

### JOGOS DIGITAIS NA ESTIMULAÇÃO DA CONSCIÊNCIA FONOLÓGICA: UMA ABORDAGEM NEUROPSICOPEDAGÓGICA BASEADA EM MONITORAMENTO DE DESEMPENHO

**Tiago José Benedito Eugênio<sup>1</sup>;**

Universidade Federal de São Paulo, UNIFESP, São Paulo, SP.

<https://lattes.cnpq.br/1101624272991092>

**Ana Lúcia Hennemann<sup>2</sup>;**

Universidade Internacional Iberoamericana, San Juan, Porto Rico, EUA.

<http://lattes.cnpq.br/5389152042350939>

**Denise De Micheli<sup>3</sup>.**

Universidade Federal de São Paulo, UNIFESP, São Paulo, SP.

<http://lattes.cnpq.br/2246867228137055>

**RESUMO:** Este capítulo apresenta a descrição e análise de sete jogos digitais voltados à estimulação da consciência fonológica em crianças em processo de alfabetização, a partir de uma perspectiva neuropsicopedagógica. Fundamentados em modelos da Psicologia Cognitiva, da Neurociência da Leitura e da Pedagogia, os jogos foram estruturados de acordo com a organização hierárquica da consciência fonológica, contemplando habilidades fonêmicas, silábicas e intrassilábicas. As atividades integram demandas linguísticas e funções executivas, como memória de trabalho, atenção e controle inibitório, aproximando-se das exigências cognitivas envolvidas na aprendizagem da leitura e da escrita. O capítulo descreve ainda o modelo de mensuração de desempenho baseado no Índice de Progresso em Jogo (IPJ), que combina precisão, velocidade e eficiência em uma métrica padronizada. Discute-se o potencial dos jogos como ferramentas de intervenção e apoio educacional, destacando sua aplicabilidade em contextos clínicos e escolares. Conclui-se que, quando fundamentados teoricamente e estruturados de forma sistemática, os jogos digitais podem contribuir para práticas interventivas mais precisas, monitoráveis e alinhadas ao desenvolvimento cognitivo infantil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Consciência fonológica. Neuropsicopedagogia. Jogos digitais

## DIGITAL GAMES IN THE STIMULATION OF PHONOLOGICAL AWARENESS: A NEUROPSYCHOPEDAGOGICAL APPROACH BASED ON PERFORMANCE MONITORING

**ABSTRACT:** This chapter presents the description and analysis of seven digital games designed to stimulate phonological awareness in children undergoing literacy acquisition, from a neuropsychopedagogical perspective. Grounded in models from Cognitive Psychology, the Neuroscience of Reading, and Pedagogy, the games were structured according to the hierarchical organization of phonological awareness, encompassing phonemic, syllabic, and intrasyllabic skills. The activities integrate linguistic demands with executive functions, such as working memory, attention, and inhibitory control, aligning with the cognitive requirements involved in learning to read and write. The chapter also describes a performance measurement model based on the Game Progress Index (GPI), which combines accuracy, speed, and efficiency into a standardized metric. The potential of the games as tools for intervention and educational support is discussed, highlighting their applicability in both clinical and school settings. It is concluded that, when theoretically grounded and systematically structured, digital games can contribute to more precise, monitorable, and developmentally aligned intervention practices in childhood cognition.

**KEY-WORDS:** Phonological awareness. Neuropsychopedagogy. Digital games

### INTRODUÇÃO

A aprendizagem da leitura e da escrita constitui um processo complexo que envolve a integração de múltiplos sistemas neurocognitivos, incluindo linguagem, memória de trabalho, atenção e funções executivas. No âmbito da Neuropsicopedagogia, o estudo do funcionamento do sistema nervoso objetiva compreender a aprendizagem humana, por meio de uma perspectiva transdisciplinar integrada entre neurociências aplicada à educação, psicologia cognitiva e pedagogia, permitindo a construção de intervenções mais eficazes (SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEUROPSICOPELAGOGIA, 2021). A transdisciplinaridade permite um olhar mais abrangente sobre as dificuldades, onde a avaliação não se restringe a resultados em testes, mas mapeia como as funções cognitivas (como a atenção, a memória e as funções executivas) interagem e se manifestam no comportamento de aprendizagem (RUSSO, 2018). Entre as habilidades linguísticas fundamentais para a alfabetização, a consciência fonológica destaca-se como um dos principais preditores do sucesso na leitura (SNOWLING; HULME, 2005; GOSWAMI, 2002). A consciência fonológica constitui uma habilidade metalinguística central no desenvolvimento da leitura, especialmente em sistemas alfabéticos, nos quais a correspondência entre grafemas e fonemas é fundamental para a decodificação (EHRI, 2005), e pode ser desenvolvida por meio de diversas atividades interventivas que estimulam a reflexão entre a relação letra/som (grafema/fonema), análise e síntese fonêmica, segmentação fonêmica, transposição fonêmica, adição e/ou

subtração de fonema inicial ou final, discriminação sonora, substituição fonêmica, entre outras (QUEIROGA e SILVA, 2020). Evidências mais recentes reforçam o papel central da consciência fonológica na aquisição da leitura, especialmente em sua relação com o mapeamento ortográfico e a automatização da decodificação (CASTLES; RASTLE; NATION, 2018; KILPATRICK, 2015).

Do ponto de vista neurocognitivo, avanços recentes em neuroimagem têm aprofundado a compreensão das redes neurais envolvidas na leitura, evidenciando a integração entre regiões temporais, parietais e frontais no processamento fonológico e ortográfico (DEHAENE, 2012; DEHAENE, 2020; PUGH et al., 2019). A integração dessas redes permite a análise, segmentação e manipulação das unidades sonoras da fala.

Na perspectiva da Neuropsicopedagogia, a aprendizagem é compreendida como uma mudança de comportamento em função da plasticidade dos processos neurais cognitivos (RUSSO, 2022), que englobam resultado da interação entre maturação neurológica, experiência e mediação sistemática. Assim, intervenções em consciência fonológica devem considerar não apenas os aspectos linguísticos, mas também as demandas cognitivas associadas, como atenção sustentada, memória operacional e monitoramento de respostas. Estudos contemporâneos destacam a contribuição das funções executivas, especialmente controle inibitório e memória de trabalho, para o desempenho em tarefas de leitura e linguagem (BEST; MILLER; JONES, 2015; ZELAZO, 2015).

Além disso, a organização hierárquica da consciência fonológica — envolvendo níveis fonêmico, silábico e intrassilábico — deve ser respeitada no planejamento de atividades, de modo a favorecer progressão gradual de complexidade e adequação ao desenvolvimento infantil (GOSWAMI, 2002).

O uso de jogos digitais em contextos de aprendizagem tem sido amplamente investigado, destacando-se seu potencial para promover engajamento, motivação e repetição de habilidades específicas (MAYER, 2014; GEE, 2003). No entanto, do ponto de vista neuropsicopedagógico, o valor desses recursos não reside apenas em seu caráter lúdico, mas em sua capacidade de estruturar experiências cognitivas alinhadas a objetivos de aprendizagem.

Pesquisas recentes indicam que ambientes digitais de aprendizagem, quando estruturados com base em princípios cognitivos, podem promover ganhos significativos em habilidades linguísticas e autorregulação (HIRSH-PASEK et al., 2015; MAYER, 2020). Jogos bem planejados permitem: (a) controle de estímulos; (b) progressão de dificuldade; (c) feedback imediato; (d) monitoramento do desempenho. Essas características favorecem a ativação de processos de autorregulação e aprendizagem ativa, fundamentais para o desenvolvimento cognitivo. Além disso, quando integrados a práticas mediadas por profissionais, os jogos digitais podem atuar como instrumentos de intervenção estruturada, permitindo adaptação às necessidades individuais e acompanhamento do progresso da criança.

Nesse contexto, a utilização de jogos digitais tem emergido como estratégia promissora para intervenção em habilidades linguísticas, ao aliar engajamento, repetição estruturada e feedback imediato. No entanto, a eficácia desses recursos depende de sua fundamentação teórica e da coerência entre suas demandas cognitivas e os processos que se pretende estimular. Apesar do avanço no uso de jogos digitais na educação, ainda há escassez de propostas estruturadas que integrem, de forma sistemática, consciência fonológica, funções executivas e métricas objetivas de desempenho em contextos interventivos.

## OBJETIVO

Este capítulo tem como objetivo descrever e analisar um conjunto de jogos digitais de consciência fonológica a partir de uma perspectiva neuropsicopedagógica, destacando sua organização, seus fundamentos teóricos e seu potencial de aplicação em contextos clínicos e educacionais, bem como apresentar um modelo de monitoramento de desempenho que integra precisão, velocidade e eficiência, visando subsidiar a avaliação contínua e a tomada de decisão em processos interventivos.

## METODOLOGIA

O presente capítulo caracteriza-se como um estudo de natureza teórico-aplicada, fundamentado na análise e sistematização de jogos digitais voltados à estimulação da consciência fonológica em contextos clínicos e educacionais. A construção do material descrito partiu de referenciais consolidados da Psicologia Cognitiva, da Neurociência da Leitura e da Neuropsicopedagogia, os quais orientaram tanto a organização das tarefas quanto a definição das habilidades cognitivas e linguísticas mobilizadas.

Os jogos foram desenvolvidos a partir de uma abordagem estruturada, baseada na decomposição da consciência fonológica em seus principais domínios — fonêmico, silábico e intrassilábico — conforme proposto na literatura especializada. A partir dessa organização, foram delineadas tarefas que contemplassem operações metalinguísticas específicas, como identificação, segmentação, síntese e manipulação de unidades sonoras da fala. Cada atividade foi concebida de modo a respeitar a progressão de complexidade dessas habilidades, considerando o desenvolvimento infantil e os princípios de hierarquização do processamento fonológico (Figura 1).

Paralelamente, a elaboração dos jogos considerou a integração de funções executivas, especialmente memória de trabalho, controle inibitório e flexibilidade cognitiva, entendidas como componentes fundamentais para o desempenho em tarefas linguísticas. Dessa forma, os jogos foram estruturados não apenas para estimular habilidades fonológicas isoladas, mas para promover demandas cognitivas combinadas, aproximando-se das exigências reais do processo de aprendizagem da leitura e da escrita.

**Figura 1:** organização geral dos jogos digitais na estimulação da consciência fonológica.

Habilidade	Capa	Consigna	Tarefa
Nomeação e Reconhecimento de letras			
Consciência fonêmica / Associação Letra-Som			
Segmentação Silábica			
Identificação de Sílabas Iniciais			
Identificação de Sílabas Iniciais			
Identificação de Sílabas Finais			
Identificação de Rimas			

Fonte: elaborada pelos autores

A análise dos jogos apresentada neste capítulo foi realizada a partir de uma perspectiva descritivo-analítica, na qual cada atividade foi examinada quanto às suas demandas cognitivas, aos processos linguísticos envolvidos e às suas possíveis aplicações em contextos de intervenção. Tal análise foi orientada por referenciais teóricos da Neuropsicopedagogia, que compreendem a aprendizagem como resultado da interação entre funcionamento cerebral, processos cognitivos e mediação pedagógica.

No que se refere ao design das atividades, adotou-se uma lógica de organização baseada em tarefas digitais interativas, com controle de estímulos visuais e auditivos, padronização de instruções e progressão gradual de dificuldade. Essa estrutura permite maior consistência na aplicação dos jogos, bem como favorece o engajamento do usuário e a repetição necessária para consolidação das habilidades. Além disso, a natureza digital dos jogos possibilita o registro de desempenho, permitindo ao profissional acompanhar indicadores de acerto, erro e tempo de resposta.

## ***Cálculo do Índice de Progresso em Jogo (IPJ)***

No que se refere à mensuração do desempenho dos participantes durante a execução dos jogos digitais, adotou-se um modelo de cálculo padronizado denominado Índice de Progresso em Jogo (IPJ), desenvolvido para integrar, em uma única métrica, diferentes dimensões do comportamento do jogador. Esse índice foi concebido com o objetivo de representar, de forma simultânea, a precisão das respostas, a velocidade de execução e a eficiência do desempenho, permitindo uma análise mais abrangente do funcionamento cognitivo durante as tarefas. O IPJ é calculado em uma escala contínua de 0 a 100 pontos e resulta da combinação ponderada de três componentes principais: precisão, velocidade e eficiência. A precisão corresponde à proporção de acertos em relação ao número total de itens apresentados na atividade, sendo expressa como uma porcentagem. Esse indicador permite avaliar o grau de domínio da tarefa em termos de acurácia das respostas. A dimensão de velocidade é obtida a partir da comparação entre o tempo efetivamente gasto pelo participante e um tempo de referência previamente estabelecido para a atividade, calculado com base no número de itens e no tempo ideal por item. Esse componente permite inferir a fluência de execução e o ritmo de processamento do indivíduo, sendo particularmente relevante em tarefas que demandam rapidez de resposta. No cálculo do tempo de execução foram adotados procedimentos de refinamento temporal com o objetivo de aumentar a precisão da medida de desempenho. Especificamente, foram excluídos do tempo total registrado os intervalos associados a elementos não relacionados diretamente ao processamento cognitivo da tarefa, como tempos de transição entre estímulos (*transition time*), feedbacks visuais e sonoros de acerto (*celebration time*) e atrasos inerentes ao carregamento ou sobreposição de elementos da interface (*overhead time*). Essa decisão fundamenta-se na literatura de avaliação cognitiva e desempenho em tarefas digitais, que recomenda a distinção entre tempo de resposta efetivo e componentes extrínsecos à execução da tarefa, a fim de evitar viés na interpretação da velocidade de processamento (LUCE, 1986; MEYER et al., 1988). Além disso, estudos sobre mensuração em ambientes digitais e interação humano-computador indicam que a inclusão de tempos não relacionados à resposta pode inflar artificialmente medidas de latência, comprometendo a validade das inferências sobre eficiência cognitiva (MAYER, 2020; WICKENS et al., 2015). Dessa forma, o tempo considerado no IPJ corresponde exclusivamente ao intervalo efetivo de processamento e resposta do participante, garantindo maior sensibilidade e precisão na análise do desempenho.

Por sua vez, a eficiência é estimada a partir da taxa de acertos por minuto (APM), comparada a um valor de referência definido no protocolo a partir de coleta de dado em uma pequena amostra não probabilística por conveniência. Esse indicador integra precisão e velocidade em uma única métrica, permitindo avaliar o desempenho do participante em termos de produtividade cognitiva, isto é, sua capacidade de responder corretamente em um determinado intervalo de tempo.

A composição final do IPJ é realizada por meio de uma combinação ponderada desses três componentes, atribuindo-se maior peso à precisão e à velocidade (0,4 cada) e peso moderado à eficiência (0,2). Essa ponderação foi definida com base na premissa de que, em tarefas neuropsicopedagógicas, a acurácia e o controle do tempo constituem indicadores centrais do desempenho, enquanto a eficiência atua como um refinamento da análise, integrando ambas as dimensões.

Esse modelo de cálculo permite não apenas a obtenção de uma medida global de desempenho, mas também a análise diferenciada dos componentes subjacentes, favorecendo interpretações mais precisas sobre o funcionamento cognitivo do indivíduo. No contexto da intervenção neuropsicopedagógica, o IPJ possibilita o monitoramento do progresso ao longo das sessões, a identificação de padrões de desempenho e a tomada de decisão baseada em dados para o ajuste das estratégias de intervenção.

A integração entre os componentes de precisão e velocidade no cálculo do Índice de Progresso em Jogo (IPJ) fundamenta-se em modelos clássicos de desempenho cognitivo, nos quais a eficiência é compreendida como resultado da relação entre acurácia e tempo de resposta. Essa relação é amplamente discutida na literatura sob o conceito de *speed-accuracy trade-off*, segundo o qual aumentos na velocidade de resposta podem implicar redução na precisão, e vice-versa. Nesse sentido, a incorporação simultânea dessas dimensões no IPJ permite uma análise mais refinada do desempenho, evitando interpretações baseadas exclusivamente em acertos ou tempo isoladamente. Ao considerar também a eficiência como componente derivado dessa interação, o modelo proposto possibilita captar diferentes perfis cognitivos, distinguindo, por exemplo, desempenhos mais impulsivos daqueles mais lentos e controlados, o que é particularmente relevante em contextos neuropsicopedagógicos de avaliação e intervenção.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Espera-se que a utilização dos jogos digitais de consciência fonológica, estruturados a partir de princípios neuropsicopedagógicos e associados ao monitoramento por meio do Índice de Progresso em Jogo (IPJ), possibilite a identificação de diferentes perfis de desempenho em crianças em processo de alfabetização. A integração de tarefas que mobilizam habilidades fonêmicas, silábicas e intrassilábicas, associadas a demandas de memória de trabalho, atenção e controle inibitório, tende a favorecer não apenas a estimulação das habilidades linguísticas, mas também o aprimoramento de processos executivos subjacentes à aprendizagem.

Do ponto de vista do desempenho, espera-se que o IPJ permita discriminar padrões distintos entre precisão, velocidade e eficiência, evidenciando, por exemplo, crianças com alta acurácia e baixa fluência, ou com respostas rápidas, porém imprecisas. Essa diferenciação é particularmente relevante em contextos neuropsicopedagógicos, nos quais a compreensão do perfil cognitivo do indivíduo orienta a tomada de decisão interventiva.

Além disso, a aplicação sistemática dos jogos ao longo do tempo deve possibilitar o acompanhamento do progresso individual, permitindo observar ganhos graduais tanto na consistência das respostas quanto na eficiência do processamento fonológico. Espera-se, ainda, que a estrutura progressiva das tarefas contribua para a consolidação de habilidades metalinguísticas essenciais à leitura e à escrita, especialmente no que se refere à correspondência fonema–grafema, segmentação e manipulação de unidades sonoras.

Em termos aplicados, os resultados esperados incluem a ampliação do engajamento das crianças nas atividades de intervenção, favorecida pelo caráter interativo dos jogos, bem como a oferta de dados objetivos para o planejamento e ajuste das estratégias pedagógicas e clínicas. Dessa forma, a articulação entre design instrucional, fundamentos neurocognitivos e métricas de desempenho tende a potencializar a eficácia das intervenções em consciência fonológica, contribuindo para práticas mais precisas, monitoráveis e alinhadas às demandas do desenvolvimento infantil.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta apresentada neste capítulo evidencia que a utilização de jogos digitais fundamentados em princípios da Neuropsicopedagogia constitui uma estratégia consistente para a estimulação da consciência fonológica em crianças em processo de alfabetização. Ao articular conhecimentos da Psicologia Cognitiva, da Neurociência da Leitura e das práticas educacionais mediadas, os jogos descritos foram estruturados de modo a contemplar diferentes níveis do processamento fonológico, respeitando a progressão de complexidade e as demandas do desenvolvimento infantil.

A integração entre habilidades linguísticas e funções executivas, como memória de trabalho, controle inibitório e flexibilidade cognitiva, reforça a compreensão de que o desempenho em tarefas de consciência fonológica não se restringe ao domínio da linguagem, mas envolve um conjunto mais amplo de processos cognitivos. Nesse sentido, a organização das atividades favorece uma abordagem interventiva mais abrangente, alinhada à perspectiva neuropsicopedagógica de aprendizagem.

Adicionalmente, a incorporação de métricas padronizadas de desempenho, como o Índice de Progresso em Jogo (IPJ), possibilita a objetivação da prática interventiva, permitindo o acompanhamento sistemático do desempenho e a tomada de decisão baseada em dados. Tal aspecto contribui para a qualificação das intervenções, tornando-as mais precisas, monitoráveis e adaptáveis às necessidades individuais.

Por fim, destaca-se que o uso de recursos digitais, quando sustentado por fundamentos teóricos consistentes e por uma organização metodológica rigorosa, ultrapassa o caráter meramente lúdico e se configura como instrumento relevante para a prática clínica e educacional. A sistematização apresentada neste capítulo contribui, portanto, para o avanço de propostas interventivas baseadas em evidências, fortalecendo a interface entre

tecnologia, cognição e aprendizagem no campo da Neuropsicopedagogia.

## REFERÊNCIAS

- BEST, J. R.; MILLER, P. H.; JONES, L. L. Executive functions after age 5: changes and correlates. *Developmental Review*, v. 29, n. 3, p. 180–200, 2015.
- CASTLES, A.; RASTLE, K.; NATION, K. Ending the reading wars: reading acquisition from novice to expert. *Psychological Science in the Public Interest*, v. 19, n. 1, p. 5–51, 2018.
- DEHAENE, S. *Os neurônios da leitura: como a ciência explica a nossa capacidade de ler*. Porto Alegre: Penso, 2012.
- DEHAENE, S. *How we learn to read: the new science of reading and its implications for teaching*. New York: Viking, 2020.
- EHRI, L. C. Learning to read words: theory, findings, and issues. *Scientific Studies of Reading*, v. 9, n. 2, p. 167–188, 2005.
- GEE, J. P. *What video games have to teach us about learning and literacy*. New York: Palgrave Macmillan, 2003.
- GOSWAMI, U. Phonology, reading development, and dyslexia: a cross-linguistic perspective. *Annals of Dyslexia*, v. 52, p. 139–163, 2002.
- HIRSH-PASEK, K. et al. Putting education in “educational” apps: lessons from the science of learning. *Psychological Science in the Public Interest*, v. 16, n. 1, p. 3–34, 2015.
- KILPATRICK, D. A. *Essentials of assessing, preventing, and overcoming reading difficulties*. Hoboken: Wiley, 2015.
- LUCE, R. D. *Response times: their role in inferring elementary mental organization*. New York: Oxford University Press, 1986.
- MAYER, R. E. *Multimedia learning*. 3. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2020.
- MAYER, R. E. Incorporating motivation into multimedia learning. *Learning and Instruction*, v. 29, p. 171–173, 2014.
- MEYER, D. E. et al. Optimality in human motor performance: ideal control of rapid aimed movements. *Psychological Review*, v. 95, n. 3, p. 340–370, 1988.
- PUGH, K. R. et al. The neurocognitive basis of reading development and reading disability. *Annual Review of Neuroscience*, v. 42, p. 357–379, 2019.
- QUEIROGA, B. A. M.; SILVA, C. Habilidades cognitivas preditoras para a aprendizagem da leitura e escrita. In: CAPELLINI, S. A.; GERMANO, G. D.; OLIVEIRA, S. T. *Fonoaudiologia educacional: alfabetização em foco*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia, 2020.
- RUSSO, R. M. T. *Neuropsicopedagogia institucional*. Curitiba: Juruá, 2018.

RUSSO, R. M. T. Avaliação neuropsicopedagógica: campo, escopo e aspectos legais. In: BORGES SATO, D. T. (org.). *Avaliação na neuropsicopedagogia clínica*. Rio de Janeiro: Wak, 2022.

SNOWLING, M. J.; HULME, C. *The science of reading: a handbook*. Oxford: Blackwell Publishing, 2005.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEUROPSICOPEDAGOGIA (SBNPP). *Diretrizes da neuropsicopedagogia no Brasil*. 2021.

WICKENS, C. D. et al. *Engineering psychology and human performance*. 4. ed. New York: Routledge, 2015.

ZELAZO, P. D. Executive function: reflection, iterative reprocessing, complexity, and the developing brain. *Developmental Review*, v. 38, p. 55–68, 2015.