

NEUROEDU, UM SOFTWARE EDUCATIVO PARA CRIANÇAS NEURODIVERGENTES



<https://doi.org/10.22533/at.ed.9441525060515>

Data de aceite: 22/05/2025

Gidevaldo Novais dos Santos

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Vitória da Conquista, Bahia, Brasil

Gustavo Pereira Nunes

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Vitória da Conquista, Bahia, Brasil

José Júnio Barbosa de Jesus

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Vitória da Conquista, Bahia, Brasil

Weslei Ferreira dos Santos

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Vitória da Conquista, Bahia, Brasil

RESUMO: Produzir suportes aos processos educacionais em dispositivos digitais é uma atividade inerente à cultura digital, se considerarmos que estamos envolvidos nesta ambiência. Conhecendo situações reais de atendimentos educacionais de crianças atípicas, com alguma neurodivergência, e a possibilidade de construção de algum tipo de software educacional que pudesse complementar atividades da prática docente que atendem crianças com necessidades educacionais especiais, nos perguntamos qual software educacional poderia mediar atividades que contribuam de forma

lúdica nos processos de aprendizagem de crianças atípicas? A partir de estudos iniciais e contatos com uma professora da rede municipal de educação, optamos pela produção de um jogo digital com conteúdos adequados ao abordado pela docente. O objetivo então desta pesquisa foi criar um jogo digital que integrasse conceitos pedagógicos específicos e adaptados às necessidades das crianças atípicas com síndrome de down ou no transtorno do espectro autista, em seus diferentes níveis de suporte, com o intuito de promover um ambiente de aprendizado interativo e inclusivo. A metodologia de pesquisa utilizada é baseada em design, Design Science Research com elementos da Design Based Research, dividida em três fases: inicial, de desenvolvimento e final. Os protótipos foram criados e avaliados, de forma colaborativa, com os integrantes do grupo de trabalho, professor orientador, professor regente e estudantes (com necessidades educacionais especiais). As avaliações iniciais do protótipo produziram resultados que foram usados para produção de novas versões que foram novamente avaliados por mais duas iterações, resultando numa versão funcional cuja versão pôde ser avaliada e testada.

Os resultados obtidos da avaliação final indicaram a necessidade de melhorias quanto à interação das crianças com os jogos, e a necessidade de produção para dispositivos móveis, com elementos importantes para interação do estudante com esta interface.

PALAVRAS-CHAVE: software educativo; cultura digital; educação especial; jogos digitais.

NEUROEDU, AN EDUCATIONAL SOFTWARE FOR NEURODIVERGENT CHILDREN

ASBTRACT: Producing support for educational processes on digital devices is an activity inherent to digital culture, if we consider that we are surrounded by this environment. Knowing about real situations of educational care for atypical children, with some neurodivergence, and the possibility of creating some kind of educational software that could complement the activities of teachers who care for children with special educational needs, we asked ourselves what educational software could mediate activities that contribute playfully to the learning processes of atypical children? Based on initial studies and contacts with a teacher from the municipal education network, we decided to produce a digital game with content appropriate to that addressed by the teacher. The aim of this research was to create a digital game that integrated specific pedagogical concepts adapted to the needs of atypical children with down syndrome or autism spectrum disorder, at their different levels of support, with the aim of promoting an interactive and inclusive learning environment. The research methodology used is based on design, Design Science Research with elements of Design Based Research, divided into three phases: initial, development and final. The prototypes were created and evaluated collaboratively with the members of the working group, the supervising teacher, the teacher and the students (with special educational needs). The initial evaluations of the prototype produced results that were used to produce new versions that were evaluated again for two more iterations, resulting in a functional version that could be evaluated and tested. The results obtained from the final evaluation indicated the need for improvements in terms of children's interaction with the games, and the need for production for mobile devices, with important elements for student interaction with this interface.

KEYWORDS: educational software; digital culture; special education; digital games.

INTRODUÇÃO

Na era da cultura digital, o desenvolvimento de suportes tecnológicos para processos educacionais é essencial, especialmente quando se trata de atender às necessidades de crianças neurodivergentes. Essas crianças, que apresentam variações no desenvolvimento neurológico, frequentemente enfrentam desafios educacionais que não são completamente supridos pelos recursos disponíveis nas escolas públicas, muitas vezes limitadas por restrições financeiras e falta de equipamentos especializados. Nos últimos anos, a tecnologia digital tem transformado profundamente os métodos de ensino e aprendizagem, com a inclusão de dispositivos digitais e software educativo nas salas de aula visando não apenas modernizar o ensino, mas também torná-lo mais acessível e inclusivo. Esse movimento é particularmente importante para crianças com necessidades

especiais, como aquelas no espectro do autismo, que podem se beneficiar de abordagens personalizadas e interativas. De acordo com um relatório da United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO, 2021), a adoção de tecnologias educacionais aumentou significativamente durante a pandemia de COVID-19, acelerando a digitalização da educação global. Essa transição trouxe oportunidades únicas para repensar o papel da tecnologia na inclusão de alunos neurodivergentes, que frequentemente enfrentam barreiras em ambientes educacionais tradicionais.

A partir de estudos teóricos e contato direto com uma docente da rede municipal que trabalha com crianças neurodivergentes, buscou-se desenvolver um software educacional que integrasse conteúdos pedagógicos específicos e adaptados para crianças com síndrome de Down, transtorno do espectro autista, entre outros, em seus diferentes níveis de suporte. A proposta do software é criar um ambiente de aprendizagem lúdico e interativo, que não apenas retém a atenção dos estudantes, mas também estimula o raciocínio lógico, promovendo uma experiência educacional inclusiva.

A educação de crianças neurodivergentes enfrenta diversos obstáculos, principalmente pela carência de recursos adaptados e acessíveis em ambientes educacionais, como escolas públicas. A falta de equipamentos específicos, como mesas interativas ou teclados adaptados, aliada a restrições orçamentárias, dificulta a implementação de estratégias de ensino inclusivas. Professores frequentemente dependem de dispositivos genéricos, como celulares e computadores, que nem sempre atendem às necessidades específicas desses alunos. Estudos indicam que jogos educativos e outras tecnologias digitais podem ter um impacto positivo no desenvolvimento de habilidades sociais, motoras e cognitivas de crianças com autismo e outras necessidades especiais. Um estudo de Fletcher-Watson et al. (2016) explorou como crianças autistas interagem com aplicativos educativos, encontrando evidências de que essas ferramentas podem facilitar o aprendizado ao serem adaptadas às necessidades individuais dos alunos.

Para enfrentar esses desafios e responder à questão sobre qual software educacional poderia mediar atividades que contribuam de forma lúdica nos processos de aprendizagem de crianças neurodivergentes, o estudo propõe o desenvolvimento de mini jogos educacionais adaptados. A abordagem visa tornar a tecnologia acessível, utilizando dispositivos móveis comuns como smartphones e tablets, eliminando a dependência de equipamentos caros e especializados.

Metodologicamente, o desenvolvimento do jogo educacional integrou duas abordagens complementares: Design Science Research (DSR) e Design-Based Research (DBR). A DSR proporcionou um processo de desenvolvimento teoricamente fundamentado, garantindo rigor metodológico na criação e validação do software. A DBR foi fundamental por seu caráter dual, gerando tanto resultados práticos - através da aplicação e refinamento do protótipo em contextos reais - quanto contribuições teóricas na forma de princípios de design educacional. O processo foi estruturado em três fases principais: fase inicial

(levantamento de requisitos e definição do escopo), fase de desenvolvimento (criação dos protótipos) e fase final (avaliação e refinamento). O desenvolvimento foi conduzido de forma colaborativa, envolvendo membros do grupo de trabalho, professores orientadores e regentes, e estudantes com necessidades específicas. As avaliações preliminares identificaram oportunidades de melhoria, particularmente na interação das crianças com os jogos e na adaptação para dispositivos móveis. Após sucessivas iterações, fundamentadas tanto no rigor metodológico da DSR quanto nos princípios de design emergentes da DBR, o protótipo final foi avaliado, evidenciando a relevância de um design amigável e interativo para promover o engajamento dos estudantes.

Este artigo está dividido em quatro seções: esta introdução na qual apresentamos o problema, o objetivo e a metodologia; a segunda seção na qual apresentamos a fundamentação teórica, com suas subseções Cultura Digital e Educação, Software Educativo, Educação especial, Dispositivo móveis e o projeto ABA, a Lógica e o desenvolvimento do jogo e por fim, a conclusão, na qual trazemos algumas considerações sobre os resultados parciais obtidos nesta pesquisa.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, serão abordados os principais conceitos e estudos que fundamentam o desenvolvimento de tecnologias educacionais voltadas para o público neurodivergente. Além disso, serão discutidos o impacto da cultura digital na educação, as características dos softwares educativos, a importância dos dispositivos digitais na educação especial, e a aplicação da Análise do Comportamento Aplicada (ABA) como abordagem terapêutica.

Cultura Digital e Educação

A pandemia de COVID-19 demonstrou o potencial da tecnologia para alcançar alunos em locais remotos e manter a continuidade do aprendizado durante crises. Ferramentas como plataformas de videoconferência e aplicativos educativos se tornaram essenciais para garantir que a educação continuasse mesmo em condições adversas. Estudos mostram que, embora a transição tenha sido desafiadora, especialmente para alunos neurodivergentes, o uso de tecnologias adaptativas permitiu um nível de personalização que seria difícil de alcançar em ambientes presenciais tradicionais.

No entanto, a experiência da Suécia, que inicialmente adotou uma abordagem 100% digital na educação antes de retornar aos livros impressos, destaca os desafios de equilibrar a tecnologia com métodos tradicionais de ensino. Segundo o Ministério da Educação Sueco (2023), a decisão de reverter essa política foi baseada em preocupações sobre o impacto da digitalização na alfabetização e na capacidade de concentração dos alunos. Outros países, como a Finlândia e a Noruega, têm explorado abordagens híbridas, combinando recursos digitais com materiais impressos para maximizar os benefícios de ambas as metodologias.

Software Educativo

Um software educativo refere-se a um programa computacional desenvolvido para apoiar e aprimorar processos de ensino e aprendizagem, complementando métodos pedagógicos tradicionais. Esses softwares são caracterizados:

1. **Interatividade:** A interação entre o usuário e o software é central, permitindo que o aprendizado seja conduzido de maneira ativa, no qual o estudante não apenas recebe informações, mas participa ativamente na construção do conhecimento.
2. **Feedback imediato:** Esses programas frequentemente proporcionam retorno em tempo real sobre o desempenho do usuário, o que é essencial para a correção de erros e o fortalecimento de conceitos, promovendo um ciclo contínuo de aprendizado.
3. **Personalização:** Muitos softwares educativos são capazes de ajustar o conteúdo e a dificuldade com base no progresso individual do usuário, atendendo às necessidades específicas de cada aluno e respeitando seu ritmo de aprendizagem.
4. **Recursos multimídia:** A utilização de texto, imagens, vídeos, animações e áudios contribui para tornar o conteúdo mais acessível e compreensível, explorando diferentes formas de comunicação para atender a diversos estilos de aprendizagem.
5. **Gamificação:** A inclusão de elementos de jogos, como pontuações, desafios e recompensas, visa aumentar a motivação e o engajamento dos alunos, tornando o processo de aprendizagem mais lúdico e atrativo.
6. **Acessibilidade:** Muitos desses softwares são projetados para serem inclusivos, permitindo que alunos com níveis distintos de habilidade e necessidades especiais possam utilizá-los com eficiência.

Exemplos notáveis de softwares educativos incluem:

- **Duolingo:** Um aplicativo que facilita o aprendizado de idiomas através de lições interativas, combinando leitura, escrita, escuta e fala.
- **Khan Academy:** Uma plataforma educacional que oferece uma vasta gama de cursos gratuitos, abrangendo disciplinas como matemática, ciências, economia e história, com recursos de vídeo-aulas e exercícios interativos.
- **GeoGebra:** Um software matemático que auxilia no ensino de álgebra, geometria, cálculo e outras áreas da matemática através de representações gráficas interativas.
- **Scratch:** Uma ferramenta de programação visual que permite a criação de histórias, jogos e animações, sendo amplamente utilizada para ensinar lógica de programação e pensamento computacional a crianças e iniciantes.

Embora existam muitos softwares educativos, poucos são desenvolvidos especificamente para atender às necessidades de crianças neuro divergentes. Nessa categoria, enquadra os jogos, que para muitos podem parecer simples ou fáceis, mas para essas crianças podem representar desafios significativos, ou, inversamente, elas podem encontrar facilidade em tarefas que outros consideram complexas, como resolver cálculos matemáticos. Por isso, é fundamental desenvolver softwares educativos que contemplem as particularidades desse público, oferecendo suporte adequado e eficaz para o aprendizado.

Educação Especial e Dispositivos Digitais

Na educação especial, dispositivos digitais, tanto de software quanto de hardware, desempenham um papel crucial no suporte ao desenvolvimento cognitivo, motor e social de alunos com necessidades educativas especiais. Esses dispositivos são projetados para serem acessíveis e adaptáveis, ajudando os alunos a superar barreiras que poderiam limitar sua participação em ambientes educacionais tradicionais.

Entre os dispositivos utilizados na educação especial, destacam-se diversas ferramentas que auxiliam no desenvolvimento cognitivo, motor e social dos alunos, adaptando-se às suas necessidades individuais. Entre essas tecnologias, encontramos:

1. **Mesa PlayTable:** A Mesa PlayTable é uma ferramenta interativa que combina uma mesa física com tecnologia touchscreen, criando uma plataforma colaborativa onde múltiplos alunos podem interagir simultaneamente com conteúdos educativos. Este dispositivo é especialmente valioso em ambientes de educação especial, pois permite a personalização das atividades de acordo com as necessidades dos alunos, promovendo um aprendizado inclusivo e estimulante. A PlayTable é utilizada para ensinar desde habilidades básicas, como o reconhecimento de formas e cores, até conceitos mais complexos, como a resolução de problemas e a colaboração em grupo.
2. **Pranchas de Comunicação Alternativa e Aumentativa:** As pranchas são ferramentas que utilizam uma comunicação alternativa e aumentativa, substituindo ou complementando palavras, conceitos e ideias com o uso de imagens de uma biblioteca de símbolos. Esse recurso é especialmente útil para alunos com dificuldades na comunicação verbal, como aqueles com autismo ou deficiência intelectual. As pranchas permitem que os alunos expressem suas necessidades, sentimentos e pensamentos de maneira acessível, facilitando a comunicação e aumentando sua participação nas atividades educacionais.
3. **Teclado Tix:** O Teclado Tix é um dispositivo de hardware adaptado para facilitar o letramento e a digitação em alunos com necessidades especiais. Com teclas maiores e um layout simplificado, o Teclado Tix é intuitivo e fácil de usar, o que o torna acessível para alunos que apresentam dificuldades motoras ou cognitivas que dificultam o uso de teclados tradicionais. Este teclado é frequentemente utilizado em conjunto com softwares de apoio ao letramento, proporcionando uma solução integrada que auxilia na alfabetização e no desenvolvimento de habilidades digitais.

- 4. Projetos de Software Educativo para Educação Especial:** Além desses dispositivos físicos, existe uma gama de projetos de software que visa atender às necessidades específicas dos alunos com deficiências. No entanto, observa-se que há uma carência de jogos e aplicativos direcionados especificamente para neuro divergentes, como crianças com autismo ou Síndrome de Down. Enquanto há muitos jogos educacionais disponíveis gratuitamente ou de código aberto, poucos são adaptados para esse nicho.

A importância de desenvolver softwares educacionais específicos para o público neurodivergente reside na possibilidade de criar experiências de aprendizado que respeitem suas particularidades e ofereçam suporte adequado para seu desenvolvimento cognitivo, social e emocional. A criação de um jogo digital direcionado, como proposto neste projeto, busca justamente atender a esse público pouco contemplado, fornecendo uma ferramenta lúdica e educativa que contribua para o aprendizado de forma inclusiva e interativa.

Projeto ABA

O Projeto ABA (Applied Behavior Analysis, ou Análise do Comportamento Aplicada) é uma abordagem terapêutica baseada na ciência do comportamento, focada na compreensão e modificação do comportamento humano. Esta abordagem é amplamente utilizada para tratar problemas comportamentais em indivíduos com Transtorno do Espectro Autista (TEA) e outras condições de desenvolvimento. O ABA utiliza princípios de reforço positivo para promover habilidades desejadas e reduzir comportamentos indesejados, sendo uma ferramenta valiosa no contexto da educação especial, onde pode ser integrada a práticas pedagógicas e tecnológicas para melhorar a aprendizagem e o desenvolvimento dos alunos.

LÓGICA E DESENVOLVIMENTO DO JOGO

O desenvolvimento dos jogos foi idealizado em conjunto com uma professora especializada em alunos neurodivergentes, que trouxe valiosas informações sobre as dificuldades enfrentadas por essas crianças no aprendizado. A partir de suas orientações, os jogos foram planejados para focar nas áreas onde as crianças mais necessitam de suporte, como concentração, memória, coordenação motora e reconhecimento de padrões, utilizando métodos que promovam estímulos sensoriais adequados e feedbacks positivos contínuos.

O desenvolvimento dos jogos seguiu uma abordagem cuidadosa para garantir que eles fossem acessíveis, intuitivos e ao mesmo tempo estimulassem diferentes aspectos do desenvolvimento cognitivo das crianças neurodivergentes. Cada jogo foi projetado levando em consideração as habilidades específicas que deveriam ser trabalhadas. Abaixo, estão os detalhes do funcionamento de cada um dos três jogos principais desenvolvidos.

Jogo de Assimilação

O Jogo de Assimilação é focado em ajudar as crianças a associar imagens com números, promovendo o desenvolvimento de habilidades cognitivas como a memória visual, o princípio da contagem, a concentração e a capacidade de identificar padrões. A tela é composta do botão de ajuda que emite um texto explicando o funcionamento, placa com números aleatórios representando possíveis quantidades de bolas de futebol e um placar de pontuação que é alterado conforme a placa correta é selecionada.

Mecânica do Jogo: O jogo começa apresentando uma série de imagens e números dispostos de forma organizada, mas variada, para estimular a atenção visual da criança. A cada rodada, o jogador é instruído a selecionar o número correto que corresponde a quantidade de bolas exibidas. Ao acertar, a criança recebe feedback imediato com cores e sons positivos, reforçando a ação correta.

Valor Educacional: O jogo treina a capacidade de reconhecimento de padrões e a contagem, o que é fundamental para crianças neurodivergentes que muitas vezes apresentam dificuldades nesses aspectos. Ele também oferece um ambiente que reforça o aprendizado visual através de repetição e recompensas positivas. Esse tipo de aprendizado sequencial, acompanhado de feedbacks claros, é especialmente benéfico para crianças com transtorno do espectro autista (TEA) e dislexia, que podem ter dificuldades em associar conceitos abstratos.



Figura 1: Tela do jogo de associação desenvolvida

Fonte: autoria própria, 2024

Jogo da Memória

O Jogo da Memória é uma versão adaptada do tradicional jogo de cartas de pares, em que o jogador deve encontrar imagens correspondentes virando cartas duas a duas. Este jogo é especialmente eficaz no desenvolvimento da memória de curto prazo, concentração e atenção aos detalhes, sendo amplamente utilizado em terapias cognitivas.

Mecânica do Jogo: O jogo apresenta várias cartas viradas para cima, de modo que a criança possui um tempo para memorizar. Ao clicar no botão iniciar, todas as cartas viram para baixo na tela, e a criança precisa selecionar duas por vez para tentar formar um par de imagens iguais. Caso a criança não acerte, as cartas são viradas novamente, e a criança precisa memorizar a localização das imagens para futuras tentativas. Quando um par é encontrado, ele permanece virado, e a criança recebe uma recompensa visual e auditiva.

Valor Educacional: O Jogo da Memória é uma ferramenta poderosa para crianças neurodivergentes, pois fortalece a habilidade de reter e recuperar informações, algo com o qual muitas delas têm dificuldade. Para crianças com TEA ou transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), esse exercício é especialmente útil para melhorar a capacidade de foco e reduzir distrações. Além disso, o feedback contínuo e os desafios graduais criam uma sensação de progresso e sucesso, fundamentais para a autoestima e a motivação.

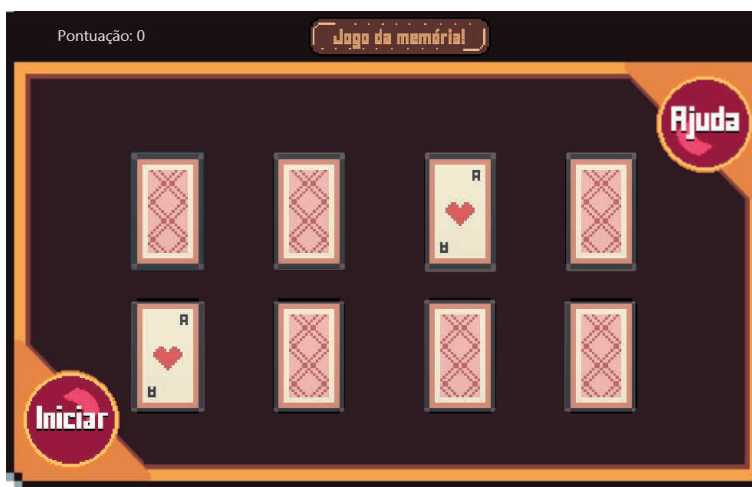


Figura 2: Tela do jogo da memória desenvolvido

Fonte: autoria própria, 2024

Jogo de Cores e Formas

O Jogo de Cores e Formas tem como objetivo ensinar as crianças a identificar e combinar cores e formas geométricas, promovendo a percepção visual e a coordenação motora. Ele oferece uma experiência sensorial rica, onde as crianças podem interagir com cores e formas básicas de maneira intuitiva, explorando conceitos visuais de forma prática e divertida.

Mecânica do Jogo: O jogo apresenta diferentes formas geométricas (círculos, quadrados, triângulos, etc.) em várias cores. A criança recebe uma instrução visual que combina uma forma com uma cor específica. O jogador então precisa selecionar a forma

e a cor corretas em um conjunto de opções na tela. Ao acertar, o jogo fornece feedbacks visuais com animações e efeitos sonoros positivos.

Valor Educacional: Este jogo é ideal para trabalhar o desenvolvimento sensorial e visual das crianças neurodivergentes. As cores vivas e as formas geométricas simples facilitam a compreensão, enquanto o ato de selecionar e combinar elementos melhora a coordenação motora fina. Crianças com dislexia, por exemplo, podem se beneficiar desse jogo ao aprender a reconhecer e diferenciar símbolos visuais, o que pode impactar positivamente o aprendizado de letras e números no futuro.



Figura 3: Tela do jogo das formas desenvolvido

Fonte: autoria própria, 2024

Plataforma

Embora o jogo tenha sido inicialmente concebido e desenvolvido para computadores, o desenvolvimento foi repensado para dispositivos móveis devido à dificuldade de acesso a computadores nas escolas, especialmente em áreas de maior vulnerabilidade. Além disso, foi observado que os pais nas famílias neurodivergentes geralmente possuem maior acesso a smartphones e tablets, tornando mais viável a distribuição dos jogos para que as crianças possam continuar jogando e aprendendo em casa, com o acompanhamento familiar, estendendo assim os benefícios educacionais do projeto para além das salas de aula.



Figura 4: Tela inicial para computadores

Fonte: autoria própria, 2024

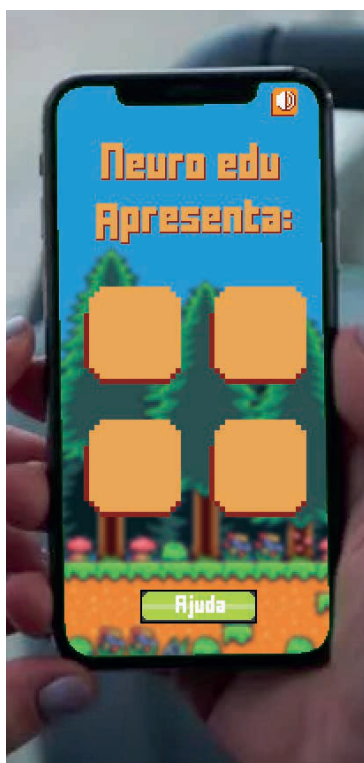


Figura 5: Protótipo para dispositivos móveis

Fonte: autoria própria, 2024



Figura 6: Tela inicial para dispositivos móveis

Fonte: autoria própria, 2024

RESULTADOS E ANÁLISE

Nesta seção, apresentamos os resultados obtidos e as análises realizadas ao longo do desenvolvimento do projeto, com base nos testes informais. Antes de iniciar a criação dos jogos, foram analisados dados fornecidos pela docente responsável, que descreveu as características e necessidades dos alunos, permitindo um direcionamento mais preciso no desenvolvimento do software educativo. As informações sobre cada aluno foram essenciais para adaptar os jogos às necessidades específicas de cada criança, visando promover uma experiência inclusiva e estimulante.

PERFIL DOS ALUNOS:

1. **Aluno 1:** Um menino autista que se comunica muito pouco, possui obesidade e apresenta uma grande dependência das telas de celulares. Esta dependência foi considerada tanto como um desafio quanto uma oportunidade para engajá-lo em atividades educacionais mediadas por tecnologia, aproveitando o interesse já existente pelas telas.
2. **Aluno 2:** Também autista, João apresenta deficiência auditiva e resistência em aprender e fazer uso de Libras. Dada essa resistência, houve a tentativa de incorporar jogos que introduziram elementos de linguagem de sinais de forma sutil e gradual, visando criar um ambiente de aprendizado que não causasse

estranhamento ou desconforto. A abordagem focou em jogos que utilizassem sinais de maneira lúdica e integrada ao contexto do jogo, promovendo o aprendizado de forma natural e engajante, sem forçar a adoção imediata de Libras.

3. **Aluno 3:** Diferente das outras crianças mencionadas, Rafaela gosta de se comunicar, embora tenha o hábito de gritar frequentemente. Ela tem um grande apego ao lápis e prefere utilizar sempre a mesma cor para realizar atividades. Esta informação guiou a escolha de atividades que envolvessem cores específicas e mantivessem a familiaridade, ajudando-a a se engajar sem perder seu conforto e rotina.
4. **Aluno 4:** Um menino com interesse marcado por futebol, o que sugere que o jogo poderia incluir elementos esportivos para captar sua atenção e motivá-lo a participar das atividades.

ANÁLISE DOS TESTES INICIAIS:

Os testes foram realizados em ambiente de sala de aula, sem a formalidade de um teste estruturado, focados em observar as interações espontâneas das crianças com os protótipos dos jogos educacionais. A análise preliminar foi qualitativa, baseada em observações diretas da professora de educação especial e do grupo de desenvolvimento. Durante os testes, várias áreas de atenção emergiram, fornecendo dados para o aperfeiçoamento dos jogos.

- **Interesse e engajamento:** As crianças demonstraram grande interesse pelos jogos, especialmente quando foram capazes de interagir de forma intuitiva com as atividades propostas. Foi notado que o nível de engajamento aumentava quando havia feedback imediato, como a exibição de pontos e acertos ou erros no momento da ação. No entanto, foi observado que, em alguns momentos, a ausência de instruções visuais claras, especialmente no jogo de Assimilação, fez com que algumas crianças perdessem o foco ou se sentissem confusas.
- **Comunicação e preferência:** As observações revelaram que a comunicação por meio de texto limitava a inclusão de crianças que ainda não sabiam ler, como aquelas com dislexia ou autismo de grau leve. Isso foi particularmente evidente no jogo de cores e formas, na qual a primeira versão apresentava o formato textual para solicitação das ações e isso dificultava a compreensão. A professora sugeriu a adição de elementos visuais ou auditivos para transmitir as informações de forma mais acessível. Além disso, preferências individuais também se destacaram, com algumas crianças mostrando uma forte inclinação por jogos com feedback mais visual, como o jogo da memória.
- **Adequação aos interesses pessoais:** Os jogos apresentaram desafios que conseguiram capturar a atenção das crianças, porém nem sempre atenderam a suas necessidades individuais. Algumas crianças mostraram dificuldade em entender as regras através de texto, apontando a necessidade de instruções

mais inclusivas, como a utilização de vídeos curtos ou áudios explicativos. As sugestões para combinar cores e formas, como “Quadrado + Azul = Quadrado azul” (Implementando uma nova versão, do modo texto para o modo visual), demonstraram ser uma abordagem interessante para tornar os jogos mais intuitivos e atraentes.

- **Facilidade de uso:** Embora os jogos tenham sido projetados com uma interface simplificada, algumas crianças, especialmente aquelas com autismo de graus mais severos, encontraram dificuldades para navegar pelas opções disponíveis ou para entender como manipular os objetos na tela. Isso reforçou a importância de adaptar a interface de maneira ainda mais visual e interativa, como sugerido pela professora Evani Nolasco. Melhorias na central de ajuda, como a inserção de vídeos tutoriais ou imagens, foram propostas para reduzir essas barreiras de uso e garantir uma experiência mais fluida. Porém, de modo geral, os alunos utilizaram o sistema de maneira facilitada e conseguiram jogar sem muitas dificuldades.

Com base nessas observações, foram feitas adaptações e iterações nos protótipos dos jogos. As modificações, como a inclusão de feedback visual imediato, simplificação das instruções e a adição de elementos visuais complementares ao texto, resultaram em uma versão mais inclusiva e amigável. As avaliações finais destacaram a importância de personalizar as experiências de aprendizado para cada aluno, levando em consideração suas preferências e desafios individuais. Também ficou claro que a interação com dispositivos móveis precisa ser otimizada para tornar a experiência ainda mais acessível e eficiente, garantindo que as crianças neurodivergentes possam navegar e se beneficiar plenamente dos jogos.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento do software educativo NeuroEdu representa uma importante contribuição para a inclusão de crianças neurodivergentes no processo de ensino-aprendizagem, ao propor uma solução lúdica e interativa que atende às suas necessidades específicas. Através da utilização de metodologias de design baseadas em pesquisa, como a Design Science Research e a Design-Based Research, foi possível criar um jogo digital adaptado, cujos protótipos foram iterativamente aprimorados com base no feedback de educadores e estudantes. Os resultados indicam que, apesar das melhorias sugeridas para dispositivos móveis e interações, o software cumpriu seu objetivo de mediar atividades educacionais de forma acessível, integrando conceitos pedagógicos e proporcionando um ambiente de aprendizado mais inclusivo.

Este estudo reforça o potencial da tecnologia digital como uma ferramenta poderosa na educação especial, especialmente em contextos onde os recursos tradicionais não são suficientes. Ao oferecer uma alternativa acessível e eficaz para o ensino de crianças com

síndrome de Down, autismo e outras necessidades educacionais especiais, o NeuroEdu se destaca como um exemplo de como jogos educativos podem promover o desenvolvimento cognitivo e social desses estudantes. Contudo, futuros desenvolvimentos devem focar na expansão das funcionalidades para diferentes dispositivos e na melhoria contínua da interface de usuário, para maximizar o engajamento e os benefícios educacionais proporcionados.

REFERÊNCIAS

FLETCHER-WATSON, S.; PAIN, H.; HAMMOND, S.; HUMPHRY, A.; MCCONACHIE, H.. Designing for young children with autism spectrum disorder: a case study of an ipad app. **International Journal Of Child-Computer Interaction**, [S.L.], v. 7, p. 1-14, jan. 2016. Elsevier BV. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2016.03.002>. Acesso em: 23 ago. 2024.

GU, L. Educational policy and school governance in the era of digital education The case of Sweden. In: MONTGOMERY, Catherine; BROWN, Chris. School governance in a postcolonial world. **School Governance In Global Contexts**, [S.L.], p. 66-81, 12 nov. 2021. Routledge.. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4324/9781003221456-5>. Acesso em: 4 set. 2023..

SANTOS, Ananda Pitangueira dos. A contribuição da terapia aba para o desenvolvimento de crianças autistas. **Zenodo**, [S.L.], v. 28, n. 133, p. 10-20, 17 abr. 2024. Zenodo.. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5281/ZENODO.10982877>. Acesso em: 9 ago. 2024.

SELWYN, N. Education and Technology: Key Issues and Debates. 2 ed. Bloomsbury: Bloomsbury Publishing, 2016

UNESCO. The role of digital technologies in educational inclusion: ensuring access and engagement for all, 2021