresentam sono fragmentado, superficial e de curta duração (Brassanini, 2025).

Esta perturbação do sono tem consequências cascata para consolidação memória, uma vez que o sono representa período crítico durante o qual o cérebro consolida memórias recém-formadas, transfere informações do hipocampo para o córtex, e realiza limpeza metabólica de resíduos neurais que interferem com cognição (Gajanayake et al., 2024; Haroun; Rahmati, 2024).

Alterações em Substância Cinzenta e Branca

Investigações estruturais empregando ressonância magnética revelam que uso excessivo de telas está associado a alterações mensuráveis na anatomia cerebral. Adultos jovens entre 18 e 25 anos que relatam uso excessivo de telas, definido como mais de duas horas diárias fora do contexto laboral, apresentam afinamento do córtex cerebral, a camada externa do cérebro responsável por processamento de informações sensoriais e cognitivas (Forbes Brasil, 2025; Stanford Lifestyle Medicine, 2024).

O córtex pré-frontal, região particularmente crítica para memória executiva, planejamento e controle inibitório, apresenta particularmente vulnerabilidade a estas alterações (Stanford Lifestyle Medicine, 2024).

Reduções em volume de matéria cinzenta foram documentadas em múltiplas regiões-chave, incluindo o córtex cingulado anterior, córtex orbitofrontal, e estruturas límbicas fundamentais para processamento de memória e emoção (Weinstein; Livny, 2024; Hou et al., 2018).

Simultaneamente, alterações na integridade microestrutural de tratos de substância branca foram observadas em crianças em idade pré-escolar cujo uso de mídia foi superior às recomendações das diretrizes da Academia Americana de Pediatria (Hutton et al., 2019).

Especificamente, foi documentada redução em anisotropia fracionada e aumento em difusividade radial em tratos relacionados a linguagem e funções executivas, incluindo fascículo arqueado, fascículo longitudinal inferior e fascículo uncinado (Hutton et al., 2019).

Estas alterações na integridade de substância branca correlacionam-se com deficiências em processamento de velocidade de informação, memória executiva, e habilidades emergentes de alfabetização (Hutton et al., 2019).

A deterioração na organização de tratos de substância branca é particularmente preocupante porque estes tratos servem como vias de comunicação críticas conectando diferentes regiões cerebrais; sua degradação reduz a eficiência de transmissão neuronal e a velocidade de processamento cognitivo (Hutton et al., 2019).

Alterações Dopaminérgicas e Sistemas de Recompensa

Um mecanismo particularmente bem-documentado pelo qual o uso excessivo de telas compromete memória envolve desregulação do sistema dopaminérgico do cérebro (Fikry; Jaffe, 2023; Pereira et al., 2019).

Quando indivíduos engajam em comportamentos de uso compulsivo de internet ou smartphones, há liberação repetitiva de dopamina em circuitos de recompensa, particularmente no núcleo accumbens e ventral (Fikry; Jaffe, 2023; Pereira et al., 2019).

Este padrão de estimulação repetida causa acúmulo de Δ FosB, marcador molecular de atividade neuronal repetitiva associada com recompensa, que persiste na estrutura cerebral por prolongado período após cessação do estímulo (Fikry; Jaffe, 2023).

Com o tempo, a exposição crônica leva a desregulação de receptores de dopamina D2, redução em níveis de transcrição de dopamina, e necessidade progressiva de maior estimulação para alcançar o mesmo nível de satisfação comportamental (Fikry; Jaffe, 2023; Pereira et al., 2019).

Esta desregulação dopaminérgica tem consequências diretas para memória. O sistema dopaminérgico modula a força da codificação memória através de sua ação em regiões críticas incluindo o hipocampo, amígdala e córtex pré-frontal (Fikry; Jaffe, 2023; Pereira et al., 2019).

Quando receptores de dopamina estão desregulados devido a superestimulação crônica, a capacidade do cérebro de fortalecer conexões sinápticas durante aprendizado é reduzida (Fikry; Jaffe, 2023).

Adicionalmente, o desequilíbrio dopaminérgico interfere com funções executivas que são criticamente dependentes de entrada dopaminérgica adequada para manutenção de atenção, inibição de distrações, e organização de comportamento orientado a objetivos (Fikry; Jaffe, 2023).

Impactos Específicos em Diferentes Sistemas e Tipos de Memória

Memória de Trabalho e Processamento Executivo

Memória de trabalho, a capacidade de manter informações temporariamente em mente enquanto processando-as para executar tarefas cognitivas complexas, representa um sistema particularmente vulnerável aos efeitos do uso excessivo de telas (Gajanayake et al., 2024; Miller, 2023; Neumann et al., 2025). Estudos utilizando testes cognitivos padronizados revelaram que participantes com exposição noturna aumentada a telas apresentam escores significativamente mais baixos em tarefas de memória de trabalho, com redução correlacionada à duração da exposição a telas (Gajanayake et al., 2024).

Especificamente, a cada minuto adicional de tempo de tela noturna, observa-se redução de aproximadamente 0.002 pontos na escala de avaliação cognitiva, e a pontuação específica de atenção da bateria de testes cognitivos reduz-se de 0.001 por minuto de exposição noturna adicional (Gajanayake et al., 2024).

Em estudos prospectivos com crianças e adolescentes, aqueles que excedem duas horas diárias de tempo de tela demonstram desempenho aproximadamente 9% mais baixo em tarefas de precisão, completam aproximadamente um item a menos em testes de amplitude de memória de trabalho, e apresentam velocidades de reação 50 a 70 milissegundos mais lento em tarefas de inibição e flexibilidade cognitiva (Neumann et al., 2025).

Estas reduções em eficiência são detectáveis em contextos acadêmicos cotidianos que requerem manutenção de foco sustentado, retenção de informação, e rápida alternância entre regras ou conjuntos mentais (Neumann et al., 2025).

Mecanicamente, estas deficiências correlacionam-se com alterações anatômicas documentadas no córtex pré-frontal, região cerebral crítica responsável por funções executivas (Gajanayake et al., 2024; Ward et al., 2017).

A mera presença de um smartphone, mesmo quando ignorado ativamente, suficientemente reduz o desempenho em tarefas demandantes de atenção (Ward et al., 2017). Em estudos experimentais, notificações de smartphone significativamente diminuem performance em tarefas baseadas em atenção, mesmo quando o participante não toma tempo para visualizar a notificação (Ward et al., 2017).

O simples som ou vibração sinalizando o alerta foi suficiente para distrair participantes e reduzir sua capacidade de focar atenção na tarefa primária (Ward et al., 2017). Pesquisadores propuseram que as notificações promovem pensamentos irrelevantes à tarefa, que se manifestam em pior performance na tarefa primária (Ward et al., 2017).

"Demência Digital" e Redução de Memória Declarativa

Um fenômeno emergente particularmente relevante é o conceito de "demência digital", caracterizado por dependência patológica de dispositivos externos para armazenamento de informação com conseqüente deterioração na habilidade de codificar e recuperar informação internamente (Manwell et al., 2022; Haroun; Rahmati, 2024; Sparrow; Liu; Wegner, 2011).

Este processo foi inicialmente descrito como o "Google Effect" ou "amnesia digital", fenômeno demonstrado em estudos psicológicos onde indivíduos que esperam ter acesso a informação online posteriormente apresentam reduzida probabilidade de codificar e armazenar aquela informação em memória de longo prazo (Ward et al., 2017; Sparrow; Liu; Wegner, 2011; Ye et al., 2024).

Especificamente, indivíduos que acreditam que manterão acesso a informação digitada performaram significativamente pior em tarefas subsequentes de recall, e este achado não foi modificado por instruções explícitas para lembrar versus não lembrar (Ward et al., 2017).

Meta-análises quantitativas sobre "Google Effects" em memória revelaram que comportamento frequente de busca na internet está intimamente associado com carga cognitiva, fenótipo comportamental e autoestima cognitiva alterados (Ye et al., 2024).

Este fenômeno é ainda mais pronunciado quando se utiliza telefone móvel para internet em comparação com computador desktop (Ye et al., 2024). Notavelmente, indivíduos com base de conhecimento maior são menos suscetíveis às consequências do uso de internet, enquanto aqueles com base de conhecimento menor apresentam maior vulnerabilidade (Ye et al., 2024).

O efeito de mídia foi mais forte para pessoas que tinham utilizado internet previamente comparado com aqueles que não tinham (Ye et al., 2024). Participantes da América do Norte demonstraram maior suscetibilidade a comportamento frequente de busca na internet relativo a outras regiões (Ye et al., 2024).

Os mecanismos neurobiológicos subjacentes a este fenômeno envolvem alterações em regiões cerebrais especificamente dedicadas a formação e recuperação de memória de longo prazo (Sparrow; Liu; Wegner, 2011).

Treinamento em busca na internet de seis dias reduziu homogeneidade regional e conectividade funcional de áreas cerebrais envolvidas em formação e recuperação de memória de longo prazo, particularmente giro temporal (Sparrow; Liu; Wegner, 2011).

Este achado indica que dependência de busca online pode impedir recuperação de memória pela redução de conectividade funcional e sincronização de regiões cerebrais associadas (Sparrow; Liu; Wegner, 2011).

Notavelmente, quando confrontados com novas questões após o treinamento de busca, participantes relataram impulsos aumentados em sua autopercepção para utilizar internet para responder estas questões, padrão que foi replicado em estudos subsequentes (Sparrow; Liu; Wegner, 2011).

Impacto em Consolidação de Memória e Arquitetura do Sono

Como descrito anteriormente, a perturbação do sono induzida por uso de tela representa mecanismo crítico pelo qual memória é comprometida. Adolescentes e adultos jovens que utilizam

dispositivos eletrônicos extensivamente durante a noite apresentam sono de qualidade reduzida, latência de sono aumentada, duração de sono diminuída, e fragmentação do sono aumentada (Gajanayake et al., 2024; Taheri; Yousefi; Akbari, 2021).

Estas perturbações têm consequências cascata para consolidação memória porque o sono, especialmente sono de movimento rápido dos olhos (REM) e sono de onda lenta não-REM, constituem períodos durante os quais memórias recentemente codificadas são consolidadas, transferidas de armazenamento hipocampal a longo prazo em redes corticais, e integradas com conhecimento pré-existente (Gajanayake et al., 2024).

Investigações revelaram associação bidirecional entre uso de social media à noite e qualidade de sono deteriorada (Taheri; Yousefi; Akbari, 2021). Estudantes adolescentes com qualidade de sono pobre utilizavam social media aproximadamente 36 minutos mais por dia comparado com aqueles com qualidade de sono adequada (Taheri; Yousefi; Akbari, 2021).

Quanto maior a média de horas de uso de social media, maior foi o score geral de desordem do sono (Taheri; Yousefi; Akbari, 2021). Correlação reversa entre média de uso de dispositivos eletrônicos e duração de sono foi documentada, bem como correlação direta entre média de uso de social media e sintomas depressivos (Taheri; Yousefi; Akbari, 2021).

Aproximadamente um terço da duração de sono dos adolescentes era seis horas ou menos, correlacionado com quantidade de tempo que smartphone foram utilizados (Taheri; Yousefi; Akbari, 2021).

Além disso, durante períodos de sono, processos específicos de consolidação memória são especialmente ativos. O sono de ondas lentas em particular facilita replay de atividade neural que ocorreu durante aprendizado, fortalecendo ligações sinápticas através de um processo chamado potenciação de longo prazo (Gajanayake et al., 2024).

Quando qualidade e duração de sono estão comprometidas por uso de tela, estes processos de consolidação críticos falham em ocorrer adequadamente, resultando em retenção reduzida de informação aprendida (Gajanayake et al., 2024; Neumann et al., 2025).

Efeitos Diferenciados Através do Curso do Desenvolvimento

Impactos em Crianças Pequenas e Desenvolvimento Inicial

As recomendações de especialistas internacionais, incluindo Organização Mundial da Saúde e Academia Americana de Pediatria, sugerem que crianças menores de dois anos não devem ter nenhuma exposição a telas (Universidade de São Paulo, 2024; Melhor Escola, 2026).

Para crianças entre dois e cinco anos, recomenda-se máximo de uma hora diária de programação de alta qualidade (Universidade de São Paulo, 2024; Melhor Escola, 2026). Estas recomendações refletem compreensão científica de que períodos iniciais de vida representam janelas críticas durante as quais processos fundamentais de desenvolvimento cerebral estão ocorrendo, incluindo mielinização e formação de vias neurais (Cedars-Sinai, 2025).

Quando cérebro jovem é exposto a tempo excessivo de tela, há risco de over estimulação do córtex visual, a porção do cérebro que processa imagens, potencialmente ao custo de subdesenvolvimento do córtex auditivo, vital para desenvolvimento de habilidades sociais e linguagem (Cedars-Sinai, 2025).

O uso excessivo de telas durante infância inicial compromete múltiplos aspectos de desenvolvimento cognitivo. Redução em quantidade e qualidade de interações entre crianças e seus cuidadores é uma consequência importante, uma vez que tempo despendido em frente à tela substitui tempo potencial gasto em interação face-a-face imprescindível para desenvolvimento de linguagem e habilidades socioemocionais (Universidade de São Paulo, 2024; Miller, 2023). Como resultado, crianças com exposição excessiva a telas frequentemente apresentam atraso em desenvolvimento da linguagem, com fala menos frequente comparado com pares, resultando em defasagens que podem persistir em anos subsequentes (Universidade de São Paulo, 2024).

Exposição precoce a mídia de ritmo rápido, um componente formal de muita programação designada para infantes, apresenta preocupação particular porque pode condicionar cérebro em desenvolvimento a esperar intensidade de inputs que realidade não pode prover, potencialmente levando a inatenção em vida posterior (Christakis; Ramirez; Ramirez, 2018).

Um estudo longitudinal particularmente significativo, o Quebec Longitudinal Study of Child Development cohort study, encontrou associação duradora entre exposição precoce a mídia e capacidades cognitivas (Miller, 2023).

Cada hora adicional de exposição a televisão aos dois anos de idade correspondeu a diminuição de 7% em participação em classe e diminuição de 6% em proficiência de matemática na quarta série (Miller, 2023). Similarmente, estudo conduzido na Espanha descobriu correlação negativa entre uso de mídia de tela e aproveitamento acadêmico, indicando que tempo de tela aumentado foi associado com

performance acadêmica mais baixa (Miller, 2023). Estudo realizado nos Estados Unidos encontrou link significativo entre níveis mais altos de média multitarefa scores mais baixos em testes padronizados medindo performance acadêmica em matemática e inglês (Miller, 2023).

Vulnerabilidade em Adolescentes e Adultos Jovens

Adolescência representa período particularmente crítico no qual vulnerabilidade a efeitos negativos do uso de tela é amplificada por múltiplos fatores neurobiológicos e psicossociais (Manwell et al., 2022). Durante adolescência, cérebro está profundamente focado em desenvolvimento social e busca por aceitação de pares (Cedars-Sinai, 2025).

Historicamente, este feedback loop estava limitado a interações presenciais com pequeno grupo de pares. Entretanto, através de apps e plataformas, adolescentes estão expostos constantemente e amplificado de aprovação ou desaprovação em escala muito maior (Cedars-Sinai, 2025). Esta amplificação pode ser prejudicial, colocando stress indevido no cérebro adolescente e aumentando risco de ansiedade social, baixa autoestima e até mesmo depressão (Cedars-Sinai, 2025).

Além disso, o circuito de recompensa dopaminérgico que regula memória e aprendizado está ainda em desenvolvimento durante adolescência, tornando este período de particular vulnerabilidade a efeitos de superestimulação e desregulação dopaminérgica induzida por dispositivos (Manwell et al., 2022; Christakis; Ramirez; Ramirez, 2018).

Pesquisadores hipotizam que exposição excessiva a telas durante períodos críticos de desenvolvimento na Geração Z (nascidos após 1995) pode levar a comprometimento cognitivo leve em início, resultando em aumentos substancialmente maiores em taxas de demência de início precoce em adultos posteriormente (Manwell et al., 2022). As projeções epidemiológicas sugerem que de 2060 a 2100, taxas de Doença de Alzheimer e outras demências relacionadas podem aumentar significativamente, muito acima das estimativas projetadas de aumento de duas vezes pelos Centros de Controle de Doença para aumento de quatro a seis vezes (Manwell et al., 2022).

Adultos jovens apresentam particularmente vulnerabilidade a efeitos de adição em smartphones, com pesquisa demonstrando que indivíduos com graus mais altos de "vício" em smartphones demonstram habilidades significativamente reduzidas de aprendizagem de "fluxo" ou aprendizagem autorregulada (Ward et al., 2017). "Flow" relaciona-se a atenção sustentada tão representa "estado de concentração focado que se iguala a absorção absoluta em uma atividade" (Ward et al., 2017).

Os resultados sugeriram que o vício em um smartphone pode causar habilidade reduzida para alcançar o fluxo e ser o aluno auto-regulado, embora a causação reversa também seja possível, onde indivíduos capazes de serem alunos auto-regulados e mais facilmente alcançar o fluxo são também mais capazes de controlar seus impulsos com respeito ao uso do smartphone (Ward et al., 2017).

Achados Contraintuitivos: Aspectos Potencialmente Positivos

Enquanto corpo da literatura demonstra predominantemente efeitos adversos do uso de tela na memória, alguns estudos revelaram achados potencialmente contraintuitivos. Pesquisa conduzida por neurocientistas da University College London descobriu que uso de smartphones e outros dispositivos digitais pode ajudar a melhorar habilidades de memória em vez de fazer pessoas se tornarem preguiçosas ou esquecidas (IG Saúde, 2022).

O estudo, publicado no *Journal of Experimental Psychology: General*, mostrou que dispositivos digitais ajudam pessoas a armazenar e recordar informações muito importantes, isto por sua vez liberando sua memória para recordar outras coisas menos importantes (IG Saúde, 2022).

Neste experimento, pesquisadores desenvolveram tarefa de memória para ser reproduzida em tablet ou computador com tela sensível ao toque (IG Saúde, 2022). 158 voluntários com idades entre 18 e 71 anos participaram e viram até 12 círculos numerados na tela, tendo que lembrar de arrastar alguns para esquerda e outros para direito (IG Saúde, 2022).

Resultados descobriram que participantes tendiam a usar dispositivos digitais para armazenar detalhes de círculos de alto valor, e quando fizeram isto, sua memória para esses círculos melhorou em 18% (IG Saúde, 2022). Para círculos de baixo valor, sua memória foi também melhorada em 27%, mesmo em pessoas que nunca definiram lembretes para círculos de baixo valor (IG Saúde, 2022).

Os pesquisadores foram surpreendidos pela descoberta de que smartphone melhorou memória das pessoas para informações não salvas nele (IG Saúde, 2022). Isto ocorreu porque uso do dispositivo mudou a maneira como pessoas usavam sua memória para armazenar informações de alta importância versus informações de baixa importância (IG Saúde, 2022).

Pessoas salvaram informações de alta importância no dispositivo e usaram sua própria memória para informações menos importantes (IG Saúde, 2022). Como conclusão, o estudo mostra que ferramentas de memória externa funcionam e estão "longe de causar 'demência digital'" (IG Saúde, 2022). Usar dispositivo de memória externa pode até melhorar nossa memória para informações que nunca salvamos,

e caso memória ferramenta falhe, podemos ficar com informações de menor importância em nossa própria memória (IG Saúde, 2022).

Manifestações Clínicas e Sintomas de Comprometimento Memória Induzido por Tela

Fenótipo Clínico de "Demência Digital"

Pacientes com exposição crônica a telas frequentemente apresentam um conjunto de sintomas que mimetizam características de comprometimento cognitivo leve, estágio inicial de demência (Manwell et al., 2022; Haroun; Rahmati, 2024).

Estes sintomas incluem esquecimento, dificuldade em concentração, orientação prejudicada, aquisição prejudicada de memórias recentes (amnesia anterógrada), recall prejudicado de memórias passadas (amnesia retrógrada), funcionamento social prejudicado e capacidade reduzida em autocuidado (Manwell et al., 2022; Haroun; Rahmati, 2024).

Notavelmente, em países com penetração de smartphone superior a 90% entre jovens, como Coreia do Sul e Japão, estudos indicam que uso excessivo de tela está associado com níveis reduzidos de concentração bem como memória pobre em estudantes (Haroun; Rahmati, 2024).

Sintomas específicos reportados incluem dificuldade em adormecer, sono fragmentado ou superficial, fadiga ao despertar, olhos secos ou irritados à noite, dores de cabeça ou enxaquecas frequentes, dificuldade de concentração e memória comprometida durante o dia (Brassanini, 2025).

Além disso, muitos indivíduos com uso excessivo de tela relatam nomofobia, definida como medo de ficar longe de seu smartphone, que foi surpreendentemente documentada não apenas em populações adolescentes, mas também em pessoas idosas (Universidade Federal de Minas Gerais, 2023). Isto indica que fenômeno de dependência de dispositivo não é limitado a grupos etários específicos mas representa preocupação transgeracional emergente (Universidade Federal de Minas Gerais, 2023).

Depressão, Ansiedade e Comorbidades Psiquiátricas

Uso excessivo de telas está intimamente associado com piora da saúde mental independentemente da idade (Universidade Federal de Minas Gerais, 2023). Dos estudos que avaliaram crianças, 72% deles encontraram aumento da depressão associado ao uso excessivo de telas (Universidade de São Paulo, 2024; Universidade Federal de Minas Gerais, 2023).

Em adolescentes de 14 a 17 anos, uso alto de telas (7+ horas/dia versus poucos usuários de 1 hora/dia) foi mais que duas vezes tão provável de resultar em diagnóstico previo de depressão ou ansiedade (Twenge; Campbell; Martin, 2018). Uso alto de telas foi também mais provável de resultar em adolescente ter visto ou precisar ter visto um profissional de saúde mental e mais provável de ter tomado medicação para problemas psicológicos nos últimos 12 meses (Twenge; Campbell; Martin, 2018).

A possível explicação desta relação entre uso de tela e piora de saúde mental envolve múltiplos mecanismos. Primeiro, aumento de tempo em frente às telas no cotidiano após pandemia COVID-19 foi principalmente facilitado pelo tipo de utilização (Universidade Federal de Minas Gerais, 2023).

Telas estão cada vez mais sendo utilizadas para trabalho, entretenimento e estudo. Percebeu-se que pacientes jovens com transtorno de déficit de atenção e hiperatividade e depressão tinham as telas a todo momento, e no período de pandemia, telas foram as principais aliadas contra solidão (Universidade Federal de Minas Gerais, 2023). Porém, consequências deste uso excessivo podem ser vistas agora em forma de transtornos mentais amplificados (Universidade Federal de Minas Gerais, 2023).

Outra motivação para estes resultados é utilização de dispositivos como distração para crianças enquanto pais buscam realizar suas tarefas, contribuindo para aumento nas horas de uso (Universidade Federal de Minas Gerais, 2023). Este distanciamento entre pais e filhos pode provocar aumento na disposição para depressão nas crianças (Universidade Federal de Minas Gerais, 2023).

Adicionalmente, participação em redes sociais foi responsável por aumentar o risco de depressão em meninas, uma vez que conteúdo fornecido em redes é de corpos perfeitos, gerando comparação e afetando saúde mental (Universidade Federal de Minas Gerais, 2023).

Alterações Funcionais e Estruturais Adicionais em Cérebros de Usuários Pesados de Tela

Impactos em Redes Padrão e Controle Executivo

Investigações usando neuroimagem funcional revelaram alterações em redes funcionais fundamentais em indivíduos com uso visível de telas. A rede padrão (DMN), estrutura cerebral que desativa durante tarefas exigidas e ativa durante a conservação e reflexão interna, apresenta disfunção significativa em indivíduos com problemas de uso de internet (Pereira et al., 2019).

Estudos de fMRI em repouso revelaram deteriorações graves em áreas relacionadas ao DMN, incluindo pré-cúneo e giro cingulado posterior, áreas que foram níveis correlacionadas com pontuações de uso problemático da Internet durante estímulos incongruentes (Pereira et al., 2019). Simultaneamente,

a rede de controle inibitório (ICN), estrutura cerebral responsável por proteção de respostas e controle comportamental, apresenta alterações funcionais substanciais (Pereira et al., 2019).

Em tarefas de Stroop verbais e não-verbais que exigem respostas automáticas, os participantes com uso problemático da internet apresentaram correlações positivas com áreas relacionadas a ICN incluindo giro frontal inferior esquerdo, polo frontal esquerdo, córtex operculário central esquerdo, córtex operculário frontal esquerdo, córtex orbital frontal esquerdo e córtex insular esquerdo (Pereira et al., 2019).

Essas alterações nas redes DMN e ICN podem explicar sintomas comuns observados na dependência da internet e podem prever os resultados do tratamento (Pereira et al., 2019). Alterações na ICN podem ser razões para dificuldades na interrupção e controle do uso excessivo (Pereira et al., 2019).

Alterações Neuroendócrinas e Ritmo Circadiano

Para além de efeitos na estrutura e função cerebral diretamente relacionados a memória e cognição, uso excessivo de tela durante períodos noturnos causa disfunção fundamental em sistemas neuroendócrinos que regulam ciclo vigília-sono. Durante o dia, luz azul emitida de forma natural desempenha papel crucial em manter cérebro alerta e ajudar a regular ciclo circadiano que controla ritmo de sono e vigília (Brassanini, 2025).

Entretanto, à noite, exposição artificial a esta luz pode enganar cérebro, sugerindo que ainda é dia e prejudicando descanso (Brassanini, 2025). Quando olhos recebem luz azul à noite, produção natural de melatonina, hormônio responsável por sinalizar ao corpo que é hora de dormir, é inibida (Brassanini, 2025).

Como consequência, você pode enfrentar dificuldades para adormecer, ter despertares frequentes durante a noite e experimentar redução em qualidade e profundidade de sono (Brassanini, 2025).

Isto tem implicações profundas não apenas para memória, mas para saúde geral. Estudos longitudinais documentaram que adultos que assistem televisão por cinco ou mais horas por dia tiveram risco aumentado de desenvolvimento de doenças relacionadas ao cérebro como Demência, Acidente Vascular Encefálico ou Parkinson (Stanford Lifestyle Medicine, 2024).

Deficiências em sono também têm associações bem-documentadas com função cognitiva deteriorada, já que cérebro necessita de períodos de sono para consolidar memórias, realizar limpeza

metabólica crítica, e restaurar energia cognitiva (Gajanayake et al., 2024; Haroun; Rahmati, 2024; Stanford Lifestyle Medicine, 2024).

Estratégias de Prevenção e Intervenção Baseadas em Evidências

Recomendações de Tempo de Tela por Idade

Baseando-se em evidências acumuladas, organizações internacionais de saúde oferecem diretrizes sobre limites apropriados de tempo de tela de acordo com idade em fase de desenvolvimento inéditos (Universidade de São Paulo, 2024; Melhor Escola, 2026).

Para bebês menores de 18 meses, recomenda-se evitar qualquer contato com telas exceto para vídeo chamadas com familiares (Universidade de São Paulo, 2024; Melhor Escola, 2026).

Para crianças entre 18 e 24 meses, se pais optarem por introduzir tempo de tela, deve ser conteúdo de alta qualidade, com tempo limitado e assistido junto com um adulto (Universidade de São Paulo, 2024; Melhor Escola, 2026). Para crianças de 2 a 5 anos, recomendação é limitar tempo de tela a uma hora por dia de programação de alta qualidade, com pais ou cuidadores assistindo para ajudar a interpretar conteúdo (Universidade de São Paulo, 2024; Melhor Escola, 2026).

Para crianças de 6 a 12 anos, diretrizes tornam-se mais flexíveis, mas ainda enfatizam necessidade de equilíbrio (Universidade de São Paulo, 2024; Melhor Escola, 2026). Academia Americana de Pediatria sugere que pais estabeleçam limites consistentes de tempo de tela, garantindo que não interfira com sono, atividade física e atividades essenciais para saúde e desenvolvimento (Universidade de São Paulo, 2024; Melhor Escola, 2026). Recomenda-se máximo de 2 horas por dia de tempo de lazer na tela, não contando tempo de tela necessário para tarefas escolares (Universidade de São Paulo, 2024; Melhor Escola, 2026).

Para adolescentes, desafio é encontrar equilíbrio saudável (Universidade de São Paulo, 2024; Melhor Escola, 2026). Academia Americana de Pediatria continua a recomendar que tempo de tela não interfira com sono, atividade física e tempo dedicado a atividades sociais e escolares, embora não haja limite rígido (Universidade de São Paulo, 2024; Melhor Escola, 2026).

Intervenções Comportamentais Efetivas

Pesquisas sobre intervenções para reduzir o uso problemático de smartphones revelaram que múltiplas estratégias combinadas podem ser efetivas. Um estudo testou intervenção com dez estratégias

que incentivam os usuários a reduzir o uso do smartphone, por exemplo, desabilitar notificações não essenciais e alterar as configurações do telefone (Bowman et al., 2022).

Estudo 1 com 51 participantes usamos design pré-post e encontramos reduções no uso problemático de smartphones, tempo de tela e sintomas depressivos após 2 semanas (Bowman et al., 2022). O Estudo 2 com 70 participantes comparou a intervenção de um grupo de controle que monitorou seu tempo de tela e descobriu que intervenção incluiu uso problemático de smartphones, redução do tempo de tela e melhoria da qualidade do sono em comparação ao grupo de controle (Bowman et al., 2022). A breve intervenção retornou o uso problemático de smartphones pontuações a níveis normais por pelo menos 6 semanas (Bowman et al., 2022).

Além disso, recomendações práticas para pais incluem assegurar que seus filhos obtêm pelo menos duas horas de atividade física cada dia, idealmente ao ar livre (Cedars-Sinai, 2025).

Isto suporta não apenas saúde física, mas também níveis de energia, foco e até mesmo visão (Cedars-Sinai, 2025). Outra dica importante é atrasar em dar ao seu filho um smartphone por tanto tempo quanto possível (Cedars-Sinai, 2025). Há um movimento chamado "Wait Until 8th" que encorajou pais a adiar até pelo menos após oitava série (Cedars-Sinai, 2025).

Quanto mais tempo você puder esperar, mais tempo seu filho tem para construir uma base forte de desenvolvimento social e emocional sem acréscimos adicionais de uso de smartphones (Cedars-Sinai, 2025).

Educação Digital e Consciência

Um aspecto crítico das estratégias de prevenção e intervenção é educação digital e promoção de consciência entre educadores, pais e o público geral sobre efeitos adversos do uso excessivo de telas (Universidade Federal de Minas Gerais, 2023). Pesquisadores apontam que não basta limitar tempo de tela, mas também enriquecer tempo fora dela, tentando manter a mente ativa (Universidade Federal de Minas Gerais, 2023).

Falta de gerenciamento de tempo aumenta stress de forma considerável, visto que nos Estados Unidos, por exemplo, mais de 30% dos adultos utilizam jogos em seus aparelhos, atrapalhando tarefas do dia a dia.

Determinadas soluções incluem determinar tempo de tela de acordo com a idade e buscar os dispositivos com maiores possibilidades de socialização, como no caso de cinema (Universidade Federal de Minas Gerais, 2023). Incentivo às atividades físicas ao ar livre são essenciais para combater uso excessivo de aparelhos (Universidade Federal de Minas Gerais, 2023). Pesquisa mostra que dependência pode diminuir em 10% caso o smartphone esteja a um metro do usuário, contribuindo para redução em carga cognitiva, fator responsável pelo raciocínio (Universidade Federal de Minas Gerais, 2023).

Particularmente importante é não apenas reduzir tempo de tela, mas também melhorar qualidade de tempo fora de telas. Estudos indicam que atividades que requerem pensamento rápido e outras habilidades que contribuem para funcionamento ativo do cérebro são críticas para manutenção de cognição (Universidade Federal de Minas Gerais, 2023). Estas atividades podem ser realizadas mesmo com tela desde que aconteça interação adequada (Universidade Federal de Minas Gerais, 2023).

Quando pessoa interage com tela, acontecem estímulos cognitivos que podem melhorar memória e raciocínio, principalmente em pessoas idosas, e com estes ganhos, processo depressivo pode demorar mais a se instaurar (Universidade Federal de Minas Gerais, 2023).

Impactos Econômicos de Saúde Pública

Um aumento de quatro a seis vezes em taxas de ADRD pós-2060 resultaria em sofrimento social e econômico generalizado e colapso potencialmente completo dos sistemas de saúde já sobrecarregados em países desenvolvidos (Manwell et al., 2022).

Os custos de cuidados para demência nos Estados Unidos excedem sozinhos US\$ 300 bilhões anuais quando contados custos diretos de cuidados médicos e custos indiretos de carga do cuidador (Manwell et al., 2022).

Se estas projeções se materializarem, a demanda por serviços de cuidados cognitivos, facilidades de memória especializadas e medicamentos para demência aumentarão exponencialmente além da capacidade dos sistemas de saúde existentes para suportar (Manwell et al., 2022).

Conclusão

A relação entre uso excessivo de telas e comprometimento de memória representa um desafio contemporâneo de saúde pública que transcende questões simples de moderação tecnológica. Os dados científicos acumulados, derivados de estudos neuroimagem, investigações comportamentais e pesquisas longitudinais, estabelecem de forma convincente que exposição crônica a dispositivos eletrônicos,

especialmente durante períodos críticos de desenvolvimento cerebral, produz alterações mensuráveis em estrutura cerebral, função de redes neurais, perfis neuroendócrinos, e capacidades cognitivas fundamentais incluindo memória de trabalho, codificação de memória declarativa, e capacidade de consolidar memórias para armazenamento de longo prazo (Universidade de São Paulo, 2024; Manwell et al., 2022; Gajanayake et al., 2024; Forbes Brasil, 2025; Miller, 2023; Ward et al., 2017; Cedars-Sinai, 2025; Haroun; Rahmati, 2024).

Os mecanismos pelos quais telas prejudicam memória são multifatoriais, esta sendo perturbado por ciclos circadianos com consequente deterioração de qualidade e duração de sono (Gajanayake et al., 2024, Brassanini, 2025), alterações em sistemas dopaminérgicos que modula força de codificação memória (Fikry; Jaffe, 2023; Pereira et al., 2019), redução em interações interpessoais que são críticas para desenvolvimento cognitivo (Universidade de São Paulo, 2024; Miller, 2023; Cedars-Sinai, 2025), comprometimento da atenção sustentada através de constante estimulação sensorial (Ward et al., 2017; Christakis; Ramirez; Ramirez, 2018) e desenvolvimento de padrões de dependência cognitiva de sistemas de informação externos que reduz utilização de memória interna (Sparrow; Liu; Wegner, 2011; Ye et al., 2024).

Particularmente alarmante é a observação de que adolescentes e adultos jovens, membros de geração nascida depois de 1980 para quem acesso a tecnologia mobile foi disponível durante períodos críticos não-replicáveis de desenvolvimento cerebral, apresentam vulnerabilidade desproporcional a efeitos neurobiológicos adversos (Manwell et al., 2022).

As projeções de que isto possa resultar em aumento de quatro a seis vezes em taxas de demência de início precoce começando em 2060 devem servir como impetuoso para ação imediata em múltiplos níveis: investimentos em pesquisa para melhor compreender mecanismos através dos quais telas alteram trajetórias de desenvolvimento cognitivo; desenvolvimento de políticas públicas baseadas em evidências limitando exposição a telas em crianças; intervenções educacionais direcionadas a pais, educadores e o próprio público para promover consciência sobre riscos; e pesquisa clínica sobre estratégias preventivas e interventivas efetivas (Manwell et al., 2022; Universidade Federal de Minas Gerais, 2023).

O papel paradoxal de telas como ferramentas educacionais valiosas não deve ser negligenciado; há evidência de que quando utilizado apropriadamente com supervisão parental, conteúdo educativo de alta qualidade pode suportar aprendizado (Miller, 2023; Cedars-Sinai, 2025; Melhor Escola, 2026).

Entretanto, o padrão predominante de uso observado mundialmente, caracterizado por consumo passivo de conteúdo de entretenimento com ritmo rápido, períodos prolongados de utilização excedendo recomendações de saúde, e engajamento com dispositivos durante períodos criticamente importantes de sono, representa risco substantivo para trajetórias de desenvolvimento cognitivo e envelhecimento cerebral acelerado (Universidade de São Paulo, 2024; Manwell et al., 2022; Gajanayake et al., 2024; Forbes Brasil, 2025; Miller, 2023; Ward et al., 2017; Cedars-Sinai, 2025; Haroun; Rahmati, 2024).

Conclusivamente, enquanto estudos isolados possam demonstrar circunstâncias específicas nas quais dispositivos podem servir funções cognitivas positivas, a evidência preponderante estabelece que uso excessivo de telas em contextos contemporâneos representa ameaça significativa para integridade dos sistemas de memória humana, particularmente em indivíduos ainda em períodos críticos de desenvolvimento cerebral. A convergência de achados neurobiológicos, funcionais, estruturais e epidemiológicos requer ação urgente e coordenada para mitigar os efeitos adversos desta mudança fundamental na experiência humana moderna.

Referências

ALSAAD, H. et al. Effects of smartphone addiction on cognitive function and physical activity in middle-school children. 2023. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10461096/>.

BITTNER, D. L.; STORM, B. C. Online searching can lead to internet fixation without reducing metacognitive confidence. *Cognition*, 2026. doi:10.1016/j.cognition.2025.106329. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41014960/>.

BOWMAN, L. L. et al. A Nudge-Based Intervention to Reduce Problematic Smartphone Use. 2022. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9112639/>.

BRASSANINI, G. W. Luz azul e sono: o que a ciência diz sobre o uso de telas à noite. 2025. Disponível em: <https://www.drbrassanini.com.br/post/luz-azul-e-sono-o-que-a-ci%C3%A0ncia-diz-sobre-o-uso-de-telas-%C3%A0-noite>.

CASTEL, A. D. et al. Selectively distracted: divided attention and memory for important information. *PLOS ONE*, 2017. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5546942/>.

CEDARS-SINAI. Back to School: How Screen Time Affects Children's Developing Brains. 2025. Disponível em: <https://www.cedars-sinai.org/newsroom/back-to-school-how-screen-time-affects-childrens-developing-brains/>.

CHRISTAKIS, D. A.; RAMIREZ, J. S.; RAMIREZ, J. M. P. How early media exposure may affect cognitive function and brain development. 2018. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6176595/>.

FORBES BRASIL. Como o excesso de tempo de tela afeta seu cérebro. out. 2025. Disponível em: <https://forbes.com.br/carreira/2025/10/como-o-excesso-de-tempo-de-tela-afeta-seu-cerebro/>.

FIKRY, A.; JAFFE, R. Overview on brain function enhancement of internet addicts through dopamine modulation. 2023. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9933907/>.

GAJANAYAKE, K. et al. Night screen time is associated with cognitive function in healthy young adults. 2024. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11086650/>.

HAROUN, N.; RAHMATI, M. Understanding digital dementia and cognitive impact in the current generation. 2024. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11499077/>.

HOU, Y. et al. Gray matter differences in the anterior cingulate and orbitofrontal cortices of internet gaming disorder. 2018. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6035012/>.

HUTTON, J. S. et al. Screen-based media use and brain white matter integrity in preschool-aged children. JAMA Pediatrics, 2019. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jamapediatrics/fullarticle/2754101>.

IG SAÚDE. Estudo indica que uso de celular contribui para uma boa memória. 2022. Disponível em: <https://saude.ig.com.br/2022-08-02/estudo-indica-que-uso-de-celular-contribui-para-uma-boa-memoria.html>.

LIU, H.; CROARKIN, P. E. The influence of blue light on sleep, performance and wellbeing in young adults. 2022. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9424753/>.

MANWELL, L. A. et al. Digital dementia in the internet generation. 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35164464/>.

MELHOR ESCOLA. Tempo de tela por idade: recomendações. 2026. Disponível em: <https://www.melhorescola.com.br/artigos/tempo-de-tela-por-idade>.

MILLER, S. Effects of excessive screen time on child development. 2023. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10353947/>.

MUIR, A. J. et al. Internet use and cognition. *Frontiers in Psychiatry*, 2020. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7766706/>.

NEUMANN, J. F. et al. Screen time, sleep and executive function. 2025. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12733803/>.

PEREIRA, V. M. et al. Internet addiction and brain networks. 2019. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6823489/>.

RODRIGUEZ-LARA, J. E.; VEGA-PÉREZ, R. M. Impact of screen use on executive functions. 2025. Disponível em: <https://esmed.org/impact-of-screen-use-on-executive-functions-in-youth/>. Acesso em: 23 abr. 2026.

SAMHSA. Home. s.d. Disponível em: <https://www.samhsa.gov>.

SPARROW, B.; LIU, J.; WEGNER, D. M. The online brain. 2011. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6502424/>.

STANFORD LIFESTYLE MEDICINE. What excessive screen time does to the adult brain 2024. Disponível em: <https://lifestylemedicine.stanford.edu/what-excessive-screen-time-does-to-the-adult-brain/>.

TAHERI, E.; YOUSEFI, F.; AKBARI, M. Social media and sleep disturbance. 2021. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8233562/>.

TIME IS MONEY. Monitoramento de tela. 2025. Disponível em: <https://timeismoney.tec.br/2025/12/22/monitoramento-de-tela-por-que-sua-empresa-precisa-dessa-solucao-agora/>.

TWENGE, J. M.; CAMPBELL, W. K.; MARTIN, G. N. Screen time and psychological well-being. 2018. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6214874/>.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Uso excessivo de telas em crianças. 2024. Disponível em: <https://jornal.usp.br/campus-ribeirao-preto/o-uso-excessivo-de-telas-desenvolve-deficiencias-mentais-e-intelectuais-em-criancas/>.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. Uso de telas e saúde mental. 2023. Disponível em: <https://www.medicina.ufmg.br/uso-excessivo-de-telas-esta-associado-a-saude-mental-de-diferentes-geracoes/>.

WARD, A. F. et al. Smartphones and cognition. 2017. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5403814/>.

WEINSTEIN, A.; LIVNY, A. Neuroimaging smartphone overuse. 2024. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10917376/>.

YE, Z. et al. Google effects on memory. 2024. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10830778/>.

YOON, U.; CHUNG, M. K.; SONTAG, E. Working memory and learning. 2024. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11446871/>.