

Desenvolvimento cerebral e a influência dos algoritmos

Estamos perdendo o controle?

Do cérebro que aprende ao algoritmo que aprende sobre o cérebro

Eduardo Jorge Custodio da Silva (ESSEMUNDODIGITAL)



A pergunta mudou

Não é mais apenas: “Quanto tempo a criança e o adolescente passam diante da tela?”

- O que ele vê?
- Quem decide o que ele vê?
- Por que determinado conteúdo é mostrado novamente?
- Qual emoção aquele conteúdo provoca?
- O que acontece depois da exposição?

De “screen time” → para “digital exposure architecture”

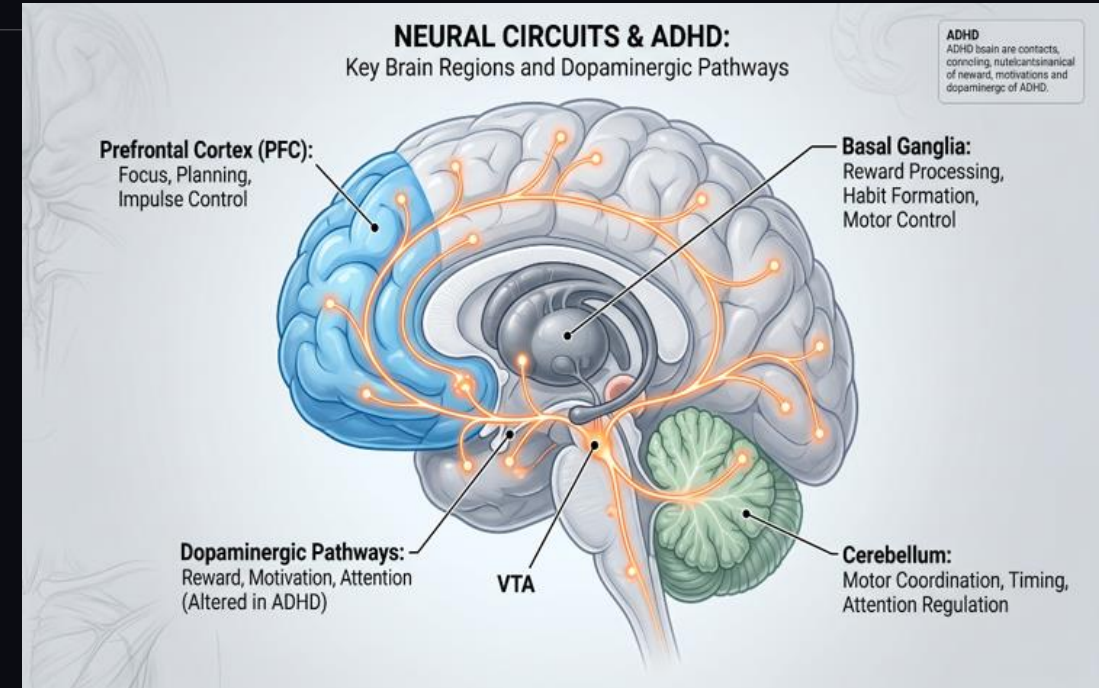


Por que a adolescência é diferente?

Adolescência = período de reorganização cerebral

- poda sináptica
- mielinização progressiva
- refinamento das redes de controle executivo
- desenvolvimento do córtex pré-frontal
- reorganização dos circuitos de recompensa
- maior importância do processamento social

Sensibilidade à recompensa social + controle executivo em desenvolvimento



O circuito que interessa

RECOMPENSA + EMOÇÃO + CONTROLE

Estriado ventral / núcleo accumbens → recompensa

Amígdala + ínsula → o que chama a atenção e mexe com a emoção

região medial do córtex pré-frontal (mPFC) , e

córtex pré-frontal ventromedial (vmPFC) → processamento social

córtex pré-frontal dorsolateral(dlPFC) +

região frontal interna, ligada ao cíngulo anterior ACC → controle executivo

Pergunta: o que acontece quando o ambiente fornece uma nova recompensa social a cada poucos segundos?

O algoritmo não é simplesmente um catálogo

Comportamento → clique • pausa • replay • curtida • compartilhamento • comentário • abandono

↓

Modelo computacional → predição

↓

“Qual conteúdo provavelmente manterá este usuário engajado?”

↓

Nova recomendação → novo
comportamento → novo dado
É um sistema adaptativo.



O ciclo de reforço

ALGORITMO ↔ CÉREBRO

Curiosidade → conteúdo personalizado → recompensa/surpresa/identificação → engajamento → novo dado → personalização mais precisa → próximo conteúdo

Reforço ≠ DEPENDÊNCIA

A literatura ainda precisa separar causalidade, predisposição individual e efeitos específicos das plataformas.



Recompensa social: o “like” importa?

Para o adolescente, a recompensa não é apenas digital.

LIKE → “Fui aceito?” → “Sou importante?” → “Como estou em relação aos outros?” → IDENTIDADE SOCIAL

Adolescentes apresentam elevada sensibilidade ao feedback social.

Estudos longitudinais associam padrões habituais de checagem de redes a trajetórias de desenvolvimento neural; associação não significa causalidade.



O cérebro adolescente pode aprender a esperar a recompensa

Feedback imprevisível

Nem toda postagem recebe curtida, comentário, visualização ou mensagem.

Recompensa variável + social + imprevisível

→ antecipação → checagem → feedback → nova checagem

Pesquisas recentes sugerem maior sensibilidade adolescente a mudanças no feedback social.

O que estamos chamando de “controle”?

Controle executivo

- controle inibitório
- atenção sustentada
- memória de trabalho
- planejamento
- flexibilidade cognitiva
- tomada de decisão
- capacidade de adiar recompensa

Pergunta científica: a exposição repetida a ambientes de recompensa imediata modifica as demandas sobre sistemas de controle ainda em desenvolvimento?

Não: “o celular destrói o córtex pré-frontal”.



O fenômeno da fragmentação da atenção

AMBIENTE TRADICIONAL

Uma tarefa → atenção sustentada → processamento profundo

AMBIENTE ALGORÍTMICO

Novo estímulo → novo estímulo → novo estímulo → alternância contínua

Hipótese: novidade frequente → maior captura atencional → menor tolerância ao tédio

Importante: não confundir associação com causa de TDAH.

O algoritmo pode amplificar vulnerabilidades

O mesmo algoritmo ≠ mesma experiência

TDAH: novidade / recompensa imediata / inibição

TEA: interesses restritos / previsibilidade / hiperfoco / interação social online

Ansiedade: reasseguramento / comparação / conteúdo ameaçador

Algoritmo = amplificador potencial, não necessariamente causa primária.

Neurodivergência: uma questão especialmente importante

Não perguntar: “A tela causa neurodivergência?”

Perguntar: “Como características neurocognitivas individuais interagem com ambientes digitais altamente personalizados?”

Vulnerabilidade individual × personalização algorítmica

TEA • TDAH • DI • TOD • ansiedade

Avaliar função, contexto e impacto — não apenas tempo de tela.

Estamos perdendo o controle?

Talvez a pergunta esteja errada.

Não é: “Quem controla quem?”

É: “Como preservar autonomia em um ambiente desenhado para aprender com nosso comportamento?”

Desafio: transparência + auditoria + design apropriado à idade + controle sobre recomendações.

Do controle individual ao controle ambiental

1. INDIVÍDUO → autorregulação • consciência digital • metacognição
2. FAMÍLIA → sono • notificações • uso compartilhado • modelos parentais
3. ESCOLA → alfabetização algorítmica • educação midiática • atenção • pensamento crítico
4. PLATAFORMAS → transparência • auditoria • design apropriado à idade

Uma nova competência: alfabetização algorítmica

O adolescente precisa aprender a perguntar:

“Por que estou vendo isso?”

“Quem ganha quando eu continuo assistindo?”

“Isso foi escolhido por mim ou para mim?”

“O que eu fiz para o algoritmo me mostrar isso?”

“Eu quero continuar vendo isso?”

Autonomia digital = consciência + capacidade de escolha



O paradoxo

O algoritmo conhece cada vez melhor o usuário.

Mas o adolescente ainda está descobrindo quem é; construindo identidade; desenvolvendo autonomia; aprendendo a controlar impulsos; interpretando aprovação social.

Assimetria:

Sistema computacional → aprendizagem contínua + personalização + adaptação em tempo real

Cérebro adolescente → plasticidade elevada + desenvolvimento em curso + sensibilidade social

Quem está se adaptando mais rapidamente?



O que a ciência já permite afirmar?

EVIDÊNCIAS

- ✓ adolescência = elevada plasticidade e sensibilidade social
- ✓ experiências digitais são heterogêneas
- ✓ feedback social tem importância particular
- ✓ padrões de uso podem associar-se a trajetórias neurais
- ✓ algoritmos personalizam a exposição
- ✓ vulnerabilidades individuais modificam a experiência

AINDA NÃO PODEMOS AFIRMAR

- X algoritmos necessariamente “danificam” o cérebro
- X redes sociais causam TDAH
- X todo adolescente desenvolve dependência
- X mais tempo de tela = automaticamente pior desenvolvimento

O modelo Cérebro–Algoritmo–Ambiente

CÉREBRO

Plasticidade • recompensa • controle executivo



COMPORTAMENTO

cliques • tempo • buscas • feedback • compartilhamentos



ALGORITMO

predição • personalização • recomendação • repetição



AMBIENTE

família • escola • pares • cultura • vulnerabilidades

Resultado: desenvolvimento em um ambiente digital adaptativo

Conclusão

Estamos perdendo o controle?

Talvez não estejamos simplesmente perdendo o controle.

Pela primeira vez, uma tecnologia pode observar continuamente o comportamento de um cérebro em desenvolvimento, aprender com esse comportamento e modificar, em tempo real, o ambiente ao qual esse cérebro está exposto.

O desafio não é retirar a tecnologia da adolescência.

É garantir que a tecnologia não retire da adolescência a possibilidade de escolher.

Para discussão

“Se o algoritmo aprende com cada escolha do adolescente, quem está ensinando quem?”

CÉREBRO → ALGORITMO

ou

ALGORITMO → CÉREBRO?

Talvez a verdadeira resposta seja: AMBOS.



Referências essenciais

1. Wilbrecht L, Davidow JY. Nat Rev Neurosci. 2024;25:176-194.
2. Maza MT, et al. JAMA Pediatr. 2023;177(2):160-167.
3. Hannapel MM, Aghajani M. J Neurophysiol. 2025;133(5):1406-1409.
4. León Méndez M, et al. Neurosci Biobehav Rev. 2024;159:105572.
5. National Academies. Social Media and Adolescent Health. 2024.
6. Youths' sensitivity to social media feedback. 2024.
7. Taylor SH, Brisini KSC. Comput Human Behav. 2024;150:107975.
8. Longitudinal technology use patterns. J Adolesc Health. 2024;75(5):809-818.

Obrigado



Eduardo Jorge