

Lógica e Cognição: organização e validação de material didático inclusivo para a estimulação das funções executivas e da lógica-matemática¹

Logic and Cognition: organization and validation of inclusive didactic material for the stimulation of executive functions and logic-mathematics

Katia Machinez da Cunha
Universidade Federal Fluminense (UFF)
Rio de Janeiro-Brasil
Vitor da Silva Loureiro
Universidade Cidade de São Paulo (Unicid)
São Paulo-Brasil
Alfred Sholl-Franco
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
Rio de Janeiro-Brasil

Resumo

Este estudo teve por objetivo analisar a construção da oficina "Cognição e Lógica" do Museu Itinerante de Neurociências (MIN). Organizado pelo CeC-NuDCEN/UFRJ e OCC entre 2014 e 2016, envolvendo 15.417 participantes, a oficina se deu a partir da pesquisa de campo, desenvolvimento, aplicação e validação. Abrangendo desde a formação de professores, treinamento de monitores e aplicação de materiais adequados para estudantes com deficiência visual. A análise considerou a continuidade da oficina, que perdura até as edições atuais do MIN, buscando a estimulação das habilidades sensório-motoras, das funções executivas e do pensamento lógico-matemático com jogos como Tangram, cubos Soma, Rubik e torre de Hanói. Os resultados indicam que a oficina atinge seus objetivos educativos e sociais, construindo em espaços formais e não formais a divulgação das neurociências e a inclusão de pessoas com deficiência visual.

Palavras-chave: Lógica-matemática; Deficiência-visual, Oficina-Temática.

Abstract

The aim of this study was to analyze the construction of the "Cognition and Logic" workshop at the Itinerant Neuroscience Museum (MIN). Organized by CeC-NuDCEN/UFRJ and OCC between 2014 and 2016, involving 15,417 participants, the workshop was based on field research, development, application and validation. It ranged from teacher training, monitor training and the application of materials suitable for visually impaired students. The analysis considered the continuity of the workshop, which continues until the current editions of MIN, seeking to stimulate sensory-motor skills, executive functions and logical-mathematical thinking with games such as Tangram, Soma cubes, Rubik's and Tower of Hanoi. The results indicate that the workshop achieves its educational and social objectives, building the dissemination of neuroscience and the inclusion of visually impaired people in formal and non-formal spaces.

Key words: Logic-mathematics; Visual impairment; Thematic Workshop.

1. Introdução

Os instrumentos utilizados pelos órgãos governamentais na aferição dos índices de aprendizagem dos estudantes da educação básica, continuamente demonstram possíveis entraves no processo de aquisição das competências e habilidades relacionadas à matemática. Pereira Kernew et al. (2019) consideram que tais resultados se tornam desafios ainda maiores para o docente que atua com esse componente curricular, tendo em vista que, segundo os autores, muitos mitos circundam a matemática e por vezes são corroborados com o fracasso escolar. Nesse sentido, existe uma forte crença nos aprendizes, considerando a aprendizagem da matemática como algo extremamente difícil, desconexo da realidade e por conseguinte sem significado (Oliveira et al., 2019). Os autores analisaram 30 estudantes do 6º ano do ensino fundamental que apresentavam dificuldades de aprendizagem na matemática e frequentavam aulas de apoio no contraturno escolar. Seus resultados indicaram que mesmo diante das suas crenças negativas, quando os professores utilizavam estratégias de ensino que estimulavam o automonitoramento, a resolução de problemas, a autonomia, o engajamento e cooperação, esses estudantes, verbalizavam perspectivas diferentes sobre a matemática e melhoria nos resultados acadêmicos. (Oliveira et al., 2019).

Dados atuais do Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes – PISA, divulgados pelo Ministério da Educação MEC (Brasil, 2023) sobre a avaliação de 2022, indicaram que estudantes brasileiros na faixa etária de 15 anos, quando comparados com estudantes de outros países da América do Sul, apresentam índices inferiores no domínio de competências e habilidades relacionadas à matemática, ou seja, em dados quantitativos os brasileiros alcançaram a média de desempenho de 379 pontos, inferior às médias dos chilenos (412), uruguaios (409) e peruanos (391). Já em relação às médias dos colombianos e argentinos, não foram encontradas variações significativas.

Ainda sobre esse tema, segundo o MEC (Brasil, 2023) dos estudantes brasileiros, 73% registraram baixo desempenho neste componente (abaixo do nível 2), considerado pela OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico), o padrão mínimo para que os jovens possam exercer plenamente suas competências e desenvolverem os requisitos plenos de cidadania. Entre os países membros da OCDE, o percentual dos que não atingiram o nível 2 foi de 31%. Apenas 1% dos brasileiros atingiram alto desempenho em matemática (nível 5 ou superior), o que acentua o cenário de disparidade educacional no país.

O estudo de Falcão e Fossa (2022) investigou a imagem que estudantes do ensino médio constroem acerca do componente curricular matemática, atestando que mesmo considerando a matemática como uma ciência importante e presente no cotidiano, os participantes afirmaram que ela possui alto grau de complexidade, sendo um componente difícil e desinteressante, em dimensões semelhantes, os alunos indicaram percepções negativas em relação às suas habilidades matemáticas e compreensão dos conceitos. O que endossa a ideia dos mitos em torno desta ciência e das dificuldades no desenvolvimento das suas abordagens junto ao público da educação básica.

Nesse contexto, há de se considerar que também se encontram nas milhares de salas de aula pelo Brasil, os alunos com necessidades especiais. Sousa (2021) ressalta que tal realidade sinaliza que cada escola deve estar preparada para ofertar um ensino de qualidade a todos os públicos, entretanto, a inclusão continua sendo um grande desafio para as instituições de ensino seja em relação às condições estruturais e/ou a ausência de profissionais capacitados para o atendimento a esse público. Dentre esse público estão os deficientes visuais (cegos, surdo cegos e baixa visão) que, segundo o Ministério da Educação (MEC), configuram aproximadamente 80 mil estudantes matriculados na educação básica em 2022. (Brasil, 2023).

1.1 A formação de professores no Brasil e a educação inclusiva

Estudos apontam que a formação inadequada de professores, a ausência de tecnologias assistivas, a exclusão, o preconceito com relação ao público deficiente visual, a falta de aplicação de metodologias que signifiquem as aprendizagens, ambientes que na sua maioria não possuem acessibilidade, unidas às crenças em torno da matemática, dificultam ainda mais o processo de aprendizagem do aluno não vidente. (Silva, 2022).

Diante disso Abdalla e Almeida (2020) em uma investigação sobre os currículos de formação de professores na América Latina, apontaram que dentre as diversas tensões que orbitam o tema, pode-se destacar a desigualdade e as diferentes naturezas nos cursos de formação inicial, o que segundo as autoras, desfavorece uma formação mais consistente e com linhas definidas sobre o tema da educação inclusiva e seu público. Também, apesar do discurso apregoado da inclusão como um direito de todos, universidades e escolas, em sua maioria, não ofertam condições adequadas para a promoção de um ensino equitativo, além do mais, a ênfase na formação teórica em detrimento da prática do magistério torna-se um

impeditivo gerando certo descompasso mediante a necessidade de desenvolvimento prático de estratégias e protocolos de inclusão. Sendo necessário o desenvolvimento de estratégias para que a formação docente além de assumir um compromisso social com os estudantes com necessidades especiais, possa resultar em ações efetivas e sistematizadas que incluam integralmente esse público nas instituições de ensino. (Abdalla, Almeida, 2020).

Rocha, Cardoso e Sholl-Franco (2016) ao discutirem um programa de treinamento para docentes da educação infantil, defendem a necessidade de uma articulação entre ciências que possam contribuir para os diversos cenários da educação, dentre eles a formação inicial e continuada de professores. Os autores afirmam que a partir da existência de uma relação entre fatores como as predisposições neurobiológicas, as questões afetivas e suas experiências sociais, na aprendizagem, as neurociências poderiam atuar como parceira das pesquisas em educação escolar. Por isso, um novo campo do saber que tem tomado destaque é a neuropsicopedagogia, que se apresenta como uma integração dos saberes da psicologia (mente), das neurociências (cérebro), e da educação, em busca de discussões acerca da relação entre a aprendizagem e o sistema nervoso humano, visto que 'aprender' tem múltiplas realizações no cérebro. (Santos e Sholl-Franco, 2022; SBNPp, 2020).

1.2 Uma síntese sobre a aprendizagem e a lógica matemática à luz das neurociências

Damásio (2012) e Dehaene (2011) defendem que a aprendizagem está associada a fatores motivacionais, sejam eles intrínsecos e extrínsecos, isso quer dizer que as experiências humanas que produzem marcas emocionais ficariam registradas em nosso cérebro podem ser utilizadas a qualquer momento, assim sendo, a matemática quando analisada sob a ótica do neurodesenvolvimento é uma função cognitiva e se associa a fatores motivacionais. Ademais, somos dotados de um senso numérico (Dehaene, 2011), o que nos fornece a intuição direta do que os números significam, algo inato. Assim, o senso numérico, que foi produto da evolução, desempenha papel de um embrião que favorece o surgimento das habilidades matemáticas, de forma que nossas construções matemáticas abstratas resultam da ativação de circuitos neurais especializados do córtex cerebral, o qual sofreu influência da evolução e da cultura ao longo de milhares de anos. (Dehaene, 2011).

Pensar no conceito de desenvolvimento cognitivo da inteligência lógico-matemática nos força a lembrar que tais conceitos estão diretamente relacionados (determinados e limitados) às oportunidades que os estudantes têm para aprender ou pelo menos de serem

expostos a desafios e estímulos (Moenikia, Abel, 2010), o que inclui um trabalho sensório-motor essencial, uma vez que a matemática não é unicamente abstrata. A oportunidade de estímulos sensórios-motores aos alunos videntes é muito pouca e para alunos não videntes ela é praticamente escassa, comprometendo o desenvolvimento saudável da inteligência lógico-matemática. (Cunha, Sholl-Franco, 2016).

Acerca das habilidades humanas que compõem e contribuem para a aprendizagem, Diamond (2013) e Morton (2013) consideram que as funções executivas são habilidades cognitivas envolvidas na autorregulação de comportamentos, na capacidade adaptativa, na resolução de problemas, na tomada de decisão, no assumir metas e objetivos e, portanto, fundamentais aos seres humanos. Iniciando seu desenvolvimento na infância, onde podem ser treinadas e estimuladas, seguindo até a maturação do córtex pré-frontal, dessa forma as funções executivas são essenciais para o sucesso em inúmeras atividades humanas como a aprendizagem.

Sob essa perspectiva, Diamond (2013) reconhece que essas funções podem ser descritas em três dimensões interrelacionadas: a Memória Operacional ou de Trabalho, o Controle Inibitório e a Flexibilidade Cognitiva. Dessa forma, para autora, os efeitos das ações interligadas dessas habilidades se refletem na capacidade de desenvolver e manter bons relacionamentos, direcionar a atenção para as tarefas e quando necessário redirecioná-la, sustentar o processo atencional por maior período, ter autocontrole e outras capacidades essenciais para o bom desempenho profissional, socioemocional e acadêmico.

1.3 Recursos pedagógicos inclusivos para o ensino de matemática

Estudos como o de (Rueda, Checa, Cómbita, 2012; Diamond, Lee, 2011; Ramos et al., 2019) apresentam resultados promissores em relação ao uso de jogos em contexto escolar para treino e aprimoramento das funções executivas em prol da aprendizagem. Os resultados do estudo indicaram melhoria no desempenho de tarefas relacionadas: às habilidades de processamento visuoespaciais, à percepção e cognição, à atenção, à tomada de decisões executivas, à resolução de problemas, à memória operacional e por conseguinte em índices acadêmicos.

No contexto do ensino e aprendizagem de Matemática, em uma revisão sistemática de literatura, Souza e Matias (2020) ao investigarem em bases de dados publicações que apresentassem correlatos cognitivos na aprendizagem de Matemática em população

brasileira, as autoras notaram que existem correlações de magnitude entre habilidades linguísticas, metacognitivas, inteligência, memória e funções executivas com a aprendizagem em matemática, além do mais, os estudos investigados, apontam que docentes atuantes na educação básica necessitam de maior conhecimento sobre essas habilidades, maneiras de treiná-las e a promoção de programas que objetivem o desenvolvimento das habilidades cognitivas.

Os resultados da investigação exploratória realizada por Cunha e Sholl-Franco (2016), demonstram que a adaptação de jogos em um contexto inclusivo melhora a compreensão das regras, o desempenho e a motivação dos estudantes, dialogando com as premissas de Piaget (1978), ao considerar que os jogos têm sua própria finalidade em promover o prazer funcional, levando a um pensamento orientado pela satisfação individual. Para isso, a mediação é um fator crucial no envolvimento de alunos com deficiências visuais ou múltiplas. (Cunha, Sholl-Franco,2016).

Considerando que os estudos até aqui mencionados corroboram e justificam a ideia do uso de jogos em ambiente escolar de maneira intencional e mediada para o treino de habilidades cognitivas, motivação para aprendizagem, competências socioemocionais, integração entre aprendentes e o problema em torno da ausência de materiais inclusivos destinados ao público com deficiência visual. Originou-se a seguinte pergunta de pesquisa: quais as possíveis contribuições do uso de jogos matemáticos para o treino de funções executivas, motivação e lógica-matemática em alunos videntes e não videntes?

Portanto, neste projeto, desenvolvemos uma série de atividades práticas organizadas na oficina "Cognição e Lógica" com o objetivo de combinar conhecimentos da neurociência e matemática para criar ferramentas que promovam o desenvolvimento da inteligência lógico-matemática. A oficina propõe o uso de jogos educativos inclusivos que estimulam o raciocínio lógico por meio de diversas modalidades sensoriais. Fornecemos um conjunto de atividades adaptadas para pessoas com deficiências visuais, juntamente com uma estratégia progressiva que visa aprimorar habilidades como raciocínio lógico e espacial, criatividade, resolução de problemas, memória, concentração e agilidade mental. Estas habilidades cognitivas são aprimoradas por meio de quatro jogos distintos: Tangram, Cubo Soma, Torre de Hanói e Cubo Mágico. Cada jogo oferece três níveis de dificuldade (fácil, médio e difícil) com adaptações de cores, formas e inclusão de escrita em Braille nas peças, tornando-os acessíveis para pessoas

com deficiências visuais. Além do mais, a proposta visa desenvolver o raciocínio dedutivo, indutivo e o pensamento algoritmo. (Cunha,2017).

A oficina "Cognição e Lógica" faz parte do Museu Itinerante de Neurociências (MIN), um projeto da Universidade Federal do Rio de Janeiro e da Organização Ciências e Cognição (OCC), que tem como objetivo conscientizar e popularizar as neurociências, além de promover o diálogo entre essas ciências e a educação. O MIN realiza visitas a diversos espaços educacionais, oferecendo palestras, demonstrações e oficinas práticas para estudantes, professores e profissionais da educação, com o propósito de esclarecer conceitos frequentemente equivocados sobre o sistema nervoso. (Cunha, Sholl-Franco,2016).

2. Materiais e Metodologia

Este estudo iniciou-se com uma pesquisa de campo mista para criar a "Oficina Cognição e Lógica". Isso envolveu a seleção e adaptação de jogos lógicos para deficientes visuais, a criação de materiais didáticos práticos e teóricos, e a disponibilização online do material. Quatro jogos lógicos sensoriais foram escolhidos para um workshop prático destinado a estimular estímulos sensoriais e cognitivos usando a lógica matemática (dedução, indução e algoritmo). Esses jogos foram projetados progressivamente para aumentar a complexidade e desenvolver habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas e concentração em estudantes do ensino básico, incluindo aqueles com deficiência visual.

No primeiro ano, os jogos originais não eram acessíveis para deficientes visuais, então foram feitas adaptações, como a inclusão de Braille e o uso de tecnologia 3D para torná-los acessíveis, seguindo as normas da ABNT. Também foi criada uma versão acessível do manual de jogos para uso com tecnologias de síntese de voz e leitores de tela. Para atender às necessidades dos estudantes com baixa visão, o manual dos jogos foi adaptado com letras maiores e imagens ampliadas, e um manual de mediação para educadores foi desenvolvido. Todo esse material foi disponibilizado on-line no site da Organização Ciências e Cognição, promovendo a inclusão e o acesso ao conhecimento para estudantes com deficiência visual, de acordo com a teoria de Vygotsky (1997) sobre a compensação social por meio da linguagem.

Em todas as fases de validação e aplicação desse estudo, seguiram-se os procedimentos de parecer ético na pesquisa devidamente registrados e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Sociedade de Educação, Cultura e

Tecnologia São Fidélis em 13/06/2016, Parecer nº 1.586.538. Os profissionais de educação e os monitores que participaram da pesquisa assinaram os TCLE.

Para validar os materiais, eles foram demonstrados e aplicados em instituições de ensino, com consentimento do Museu Itinerante de Neurociências (MIN). Essas atividades fazem parte do projeto "Ciências e Cognição: Núcleo de Divulgação Científica e Ensino de Neurociências (CeC-NuDCEN/UFRJ)", desenvolvido desde 2010 no Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho (IBCCF) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), com apoio da Pró-reitoria de Extensão (PR-5) da mesma universidade. O projeto possui registros sob os números SIGPROJ 166303.770.86166.19112013, SIGPROJ 139950.924.86166.21112014 e SIGPROJ 223684.1147.86166.15022016.

3. Resultados e discussão

A amostra incluiu estudantes e professores de escolas públicas e privadas do ensino fundamental II e médio, visitadas durante o "Dia do Cérebro na Escola" e eventos como a Semana do Cérebro e a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia. Também envolveu estudantes com deficiência visual de duas escolas de ensino básico. No total, 15.417 participantes foram envolvidos, de agosto de 2014 a maio de 2016.

No decorrer das aplicações, ao observarmos as oficinas e desenvolvimento com os materiais, reconhecemos a importância crucial da mediação ao lidar com pessoas com deficiências visuais ou múltiplas, visto que todos os exercícios na oficina contaram com mediadores treinados. Estudantes com cegueira ou baixa visão enfrentaram dificuldades iniciais ao compreender os jogos, pois estavam experimentando pela primeira vez o conjunto de atividades organizadas conforme apresentado na oficina. Apenas alguns participantes tinham familiaridade prévia com o tangram, mas esta experiência estava restrita ao modelo tradicional do jogo.

Depois de compreenderem as atividades, os estudantes cegos obtiveram desempenho igual ou até superior aos alunos videntes em alguns casos. Uma menina cega de nove anos demonstrou grande habilidade, completando com sucesso os cinco modelos do tangram e o cubo soma de maneira mais rápida do que seus colegas videntes. No caso de um adolescente cego-surdo, a professora teve que fornecer mediação, permitindo que ele montasse o tangram pitagórico somente após ter sentido previamente as posições finais das peças, destacando a importância da experiência tátil na construção de um modelo mental de referência. Participantes adultos com deficiência visual, embora inicialmente hesitantes,

ficaram muito contentes após a realização das atividades, chegando até a emocionar os mediadores presentes.

É crucial destacar que a abordagem voltada para a aplicação, validação e avaliação do material não apenas atingiu, mas superou as expectativas, sobretudo no que tange à funcionalidade e jogabilidade. Além disso, essa iniciativa proporcionou uma formação eficaz para profissionais da educação no uso do material desenvolvido neste estudo, culminando na criação do Workshop Cognição e Lógica, um curso que se realiza anualmente.

À vista disso, pode-se inferir que o processamento cognitivo das pessoas com deficiência visual é único, uma vez que eles precisam usar o tato para analisar objetos, uma habilidade que não pode contar com a visão para acontecer. Isso pode tornar a aprendizagem de conceitos matemáticos mais desafiadora para eles. Isso destaca a importância desta oficina, que utiliza métodos lúdicos para estimular a motivação e o desenvolvimento de habilidades de raciocínio lógico, sequencial e sistêmico. Essas habilidades são fundamentais para a criação de modelos mentais e o acesso mais rápido e preciso às informações, contribuindo para o desenvolvimento cognitivo, autonomia e inclusão cognitiva de pessoas com deficiência visual.

A dissertação de mestrado de Cunha (2017) delinea o processo de desenvolvimento desta oficina e seus materiais, apresentando um produto educacional destinado ao Programa de Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão do Instituto de Biologia da Universidade Federal Fluminense. Este produto consiste em um conjunto de materiais didáticos práticos e teóricos adequados para deficientes visuais, elaborados em diferentes etapas. Inicialmente, foram escolhidos e organizados jogos lógicos sensoriais, os quais passaram por adequações para atender a pessoas com deficiência visual. Posteriormente, ocorreu a produção desses materiais por meio de modelagem e impressão em 3D, seguida pelo desenvolvimento de materiais teóricos adequados. O resultado foi o "Kit Cognição e Lógica", disponibilizado online, destinado a promover o desenvolvimento de habilidades cognitivas e lógico-matemáticas em estudantes do ensino básico, tanto videntes quanto com deficiência visual. (Cunha, 2017)

Os materiais didáticos selecionados para este estudo compreendem, segundo Cunha (2017), quatro jogos lógicos sensoriais integrados ao projeto Museu Itinerante de Neurociências. Denominada "Cognição e Lógica", a oficina prática aborda diferentes

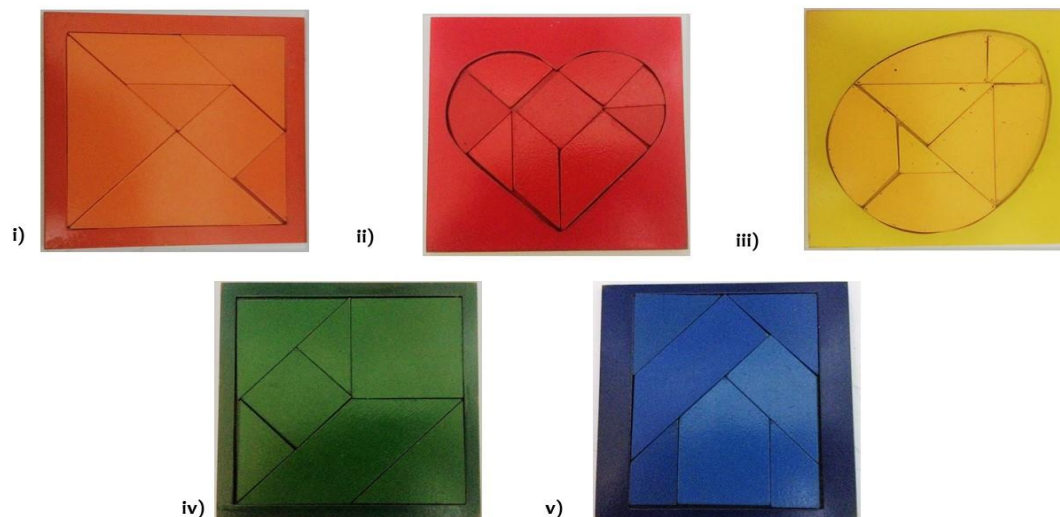
estímulos sensoriais e cognitivos por meio dos módulos: Desafio Dedução 2D (Tangram em cinco modelos), Desafio Dedução 3D (Cubo Soma), Desafio Indução (Torre de Hanói) e Desafio Algoritmos (Cubo Mágico 3x3x3). A metodologia aplicada segue uma estratégia progressiva, graduando os estímulos sensoriais e a dificuldade dos jogos para motivar e desenvolver habilidades espaciais, pensamento crítico, solução de problemas, memória, concentração, coordenação e agilidade mental em estudantes do ensino básico, considerando a inclusão de indivíduos com deficiência visual.

Conforme descreve a autora, a seleção dos jogos lógicos para a oficina "Cognição e Lógica" fundamentou-se na capacidade desses jogos em proporcionar padrões variados de estimulação sensorial e demandas motoras, tanto em duas como em três dimensões, enquanto mantêm atrativos para a diversão e curiosidade dos estudantes. Esses jogos são essenciais por representarem distintos estímulos relacionados à habilidade lógico-matemática, promovendo não apenas entretenimento, mas também o desenvolvimento de funções cognitivas como memória, atenção, controle inibitório e tomada de decisão. A organização sequencial dos módulos da oficina, representada pelos jogos selecionados, visa graduar os estímulos sensoriais e cognitivos para motivar os estudantes e promover o desenvolvimento da inteligência lógico-matemática. A estratégia adotada considera a experiência prévia da pesquisadora ao longo de 25 anos e estabelece níveis graduais de dificuldade em cada módulo, visando otimizar a motivação dos estudantes. (Cunha, 2017)

Durante a implementação dos quatro módulos da oficina, Cunha (2017) observou a necessidade de adequações para incluir estudantes com deficiência visual (EEB-DV). Os jogos originais, embora eficazes para estimular cognição e motivação em estudantes videntes (EEB-V), revelaram-se ineficazes e, por vezes, impossíveis para os EEB-DV, uma vez que não levavam em consideração as diversas formas de percepção. Para promover a inclusão, foram realizadas adequações nos jogos escolhidos, seguindo os padrões definidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2015). Essas adequações nos materiais existentes em madeira envolveram a criação de bases de sustentação com formas geométricas em relevo, pintura em cores contrastantes e marcações táteis, proporcionando estímulos adequados à percepção tátil e à visão residual dos estudantes com deficiência visual. As figuras a seguir ilustram a primeira organização e desenvolvimento dos jogos em madeira de baixo-relevo. Na Figura 1 encontra-se a adaptação do módulo 1 da oficina intitulado por Desafio Dedução 2D

compostos por tangrams na seguinte sequência: i) tradicional; ii) coração; iii) ovo; iv) pitagórico e v) cruz.

Figura 1 – Jogos Tangram adequados para deficientes visuais. Material produzido em madeira.



Fonte: Cunha, 2017

Para a adaptação do Módulo 2 - Desafio Dedução 3D, composto pelo jogo Cubo Soma (Figura 2), desenvolveu-se uma base de sustentação geométrica para facilitar a montagem pelos deficientes visuais. A coloração das peças foi realizada para aprimorar a identificação e proporcionar auxílio aos estudantes com baixa visão. Adicionalmente, cada policubo foi levemente cerrado para demarcar as divisões dos três cubos menores (tricubo) em uma peça e dos quatro cubos menores (tetra-cubo) nas seis peças, com o intuito de auxiliar ambos os grupos a perceberem, por meio da percepção tátil ou visão residual, que as sete peças montadas compõem um cubo com 27 cubos menores.

Figura 2 – Jogo Cubo Soma adequado para deficientes visuais. Material produzido em madeira.



Fonte: Cunha, 2017

O Módulo 3 – Desafio Indução emprega a torre de Hanói (Figura 3), onde a identificação da ordem das peças se dá pelo tamanho dos discos. Para aprimorar a acessibilidade, inserimos números arábicos nos discos de madeira, oferecendo um símbolo adicional para a identificação do tamanho. Adicionalmente, incluímos letras nos pinos da base para facilitar a movimentação dos discos nas hastes, sendo essas adequações apresentadas com letras e números ampliados para estudantes com baixa visão e em Braille para estudantes cegos, utilizando autoadesivos de cristais (strass - relevo Cristal) para a escrita Braille.

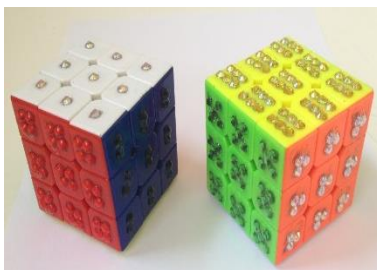
Figura 3 – Jogos Torre de Hanói adequado para deficientes visuais. Material produzido em madeira.



Fonte: Cunha, 2017.

No Módulo 4 - Desafio Algoritmo, ao adaptar o Cubo Mágico (Figura 4), a estratégia inicial de incorporar Braille foi reconsiderada devido à variabilidade do conhecimento entre estudantes cegos. Em vez disso, adotou-se a lógica de um dado convencional, em que as faces opostas totalizam 7, facilitando a manipulação e memorização. Adesivos de cristais (strass - relevo Cristal) representam quantidades nas peças, seguindo as cores das faces. Esses cristais, brilhantes e táteis, auxiliam estudantes com baixa visão e permitem que estudantes cegos percebam as quantidades. A organização estabelecida inclui peças da face branca (um cristal) opostas à face amarela (seis cristais), da face laranja (quatro cristais) opostas à vermelha (três cristais), e da face verde (cinco cristais) opostas à azul (dois cristais).

Figura 4 – Jogo Cubo Soma adequado para deficientes visuais. Material produzido em madeira.



Fonte: Cunha, 2017

Com o intuito de proporcionar uma experiência empática aos indivíduos sem deficiência visual, além das adequações dos jogos para os estudantes com deficiência visual (EEB-DV), desenvolvemos um material de sensibilização. Este material consiste em óculos de segurança com lentes incolores e antiembaçantes Jaguar Kalipso, revestidas por EVA preto. A escolha desse material foi criteriosa, visando garantir a eficácia em cobrir a visão sem causar desconforto ou alergias, uma vez que o EVA não entra em contato direto com os olhos, conforme Figura 5.

Figura 5 – Estudantes do ensino médio e monitores participando do Módulo II da oficina Cognição e Lógica em uma escola pública usando material de sensibilização.



Fonte: Cunha, 2017

Além do desenvolvimento acima descrito, vale ressaltar que a Oficina se mantém no MIN, também, destaca-se o fato de compor diversos eventos de iniciação e divulgação científica promovidos pelo Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA) vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, e ao Ministério da Educação, dos quais destacam-se as edições 2017, 2018 e 2022 do Festival de Matemática, além do IMPA

Lógica e Cognição: organização e validação de material didático inclusivo para a estimulação das funções executivas e da lógica-matemática
de Portas Abertas em 2023, contando com a participação do público vidente e não vidente, conforme Figura 6.

Figura 6 – Estudante com deficiência visual participando da oficina no Festival da Matemática em 2022 usando novos materiais impressos em impressora 3D.



Fonte: Cunha, 2017

Considerações finais

Com base nos resultados obtidos, torna-se evidente que o conjunto de jogos que compõem a Oficina Cognição e Lógica, desenvolvido como uma tecnologia educacional assistiva adaptada para deficientes visuais, eficazmente cumpriu nosso propósito original. Esta oficina foi concebida com a finalidade de proporcionar estímulos sensoriais e cognitivos relacionados à inteligência lógico-matemática e às funções executivas.

A Oficina Cognição e Lógica não apenas desempenha um papel fundamental na melhoria das habilidades cognitivas dos estudantes, incluindo motivação, memória, concentração, tomada de decisão, controle inibitório, raciocínio lógico, agilidade mental e resolução de problemas, mas também cria um ambiente de aprendizado interativo e social. A colaboração entre os próprios estudantes durante a utilização dos jogos, bem como com os mediadores que os orientam são de valor inestimável. Essa sinergia entre estudantes e mediadores gera um ambiente de aprendizado envolvente e eficaz.

Ademais, destaque-se a adaptabilidade do Oficina Cognição e Lógica, o qual se mostra apto para utilização tanto por estudantes com deficiência visual, quanto por aqueles sem tal condição. A oficina exibiu versatilidade, podendo servir como uma valiosa ferramenta de ensino em diversos níveis escolares e para a abordagem de conceitos do componente curricular de Matemática e Suas Tecnologias. A ênfase na criatividade e no aspecto lúdico é igualmente relevante, visto que a oficina temática apresenta uma tecnologia educacional

assistiva que oferece oportunidades para um processo educacional mais envolvente, recreativo e inclusivo.

Em síntese, pode-se afirmar que o propósito de desenvolver um conjunto de materiais didáticos práticos e inclusivos, composto por jogos lógicos sensoriais adequados para deficientes visuais, foi a priori alcançado, como resultado da integração de estratégias neuropsicopedagógicas respaldadas pelas neurociências aplicadas à educação, teorias de aprendizagem e abordagens cognitivas da psicologia.

É digno de nota que a implementação, validação e avaliação do material inclusivo alcançaram resultados satisfatórios em relação à usabilidade, aceitabilidade e aplicabilidade. Além disso, capacitou profissionais da educação para o uso do material desenvolvido neste estudo, culminando na criação do Workshop Cognição e Lógica.

Em última análise, conclui-se que o Oficina Cognição e Lógica, no que corresponde à educação especial e inclusiva, representa potencial contribuição para educação matemática. Dado que oferece oportunidades significativas para o treino e desenvolvimento cognitivo, autonomia, aprimoramento das funções executivas e desempenho acadêmico da matemática, tanto para estudantes com deficiência visual como para seus colegas sem essa deficiência. Adicionalmente, a adaptabilidade e versatilidade dos materiais da oficina o apresentam como uma tecnologia educativa passível de personalização e reinvenção pelo público-alvo, enriquecendo, assim, a experiência de aprendizado de maneira significativa em espaços formais ou não formais de educação.

Referências

ABDALLA, Maria de Fátima Barbosa; ALMEIDA, Patrícia Cristina Albieri de. Formação de Professores no Brasil e na América Latina na perspectiva da educação inclusiva. **Revista Formação em Movimento**, v. 2, n. 4, p. 575-596, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, 2015.

BARBIERI, José Carlos. **Produção e transferência de tecnologia**. São Paulo: Ática, 1990.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Censo da educação básica 2022: resumo técnico**, [recurso eletrônico] – Brasília: Inep, 2022. 80 p. Disponível em:

https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/resumo_tecnico_censo_escolar_2022.pdf. Acesso em: 29 set. 2023.

Lógica e Cognição: organização e validação de material didático inclusivo para a estimulação das funções executivas e da lógica-matemática

BRASIL. Ministério da Educação MEC. **Divulgados os resultados do Pisa 2022**. Brasília: MEC, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/acoes-internacionais/divulgados-os-resultados-do-pisa-2022> . Acesso em: 10 jan. 2023.

CUNHA, Kátia Machinez. **Neurociências e Matemática: organização e adaptação inclusiva de material didático para desenvolvimento da inteligência lógico-matemática**. Orientador: Alfred Sholl-Franco. 2017. 193 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão) - CMPDI - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2017. Disponível em: <http://cmpdi.sites.uff.br/wp-content/uploads/sites/186/2018/08/Dissertacao-K%C3%A1tiaMachinezdaCunha1-1.pdf> Acesso em 25 out. 2023

CUNHA, Kátia Machinez; SHOLL-FRANCO, Alfred. Cognition and logic: adaptation and application of inclusive teaching materials for hands-on workshops. **Journal of Research in Special Educational Needs**, v. 16, p. 696-700, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1471-3802.12203> Acesso em 25 out. 2023

DAMÁSIO, António. **O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano**. Editora Companhia das Letras, 2012.

DEHAENE, Stanislas. **The number sense: how the mind creates mathematic**. Oxford: Oxford University Press, 2011.

DIAMOND, Adele, & LEE, Kathlen. Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. **Science**, 333(6045), 959–964, 2011. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3159917/> Acesso em 25 out. 2023.

FALCÃO, Juan Felipe de Azevedo.; FOSSA, John Andrew. Como melhorar a imagem da Matemática através da leitura de textos históricos. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**, [S. l.], v. 9, n. 27, p. 1–13, 2022. DOI: 10.30938/bocehm.v9i27.8430. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/BOCEHM/article/view/8430> . Acesso em 9 nov. 2023.

MOENIKIA, Mahdi; ZAHED-BABELAN, Adel. A study of simple and multiple relations between mathematics attitude, academic motivation and intelligence quotient with mathematics achievement. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 2, n. 2, p. 1537-1542, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042810002715> Acesso em 30 out. 2023.

MORTON, John Bruce. **Enciclopédia sobre o desenvolvimento na primeira infância**. 2013. Canadá: University of Western Ontario.

OLIVEIRA, Francismara Neves. de; BIANCHINI, Luciane Guimarães Batistella; REIS, Leandro Augusto. dos. Significações do professor e indicadores de resiliência em estudantes com dificuldades de aprendizagem em matemática. **ETD - Educação Temática Digital, Campinas, SP**, v. 21, n. 2, p. 416–434, 2019. DOI: 10.20396/etd.v21i2.8648127. Disponível em:

<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/etd/article/view/8648127> Acesso em: 29 set. 2023.

PEREIRA KERNEW, Lisandra et al. Ensino e aprendizagem da matemática por meio dos jogos digitais: uma proposta colaborativa no laboratório de informática. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**, v. 13, n. 3, p. 343-352, 2020. Disponível em: <http://funes.uniandes.edu.co/30648/> Acesso em: 29 set. 2023.

MIGUEL, Anna Carolina Miguel; CARDOSO, Fabrício Bruno, SHOLL-FRANCO, Alfred. “Treinamento e capacitação de professores e profissionais de Educação: importância para o ensino infantil”. In: Marcia Alvaro barr (Org.). **Neurociências e Educação na Primeira Infância: progressos e obstáculos**. Brasília: Senado Federal / Comissão de Valorização da primeira Infância e Cultura da Paz, 2016, pp. 109-120. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/imagem/miguelcardososhollfranco.pdf> Acesso em: 29 set. 2023.

RUEDA, Maria do Rosário Cuerva; CHECA Purificación Fernandez; COMBITA, Lina. Enhanced efficiency of the executive attention network after training in preschool children: Immediate changes and effects after two months. **Developmental cognitive neuroscience**, v. 2, p. S192-S204, 2012. Disponível em: <https://rodin.uca.es/handle/10498/16489> Acesso em: 27 set. 2023.

RAMOS, Daniela Karine; BIANCHI, Maria Luiza; REBELLO, Eliza Regina e MARTINS, Maria Eduarda de Oliveira (2019). Intervenções com jogos em contexto educacional: contribuições às funções executivas. **Psicologia: teoria e prática**, v. 21, n. 2, p. 294-315, 2019.

SANTOS, Giselle Mendes dos; & SHOLL-FRANCO, Alfred. (2022). Perspectivas das Ciências da Mente, Cérebro e Educação para a Educação Infantil Brasileira Pós-Pandemia da Covid-19. **Humanidades & Inovação**, 9(27), 265-282. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadeseinovacao/article/view/6807> Acesso em: 27 set. 2023.

SILVA, Erlânia Maria Prestes da. **O uso de recursos didáticos adaptados para o ensino de matemática para alunos cegos do 6º ano do Ensino Fundamental**. 2022. Disponível em: <http://repositorioinstitucional.uea.edu.br//handle/riuea/4133> Acesso em: 29 set. 2023.

SOUSA, Maria Jacqueline Ferreira de. Jogo Ladeira Matemática: uma possibilidade de ferramenta para a inclusão de estudantes surdos no estudo das operações básicas. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**, [S. l.], v. 8, n. 23, p. 1284–1300, 2021. DOI: 10.30938/bocehm.v8i23.5151. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/BOCEHM/article/view/5151> Acesso em 10 nov. 2023.

SOUZA, Carine Franco de; MATIAS, Neyfsom Carlos Fernandes. Correlatos Cognitivos na Aprendizagem da Matemática: uma revisão da literatura. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 34, n. 68, p. 1324–1340, set. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/8c45McBBqSV9nbf6r7394fN/#> Acesso em 01 nov. 2023.

Lógica e Cognição: organização e validação de material didático inclusivo para a estimulação das funções executivas e da lógica-matemática

SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEUROPSICOPEDAGOGIA (SBNPp). **Resolução SBNPp nº 04, de 04 de maio de 2020, que altera a Resolução 03/2014.** Disponível em:

https://www.SBNPp.org.br/arquivos/Codigo_de_Etica_Tecnico_Profissional_da_Neuropsicopedagogia_-_SBNPp_-_2020.pdf Acesso em 17 out. 2023.

PIAGET, Jean. Segunda parte: O Jogo. In: **A formação do símbolo na criança: imitação, jogo e sonho – imagem e representação.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1978

VYGOTSKY, Lev Semionovitch. Obras Escogidas V: **Fundamentos de Defectologia. Colección Machado Nuevo Aprendizaje.** Traducción Julio Guilherme Blank. Spanish Edition. Machado Grupo de Distribución S.L. Boadilla del Monte, Madrid, 1997. E-Book Kindle.

Notas

ⁱ Revisores deste artigo: Samuel Pereira de Souza - Bacharelado e Licenciatura em Letras pela USP (Universidade de São Paulo). Professor de Língua Portuguesa na Rede Pública de Educação do Estado de São Paulo; Kátia Regina Tavares Solar - Possui graduação em Letras - Português/Inglês pela Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP). Atualmente é consultora pedagógica e autora - Casa Publicadora Brasileira, professora de língua inglesa para o Ensino Médio dos Colégios Univap da Fundação Valeparainbana de Ensino e professora - Colégio Adventista de São José dos Campos. Tem experiência na área de Letras, com ênfase em Inglês.

Sobre os autores

Katia Machinez da Cunha

Mestra em Diversidade e Inclusão (CMPDI/UFF); Pesquisadora do NEUROEDUC; Professora de Matemática da SME/RJ e da FAETEC. E-mail: katiamicunha@gmail.com.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9540-0127>

Vitor da Silva Loureiro

Doutorando do PPGE-Unicid; Mestre em Educação pelo PPGP-GE- Unicid; Professor na Faculdade Censupeg; Pesquisador no Lieenp-Censupeg e no Grupo de Pesquisas "Representações sociais e subjetividade docente". E-mail: profvitorloureiro@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5422-9386>

Alfred Sholl-Franco

Doutor e mestre em Ciências pela UFRJ, Professor Associado da UFRJ; Coordenador do NuDCEN/IBCCF, Pesquisador Associado ao IBCCF-UFRJ e no Lieenp-Censupeg. E-mail: asholl@biof.ufrj.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1951-0137>

Recebido em: 22/03/2024

Aceito para publicação em: 27/12/2024