



Brinquedo interativo para estímulo cognitivo de crianças neurodivergentes: desenvolvimento de produto seguindo o Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP)

Interactive toy for cognitive stimulation of neurodivergent children: product development following the Product Development Process (PDP)

Juguete interactivo para la estimulación cognitiva de niños neurodivergentes: desarrollo de producto siguiendo el Proceso de Desarrollo de Producto (PDP)

Beatriz de Jesus dos Santos ^{1*}, Alina de Oliveira Freitas ², Andre de Mendonça Santos ³,
Lucas Vitorino Alves ⁴, & Óliver Silva Costa Barreto ⁵

^{1 2 3 4 5} Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

^{1*} beatrizsantos@aluno.ufrb.edu.br ² alinafreitas@aluno.ufrb.edu.br ³ andre.mendonca@ufrb.edu.br

⁴ lucasvitorino.ep@gmail.com ⁵ oliver.barreto@ufrb.edu.br

ARTIGO INFO.

Recebido: 06.09.2025

Aprovado: 07.11.2025

Disponibilizado: 27.11.2025

PALAVRAS-CHAVE: neurodivergente; produto; PDP.

KEYWORDS: neurodivergent; product; PDP.

PALABRAS CLAVE: neurodivergente; producto; PDP.

*Autor Correspondente: Santos, B. de J. dos.

RESUMO

O paradigma da neurodiversidade tem impulsionado a criação de soluções que promovam desenvolvimento cognitivo inclusivo. Embora o setor de brinquedos esteja em expansão, ainda há escassez de produtos que unam segurança, estímulo multissensorial e rigor metodológico. Este artigo apresenta a aplicação adaptada do Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) na concepção e prototipagem de um labirinto sensorial voltado a crianças neurodivergentes. A metodologia utilizou ferramentas da qualidade, como QFD, matriz morfológica e FMEA, fundamentais para transformar necessidades complexas do público em requisitos técnicos que assegurassem engajamento, segurança e eficácia pedagógica. O projeto priorizou materiais como ABS e acetato, bordas arredondadas e caminhos interativos com LEDs. A manufatura aditiva viabilizou o protótipo em 3D e a identificação de falhas antes da produção. Como limitação, destaca-se a ausência de testes de usabilidade, apontando direções para pesquisas futuras.

ABSTRACT

The neurodiversity paradigm has driven the creation of solutions that promote inclusive cognitive development. Although the toy sector is expanding, there is still a shortage of products that combine safety, multisensory stimulation, and methodological rigor. This article presents

the adapted application of the Product Development Process (PDP) in the design and prototyping of a sensory maze aimed at neurodivergent children. The methodology used quality tools such as QFD, the morphological matrix, and FMEA, which were essential for translating complex user needs into technical requirements that ensured engagement, safety, and pedagogical effectiveness. The project prioritized materials such as ABS and acetate, rounded edges, and interactive LED pathways. Additive manufacturing enabled the development of a 3D polymer prototype and the identification of failures prior to production. As a limitation, the study highlights the absence of usability testing, indicating directions for future research.

RESUMEN

El paradigma de la neurodiversidad ha impulsado la creación de soluciones que promuevan un desarrollo cognitivo inclusivo. Aunque el sector de juguetes está en expansión, todavía existe una escasez de productos que combinen seguridad, estimulación multisensorial y rigor metodológico. Este artículo presenta la aplicación adaptada del Proceso de Desarrollo de Producto (PDP) en el diseño y prototipado de un laberinto sensorial dirigido a niños neurodivergentes. La metodología utilizó herramientas de calidad como QFD, la matriz morfológica y el FMEA, fundamentales para transformar necesidades complejas del público en requisitos técnicos que garantizaran compromiso, seguridad y eficacia pedagógica. El proyecto priorizó materiales como ABS y acetato, bordes redondeados y caminos interactivos con luces LED. La manufatura aditiva permitió desarrollar un prototipo polimérico en 3D y identificar fallas antes de la producción. Como limitación, el estudio señala la ausencia de pruebas de usabilidad, indicando direcciones para futuras investigaciones.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o número de crianças diagnosticadas com algum tipo de deficiência ou transtorno do neurodesenvolvimento tem aumentado significativamente, evidenciando uma lacuna preocupante no debate sobre neurodiversidade, especialmente nos contextos escolares e no mercado de brinquedos infantis (Coutinho, 2024). O termo neurodivergente foi cunhado pela socióloga australiana e portadora da síndrome de Asperger Judy Singer em 1999, e surgiu a partir da discussão sobre neurodiversidade, conceito que reconhece e valoriza a variação natural do funcionamento neurológico entre os indivíduos (Nóbrega et al., 2020). Essa perspectiva propõe uma abordagem mais inclusiva para condições como o Transtorno do Espectro Autista (TEA), o Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH), entre outras.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil possuía, em 2023, aproximadamente 18,6 milhões de pessoas diagnosticadas com algum tipo de deficiência. A Associação Brasileira de Autismo estimou, no mesmo ano, cerca de 600 mil pessoas com diagnóstico de TEA. O estudo de Lego (2024) reforça essa realidade ao indicar que uma em cada 68 crianças está no espectro autista. Esse crescimento, no entanto, não tem sido acompanhado por políticas públicas ou soluções de mercado que atendam de forma adequada a esse público (Belo, 2023).

Desde a primeira infância a brincadeira é uma forma com a qual as crianças aprendem. As experiências lúdico positivas são essenciais para o aprendizado contínuo e precisam ser estimuladas (Lego Foundation, 2017). No entanto, a ausência de brinquedos desenvolvidos especificamente para crianças neuroatípicas limita seu acesso a ferramentas essenciais para o aprendizado, a socialização e o desenvolvimento sensorial (Oliveira, 2024). Brinquedos tradicionais não consideram as particularidades cognitivas, sensoriais e emocionais dessas crianças, o que pode dificultar seu engajamento e progresso, especialmente em ambientes educacionais, sendo necessário o avanço de soluções adaptadas a esse contexto (Toub et al. 2016).

A literatura relata iniciativas como o estudo realizado por Silva e Carneiro (2016), o qual indica adaptações de atividades pedagógicas como a implementação de atividades orais e jogos, visando a inserção mais assertiva dessas crianças. Intervenções ligadas ao desenvolvimento de habilidades motoras finas foi uma estratégia adotada por Teixeira e Ganda (2019) de forma que foram implementadas atividades de coordenação motora fina e grossa, utilizando materiais concretos para ensinar letras, números e habilidades motoras. A ênfase na repetição e no uso de objetos concretos facilitou o aprendizado do estudante em análise. Entretanto, crianças neurodivergentes frequentemente apresentam necessidades sensoriais, cognitivas e emocionais específicas. Essas podem incluir hipersensibilidade ou hipossensibilidade sensorial, dificuldades na atenção sustentada e limitações na flexibilidade cognitiva. Apesar disso, as iniciativas existentes ainda são escassas e não contemplam a complexidade e a diversidade necessárias, resultando em um suporte inadequado (Silva, 2025).

Diante deste contexto, o presente artigo tem como objetivo desenvolver um produto interativo, dentro das normas ABNT NBR 8124 voltado à estimulação cognitiva e motora de crianças neurodiversas, com foco em indivíduos com TEA e TDAH. A proposta foi desenvolvida seguindo uma adaptação do Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) e focado nas

necessidades do mercado, utilizando a metodologia de Rozenfeld (Rozenfeld et al., 2006). Essa abordagem garante que cada etapa seja orientada para agregar o máximo valor ao produto final. Para assegurar a qualidade e a relevância da solução, foram integradas ferramentas e metodologias reconhecidas no (PDP), sendo elas: Pesquisa de Anterioridade de Patentes, *Brainstorming*, *Quality Function Deployment* (QFD), Matriz Morfológica e Análise de Modos de Falha e Efeitos (FMEA). A escolha dessas ferramentas se justifica pela sua complementaridade: a pesquisa de patentes assegura originalidade e evita sobreposição tecnológica; o *brainstorming* favorece a geração ampla de alternativas; o QFD permite traduzir necessidades dos usuários em requisitos técnicos; a matriz morfológica possibilita estruturar e comparar soluções; e o FMEA contribui para a identificação e mitigação de falhas potenciais.

O método de Rozenfeld et al. (2006) deve-se à sua abordagem estruturada e compatível com o desenvolvimento de produtos físicos, em especial no contexto acadêmico e de pesquisa aplicada. Outros métodos, como o de Stage-Gate e o *Design Thinking*, foram analisados, porém, não adotados por apresentarem sobreposição de etapas ou foco distinto do objetivo deste estudo, que envolveu tanto a prototipagem física quanto a análise técnica de segurança e ergonomia. Complementar a isso, foram realizadas etapas cruciais de levantamento de dados por meio de pesquisa de mercado aplicada, bem como uma análise aprofundada da tarefa, embasada em pesquisa de campo. Este artigo está organizado de modo que na seção dois será explicitado o referencial teórico e, posteriormente, na seção três, a metodologia será apresentada. Após isto, os resultados, encontram-se na seção quatro, finalizando com as considerações finais na seção cinco e as referências na seção seis.

REFERENCIAL TEÓRICO

A IMPORTÂNCIA DO BRINCAR NO DESENVOLVIMENTO COGNITIVO DE CRIANÇAS NEURODIVERGENTES

Crianças neurodivergentes são aquelas consideradas neurologicamente diferentes, as quais podem apresentar o diagnóstico de Transtorno do Espectro Autista (TEA), Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), dislexia, discalculia, Altas Habilidades e Super Dotação (HS/SD) e se inserem neste universo a síndrome de Tourette, transtorno dissociativo de Identidade e transtornos psicológicos (Abreu, 2021). No que diz respeito ao TDAH e o TEA, esses podem afetar significativamente na capacidade de concentração, por conta da dificuldade em seguir instruções por longos períodos, impactando diretamente no acompanhamento de atividades que exigem um acompanhamento contínuo (Jorge, 2024). Além disso, as crianças autistas podem ter dificuldade para compreender conceitos abstratos e desenvolver flexibilidade cognitiva, sendo os brinquedos inclusivos excelentes ferramentas para auxiliar na retenção e participação dessas (Wegner, 2023).

O ato de brincar é muito importante para o crescimento infantil, por meio dele os indivíduos constroem os conceitos de socialização e tem seus sentidos aguçados para adquirir novos conhecimentos (Belo, 2023). Experiências lúdicas positivas são essenciais para o aprendizado das crianças e por isso devem ser estimuladas. Com crianças neuroatípicas não é diferente, elas têm o seu aprendizado aguçado mediante brincadeiras e atividades mais lúdicas conforme as suas necessidades específicas (Queiroz, 2024).

Todavia, apesar dos brinquedos e brincadeiras serem de extrema importância na vida de qualquer criança, as neurodivergentes ainda não têm suas necessidades plenamente atendidas, devido à escassez de opções específicas disponíveis no mercado. Para identificar o

estado da arte sobre o tema, foi realizada uma busca na literatura nas bases Scielo, Google Scholar e Periódicos CAPES, utilizando os descritores “brinquedo educativo”, “design inclusivo”, “brinquedo acessível”, “crianças neurodivergentes” e “TEA”. Foram considerados estudos publicados entre 2017 e 2024, que abordassem o desenvolvimento, design ou validação de brinquedos voltados ao estímulo cognitivo, motor ou sensorial infantil.

Embora a busca tenha identificado avanços relevantes, observou-se que a maioria dos trabalhos apresenta enfoques generalistas de estimulação ou voltados a outras formas de inclusão, como deficiência visual ou reaproveitamento de materiais. Poucos estudos exploram de forma aprofundada o processo de desenvolvimento de brinquedos voltados especificamente às crianças neurodivergentes, como aquelas com TEA ou TDAH, o que evidencia uma lacuna. Na Tabela 1, são apresentados os principais estudos identificados, destacando a prevalência de dispositivos com propósitos amplos ou com outras especificidades de público.

Tabela 1. Desenvolvimento de brinquedos infantis: estudos e protótipos

Artigo/Referência	Título do Trabalho	Brinquedo Desenvolvido (Tipo/Nome)	O que o Brinquedo Representa/Objetiva
Teles et al. (2024)	Brumu: Kit educativo de baixo custo para apoiar o desenvolvimento do pensamento computacional em crianças	Kit Educacional (Brumu)	Visa ensinar conceitos básicos de programação, desenvolver criatividade, raciocínio lógico e habilidades de resolução de problemas
Rosa (2022)	Desenvolvimento de produto educativo para crianças com Transtorno do Espectro Autista a partir da reciclagem de resíduos poliméricos gerados por impressão 3D	Jogo Educativo (TEAR Lud)	Objetiva estimular habilidades cognitivas e motoras, consciência corporal e espacial, compreensão de comandos, e o reconhecimento de cores, números, letras e formas, de forma lúdica e inclusiva
Barreto (2022)	Brinquedo multissensorial para estimulação: uma proposta de design para a inclusão de crianças com deficiência visual	Brinquedo Multissensorial	Propõe um brinquedo tátil e visual com foco em acessibilidade e estimulação sensorial, reforçando o papel do design inclusivo no desenvolvimento infantil
Agapito (2017)	Desenvolvimento de um brinquedo infantil em madeira com peças para montar	Jogo de montar/encaixar (Dédalo)	Objetiva permitir aos usuários construir seu próprio labirinto, manipulando o caminho de uma esfera via pinos cônicos, explorando combinações e raciocínio

Fonte: Autores (2025).

O brinquedo desenvolvido no trabalho do Teles et al. (2024), não tem características específicas voltadas para crianças neurodivergentes, embora ofereça experiência prática e divertida que auxilia no desenvolvimento de crianças no aprendizado de programação, o artigo não menciona requisitos ou características específicas voltadas para as necessidades sensoriais, cognitivas ou emocionais únicas de crianças neurodiversas (como autismo, TDAH, dislexia, entre outros). O foco é democratizar o acesso à robótica educacional e alinhar-se à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Não há menção a estímulos táteis específicos, ajuste de intensidade de luz/som, ou design pensado para hipersensibilidade/hipossensibilidade, que são características importantes para esse público.

Em sua pesquisa Rosa (2022), apresenta um projeto que foi idealizado utilizando os princípios do *Design Universal* e *Design Thinking* para torná-lo acessível a pais, educadores e terapeutas que contribuem com o avanço de crianças com TEA, considerando as limitações do cenário da COVID-19. Ele foca em dificuldades comuns a crianças com TEA, como equilíbrio, força, coordenação motora, organização espacial e corporal, reconhecimento de face,

entendimento de comandos e disfunções sensoriais. Um grande diferencial desta pesquisa é o uso de polímeros reciclados para impressão 3D, avaliando a resistência mecânica de amostras de PLA reciclado e elaborar um produto educativo por meio do design inclusivo.

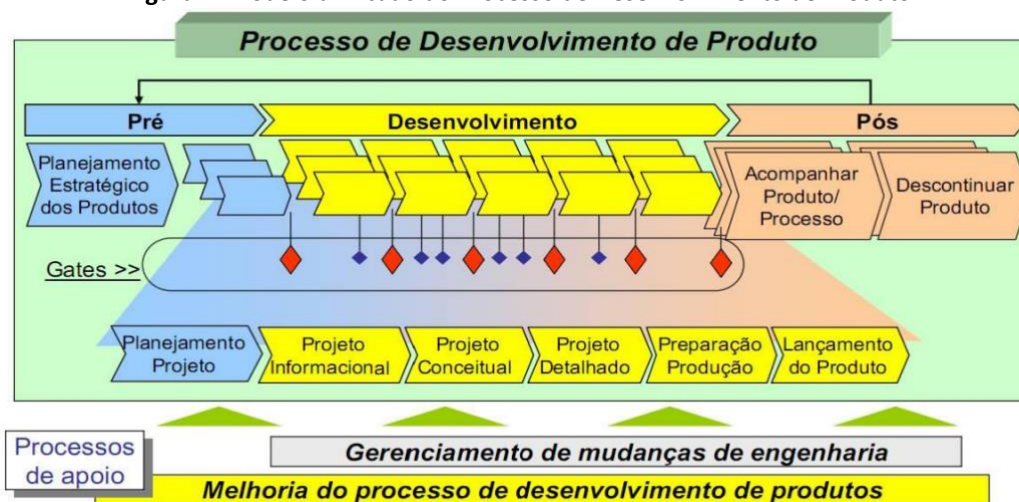
A pesquisa realizada por Agapito (2017), não apresenta especificações diretas para crianças neurodiversas, ele tem o objetivo de auxiliar no pensamento lógico, o foco desta está em estimular o aprendizado através do brincar utilizando a madeira como matéria-prima por ser renovável e de baixo custo. A ausência de tecnologias projetadas para esse público representa um despreparo da indústria, criando uma lacuna excludente (Galvão, 2009). No Brasil, poucos produtos são pensados para essas pessoas, a maioria dos produtos utilizados por esses indivíduos são adaptados, importados ou confeccionados especificamente para um usuário (Manzini, 2025). O desenvolvimento de brinquedos voltados à infância neurodivergente deve considerar os princípios do design universal, isto é, a criação de soluções acessíveis e utilizáveis pelo maior número possível de crianças, independentemente de suas habilidades cognitivas, motoras ou sensoriais (Souza, 2025). Essa abordagem permite que os brinquedos promovam inclusão, estimulem a aprendizagem e sejam intuitivos e seguros para todos os usuários, atendendo à diversidade humana e às diferentes formas de interação (Mimoso, 2020).

PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO (PDP)

Esta metodologia constitui uma iniciativa empresarial fundamental, cujo propósito central é converter informações de mercado e avanços tecnológicos em produtos e serviços que satisfaçam as demandas dos consumidores. Sua importância é inegável para a concepção e materialização de ofertas comerciais futuras (Rozenfeld et al., 2006; Chao; Kavadias, 2008). Este processo é definido como um conjunto de atividades interligadas que resulta na produção de novos produtos, tendo início na geração de ideias e finalizando na sua comercialização (Silva; Rupasinghe, 2018; Baxter, 2011).

Isso é formado por diferentes etapas/setores que visam um objetivo comum de desenvolver produtos que atendam, da melhor maneira, seus usuários (Khaled et al., 2024). Para que isso ocorra, são necessários um planejamento e uma boa articulação entre os diferentes conhecimentos e saberes (Karlstrom e Runeson, 2022). Para atender essa expectativa, esse processo é compreendido por meio de uma estrutura dividida em 3 macro fases interligadas: pré-desenvolvimento; desenvolvimento e pós-desenvolvimento, cada uma caracteriza diferentes etapas e pontos de mudança estratégicos (Rozenfeld, 2006) (Figura 1).

Figura 1. Modelo unificado do Processo de Desenvolvimento de Produto



Fonte: Rozenfeld et al. (2006).

No estudo de Amorim (2024), a metodologia do PDP foi utilizada para o desenvolvimento de um produto que usa a compressão sensorial para facilitar a autorregulação emocional de mulheres autistas, a metodologia foi estruturada em fases incluindo pré-projeto, projeto informacional, projeto conceitual e detalhamento. Outro estudo realizado por Barbosa et al. (2024), mostrou a utilização do PDP para a construção de um dispenser triplo para hotéis, o objetivo deste trabalho era a construção de um dispenser que pudesse conter shampoo, condicionador e sabonetes, visando atender a demanda das redes hoteleiras que buscam se tornar mais sustentáveis. Esses resultados exemplificam a importância de utilizar uma metodologia estruturada de desenvolvimento de produtos.

Ao ser dividido em macro etapas gerenciáveis, o PDP permite controle das atividades e entregas parciais. Na fase de planejamento estratégico de produto, a Pesquisa de Anterioridade de Patente tem um lugar determinante na mitigação de incertezas e nos processos de tomada de decisões estratégicos (Amparo, et al., 2012). O estudo de Barbosa et al. (2024) utilizou o levantamento de patente como parte do projeto informacional, a proposta era desenvolver uma inovação baseada em dispensers já existentes no mercado, com isso a pesquisa de anterioridade foi fundamental, atrelado a ele também foi realizado um *brainstorming*, uma técnica de resolução de problemas em grupo sem censura de ideias sendo esta uma combinação estratégica para a concepção de produto (Garcia, 2025). A Tabela 2 apresenta de modo sintetizado as 3 ferramentas utilizadas no PDP deste projeto. A seleção dessas metodologias ocorreu por conta da usabilidade prática e coerência com as etapas do modelo de Rozenfeld et al. (2006), as mesmas são amplamente utilizadas em estudos similares de desenvolvimentos de produtos.

Tabela 2. Desenvolvimento de Brinquedos Infantis: Estudos e Protótipos

Ferramentas utilizadas no PDP e suas aplicações				
Ferramenta	Definição / Objetivo	Etapa do Modelo de Rozenfeld	Exemplo de aplicação na Literatura	Justificativa da escolha
QFD (<i>Quality Function Deployment</i>)	Traduz as necessidades dos usuários em requisitos técnicos do produto	Planejamento do Projeto e Projeto Informacional	Utilizada por Silva (2018) para definir atributos da qualidade em projetos habitacionais, demonstrando sua eficácia na conversão de requisitos do usuário em parâmetros técnicos	Permite alinhar requisitos do usuário e parâmetros técnicos, assegurando relevância funcional
Matriz Morfológica	Estrutura e combina soluções possíveis para cada função do produto	Projeto Conceitual	Aplicada por Wouters et al. (2018) no design de uma cozinha acessível, permitindo comparar alternativas de equipamentos para funções previamente definidas	Possibilita uma visão sistemática e criativa das alternativas de design, evitando soluções limitadas
FMEA (<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>)	Identifica e prioriza falhas potenciais, avaliando seus efeitos e propondo medidas preventivas	Projeto Detalhado	Utilizada por Souza (2016) para analisar falhas potenciais em dispositivos de sustentação, contribuindo para produtos mais confiáveis e alinhados às necessidades dos usuários	Garante maior confiabilidade e segurança na etapa final do desenvolvimento

Fonte: Autores (2025).

METODOLOGIA

Seguindo metodologia estruturada no PDP, tem-se como objetivo desenvolver o brinquedo denominado “labirinto sensorial 3D” para atender uma demanda suprimida e anseios de crianças neurodivergentes. Assim, é caracterizado como uma pesquisa qualitativa, descritiva e se configura como estudo de caso. A escolha justifica-se pela busca de uma compreensão

aprofundada das percepções, pois é uma abordagem essencial para compreensão de fenômenos sociais, culturais e subjetivos (Severino, 2017).

A pesquisa qualitativa, ainda de acordo com Gil (2002) envolve uma exploração detalhada das perspectivas e experiências das pessoas, com a busca por interpretar o significado desses fenômenos em seus próprios contextos. Segundo Gil (2002) a pesquisa descritiva tem como principal objetivo descrever as características de determinada população ou fenômeno, ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Essa abordagem auxilia na busca por possíveis soluções que possam ser eficazes no suporte ao público analisado, possibilitando a coleta de dados e *insights* direto do público-alvo (Lakatos & Marconi, 2017). Utilizou-se dos preceitos de estudo de caso, para coletar dados, através do acompanhamento de um único indivíduo que apresentava as características definidas para o desenvolvimento do produto. Dentro da pesquisa qualitativa, o estudo de caso é uma estratégia metodológica amplamente utilizada para a investigação detalhada de um fenômeno específico (Menezes et al., 2017).

DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

Seguindo uma adaptação da estrutura da proposta por Rozenfeld et.al (2006) PDP, o desenvolvimento do produto foi pautado em 4 macroetapas: planejamento do produto, projeto informacional, projeto conceitual e projeto detalhado. O estudo avançou até a fase de prototipagem e validação técnica preliminar, entretanto o mesmo não abrangeu o pós-desenvolvimento, que inclui atividades de lançamento, monitoramento do produto com o usuário e melhoria contínua. Essas etapas foram, contudo, previstas conceitualmente, de modo a orientar futuras iterações do produto e garantir a continuidade do ciclo de desenvolvimento.

PLANEJAMENTO DO PRODUTO

A primeira macro etapa pautada no pré-desenvolvimento, teve como foco o planejamento do produto, visando compreensão aprofundada do problema para o desenvolvimento da solução. Inicialmente, buscou-se analisar o panorama de crianças neurodivergentes no país e no mundo, foi buscado em bases como o IBGE o tamanho do público alvo, que segundo o senso de 2022 do IBGE 2,4 milhões de brasileiros foram diagnosticados com TEA tendo uma prevalência maior em crianças de 5 a 9 anos (IBGE, 2025).

Em complemento, realizou-se a pesquisa de anterioridade de patentes na base de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). Esta etapa foi realizada no mês de novembro de 2024, permitiu verificar a existência de soluções similares através da busca utilizando as palavras-chave "brinquedo, acessível, inclusivo, adaptado, neurodiversos".

PROJETO INFORMACIONAL

Na etapa do projeto informacional buscou-se identificar as necessidades e requisitos dos usuários do produto, obtida por meio da aplicação de questionário e análise da tarefa. Para isso, foi aplicada uma pesquisa de campo com coleta de dados primários, por meio de formulário apresentado na plataforma Google Forms, essa ferramenta possibilitou acessibilidade e praticidade aos participantes, além de fornecer uma interface de fácil navegação para respostas.

O formulário foi direcionado a duas principais categorias de respondentes: famílias de crianças neurodivergentes; profissionais da área educacional e terapêutica que acompanham essas crianças. Os dados obtidos por meio dessa pesquisa preliminar foram utilizados para orientar o desenvolvimento do estudo de caso, que acompanhou detalhadamente uma criança. Dessa

forma, a pesquisa com múltiplos respondentes forneceu uma base ampla de informações, enquanto o estudo de caso permitiu testes mais específicos do protótipo do dispositivo sensorial. Esse enfoque permitiu captar perspectivas diferentes e complementares sobre o que o dispositivo sensorial deveria oferecer. O questionário obteve 30 respostas, coletadas durante o dia 30 de outubro de 2024 até o dia 05 de novembro de 2024. O formulário foi dividido em duas sessões.

A primeira sessão, com 12 perguntas, focou no perfil das crianças, abordando idade e diagnóstico, estímulos sensoriais favoritos e aversivos das crianças e jogos mais apreciados. A segunda sessão, com 10 perguntas, concentrou-se nos aspectos práticos e funcionais do labirinto sensorial. Tópicos como expectativas em relação ao jogo, dificuldades com produtos existentes, necessidades específicas e sugestões dos participantes foram explorados. Os resultados desta etapa, orientaram o encaminhamento do estudo de caso, que acompanhou detalhadamente uma única criança com TEA em ambiente escolar. Permitindo uma análise mais aprofundada das interações e das respostas sensoriais durante a observação em campo, cujo objetivo não é a generalização estatística, mas a compreensão aprofundada do comportamento e das necessidades sensoriais, desse indivíduo no contexto real de uso.

PROJETO CONCEITUAL

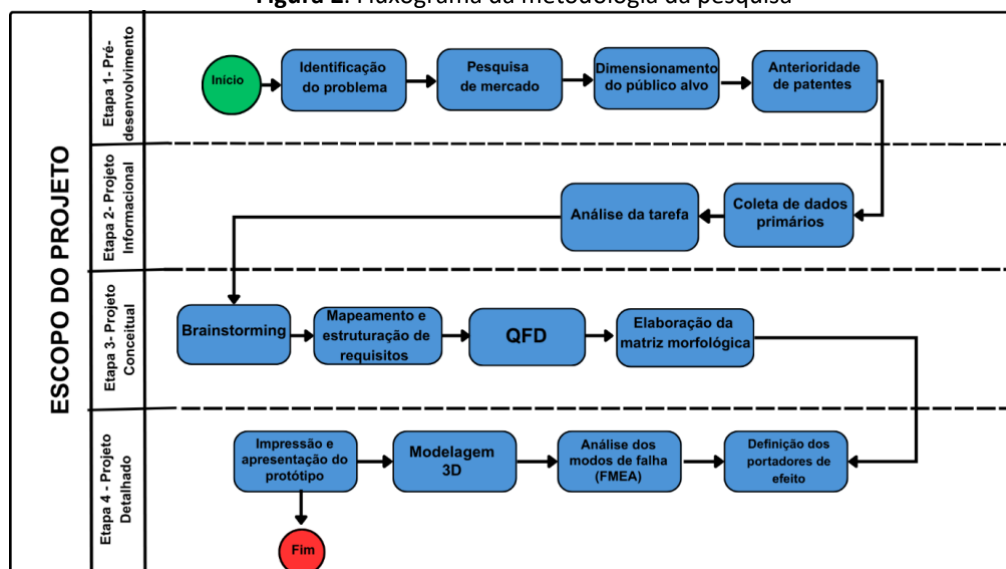
Após a compilação dos dados do questionário e da observação em campo das necessidades da criança, iniciou-se o projeto conceitual. No qual, foi conduzida uma sessão *brainstorming*, o mesmo ocorreu com a participação dos pesquisadores envolvidos no processo, os debates centrais foram pautados a partir da análise dos resultados obtidos através do formulário, visando discutir visando gerar ideias de soluções que fossem sensorialmente atrativas, acessíveis e seguras. Tendo em vista as ideias geradas, criou-se a matriz morfológica, estruturando as principais funções do produto e os princípios de solução para cada função. Nesta etapa utilizou-se da matriz *Quality Function Deployment* (QFD) visando alinhar os requisitos dos usuários com as necessidades do produto. Para a confecção desta matriz foram realizadas reuniões entre os autores e validação das análises com a docente responsável pelo discente acompanhado.

PROJETO DETALHADO

Nesta etapa, os portadores de efeito foram definidos e detalhados, abrangendo toda estrutura base e os sistemas de estímulos visuais e táteis. Em paralelo, visando definir as ações para mitigar ou eliminar falhas, os autores implementaram a Análise de Modos de Falhas e Efeitos (FMEA), com base em três elementos: gravidade; ocorrência e detecção. O método FMEA leva à priorização de quais modos de falha acarretam os maiores riscos ao cliente e que, portanto, merecem atenção (Miguel, 2023).

Ainda no processo de desenvolvimento iniciou-se com a descrição da lista de materiais, contendo elementos como ABS, acetato, ímã de neodímio e LEDs. Com todas essas informações e materiais disponíveis partiu-se para a elaboração do Produto Mínimo Viável (do inglês *Minimum Viable Product*-MVP), o qual foi impresso em 3D, por meio da modelagem de decomposição fundida (Figura 2).

Figura 2. Fluxograma da metodologia da pesquisa



Fonte: Autores (2025).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Discute-se aqui os resultados da aplicação das ferramentas do PDP no desenvolvimento do labirinto sensorial 3D, com o objetivo de demonstrar a contribuição para a concepção de um produto inovador que atenda à demanda do mercado de brinquedos e supra as necessidades de crianças neurodivergentes, promovendo o avanço cognitivo e motor com eficácia.

CENÁRIO E OPORTUNIDADES: O CONTEXTO DA NEURODIVERSIDADE E O MERCADO DE BRINQUEDOS

A pesquisa de mercado foi desenvolvida visando compreender as necessidades e expectativas de crianças neurodiversas em relação a um dispositivo sensorial. Para isso, buscou-se coletar informações diretamente de pessoas que convivem ou trabalham com esses indivíduos, garantindo maior relevância para o dispositivo proposto. Assim, iniciou-se com a realização da pesquisa de anterioridade de patente dentro do INPI, a qual revelou que os dispositivos predominantes para o desenvolvimento cognitivo de crianças neurodivergentes ainda apresentam limitações, sendo baseados em abordagens tradicionais que não atendem plenamente às necessidades específicas como elementos visuais ajustáveis, texturas variadas e estímulos auditivos suaves e não invasivos (Tabela 3).

Tabela 3. Apresentação de três patentes que serviram de embasamento para a análise

Patentes encontradas (títulos, autores e numeração)	Descrição da patente	Atende por completo a necessidade? Em qual nível?
Brinquedo Pedagógico; Ítalo Camilo da Silva Nogueira, Luciana Rezende Alves de Oliveira; BR202019008652U2	Trata a presente solicitação de patente de modelo de utilidade de um brinquedo pedagógico criado para crianças com autismo, particularmente, voltado a uma faixa etária entre 6 (seis) e 10 (dez) anos, para conscientizar as crianças sobre a coleta seletiva de resíduos sólidos, mediante uso de simbologias	Sim, atende em nível médio a necessidade de ensinar crianças sobre a coleta seletiva de resíduos sólidos
Brinquedo Para Crianças com Movimentos Limitados, Eder Peixoto, BRPI090332A2	Refere-se a presente patente a um novo brinquedo destinado a possibilitar que crianças brinquem em cima do leito hospitalar, principalmente as que estiverem com movimentos limitados	Não se aplica
Jogo Educativo Inclusivo para Alfabetização em Tinta e em Braille; Giselle Mendes dos Santos, Alfred Sholl Franco, BR102019003740A2	O material desenvolvido é um recurso lúdico de tecnologia assistiva de desenho universal que estimula a aprendizagem da leitura e da escrita em tinta e em braille. É composto por um conjunto de fichas e de dados e de tamanho (com 6, 8, 12 e 20 lados) contendo as letras do alfabeto e sinais de pontuação escritos em tinta com fonte e cores contrastantes e adequadas para pessoas com baixa visão e com os sinais em braille	Sim, em nível médio o dispositivo contribui para o processo de ensino e aprendizagem de crianças, podendo ser utilizado no ensino formal e em casa pela família

Fonte: Autores (2025).

A análise dos produtos identificados permite verificar que existem iniciativas voltadas para a oferta de produtos para crianças neurodivergentes, entretanto ainda há uma lacuna no mercado uma vez que muitos produtos registrados se concentram em aspectos que não atendem às necessidades específicas desse público, como estímulo sensorial adequado, suporte ao desenvolvimento cognitivo e adaptação às diferenças individuais de aprendizagem.

PERCEPÇÃO E FORMALIZAÇÃO DAS NECESSIDADES: *INSIGHTS* DO PROJETO INFORMACIONAL

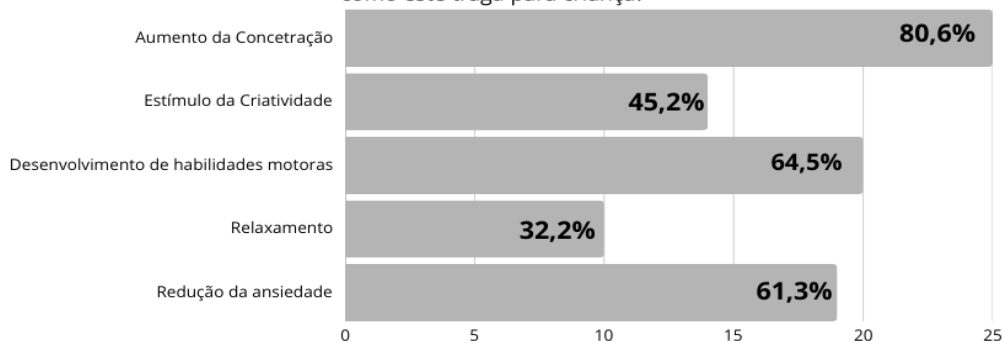
Por meio de um questionário online, foi possível realizar a coleta de dados, direcionado a duas categorias principais: famílias de crianças neurodivergentes e profissionais das áreas educacionais. A pesquisa obteve uma adesão de 58,3% de profissionais da região de Feira de Santana, BA, região na qual o produto foi desenvolvido, proporcionando opiniões mais técnicas. Analisando de forma estratégica, as perguntas do formulário foram essenciais para nortear o processo de desenvolvimento, dentre elas algumas tiveram um destaque significativo.

Logo no início do formulário, buscou-se identificar se as crianças participantes possuíam algum diagnóstico. Essa informação foi considerada relevante, uma vez que estudos recentes apontam um aumento expressivo no número de diagnósticos e na precocidade com que são realizados, o que representa um avanço significativo para o desenvolvimento desses indivíduos. O questionário foi aplicado de forma online e compartilhado com pais e responsáveis de crianças que fazem parte da escola parceira do projeto e de comunidades voltadas à neurodivergência infantil. Entre as respostas obtidas, observou-se que 71% das crianças possuíam diagnóstico de TEA e 58,1% de TDAH, evidenciando a predominância desses transtornos entre os participantes.

Buscando entender os estímulos mais atrativos, observou-se uma preferência por movimento e vibração (61,3%), seguidos por textura e tato (58,1%) e sons (32,3%). Tais resultados reforçam a imperatividade de um brinquedo que privilegie interações táteis e cinestésicas, oferecendo experiências multissensoriais de forma equilibrada para evitar sobrecarga. No que tange aos benefícios esperados, cuidadores e profissionais manifestaram altas expectativas quanto aos impactos positivos do brinquedo. Os mais citados foram o aumento da concentração (80,6%), o desenvolvimento de habilidades (64,5%) e o estímulo à criatividade (45,2%) (Figura 3).

Figura 3. Pergunta sobre os benefícios esperados do jogo

Pergunta 12. Que benefícios você espera que um jogo sensorial como este traga para criança?



Fonte: Autores (2025).

A investigação dos fatores de acessibilidade prioritários para um dispositivo sensorial destacou a acessibilidade cognitiva (67,7%), enfatizando a importância de instruções claras e linguagem simplificada. A acessibilidade sensorial (58,1%) e a acessibilidade física (35,5%), que se refere à facilidade de manuseio, também foram critérios significativamente mencionados. Esses dados convergem para a necessidade de um design de brinquedo que contemple não apenas a inclusão sensorial, mas também estratégias que favoreçam a compreensão, autonomia e segurança da criança durante a interação, otimizando a experiência de aprendizado e brincadeira.

Aprofundando na aplicabilidade prática desses requisitos, a observação direta e a análise da tarefa se tornaram fundamentais para refinar a ideia de produto. Para isso, foi realizada uma visita de campo, que incluiu o acompanhamento de um aluno diagnosticado com TEA em ambiente de sala de aula. Focar em um único aluno diagnosticado com TEA, baseou-se na acessibilidade e na parceria com a instituição de ensino. O mesmo, apresentava dificuldade em manter a concentração em tarefas escritas e exibia estratégias de autorregulação evidentes (como deitar no chão) diante de sobrecarga sensorial ou frustração. Essa escolha foi estratégica, pois o indivíduo representava o ponto extremo da dificuldade que o produto visa mitigar. Ao observar esse perfil, foi possível, realizar observações, filmagens e fotografias para obter *insights* e identificar os requisitos de design mais críticos do brinquedo interativo, focados na atração da atenção e na regulação sensorial.

A observação do período de intervalo da criança revelou uma limitação na disponibilidade de brinquedos que mantivesse o aluno entretido, ele acaba ficando restringindo as atividades lúdicas as brincadeiras mais elementares, como correr. Essa percepção demonstrou a necessidade de o brinquedo ter características que estimulem e prendam a atenção.

CONCEPÇÃO E DETALHAMENTO DO DESIGN: DA IDEIA À MATERIALIZAÇÃO DO PRODUTO

Visando traduzir as necessidades identificadas nas etapas anteriores em características tangíveis do produto, foi realizado o desdobramento da função de qualidade através da QFD. Como é possível analisar através das Figuras 5 e 6. Primeiramente foram definidas as necessidades do cliente, sendo elas: fácil de brincar; ser durável; ser seguro; ser leve; ser prático; instruções simples; ser interativo; fácil de limpar e acessível.

Em seguida, foi estabelecida a importância desses requisitos para os clientes representadas por pesos e porcentagem relativa. Complementarmente, como parte da QFD, foi realizada a comparação com produtos concorrentes de propostas semelhantes (Figura 4). O concorrente 1, Jogo Educativo Pedagógico Labirinto Magnético, é fabricado em plástico e utiliza um bastão magnético para conduzir pequenas esferas em um labirinto. Indicado para crianças de 2 a 4 anos, possui estrutura rígida e componentes pequenos, o que limita sua acessibilidade para crianças com deficiência motora ou cognitiva. O concorrente 2, o livro interativo “Labirintos Malucos: Labirinto dos Dinossauros”, é um livro físico com um labirinto fixo na capa e uma bolinha móvel que percorre o trajeto ao movimentar o livro. Embora tenha custo mais acessível, apresenta baixa interatividade, menor durabilidade e ausência de estímulos táteis ou sensoriais.

Figura 4. Produto dos concorrentes



Após este comparativo, foram correlacionadas as definições dos requisitos dos produtos, com as necessidades dos clientes, identificando o nível de importância através da intensidade do relacionamento.

Figura 5. Teto da matriz QFD representando as correlações

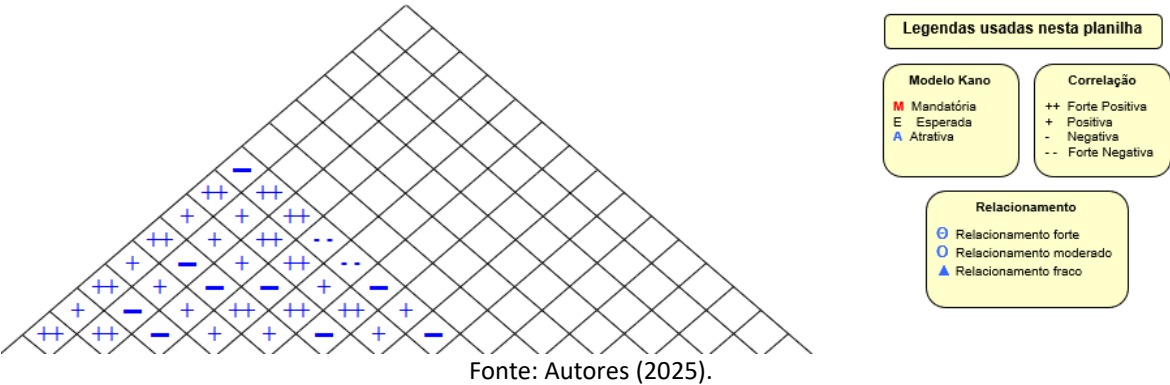
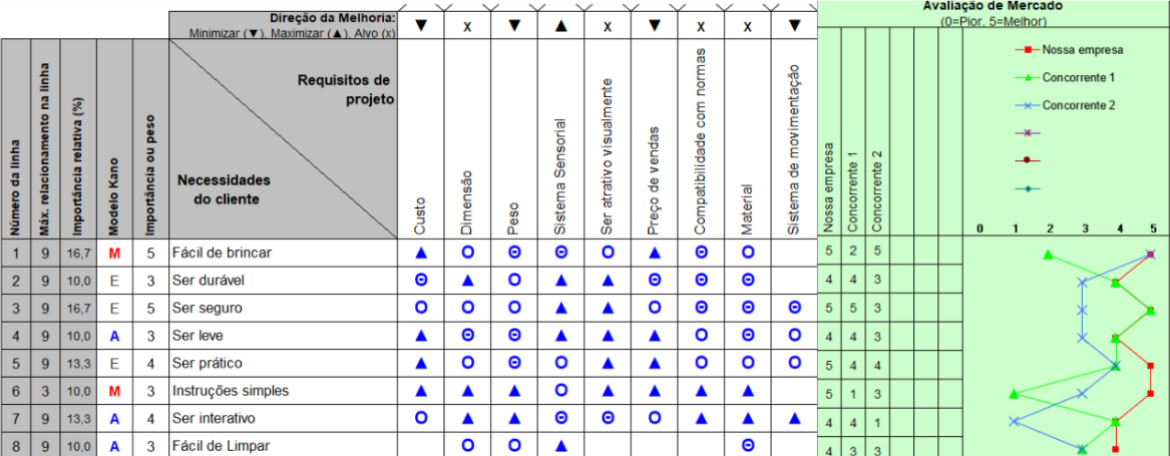


Figura 6. Matriz QFD



Fonte: Autores (2025).

Analisando os níveis de importância do QFD, as necessidades do cliente em ser fácil de brincar, ser seguro, interativo e prático receberam maior peso, com base nisto, as sessões de *brainstorming* foram direcionadas para a concepção de uma solução que para além de ser prática, promovesse autonomia para o usuário, permitindo o brincar com supervisão reduzida, caso as suas limitações permitam. A segurança foi durante todo o processo de criação um requisito primordial, buscando um design que, além de simples e confortável, fosse confiável e durável, sem recorrer a uma estrutura muito robusta, o *brainstorming*, culminou na elaboração da matriz morfológica.

A mesma foi utilizada para listar as principais funções do produto e os princípios para cada função, ou seja, diversas formas de executar aquela função, e após listar os princípios, selecionou-se qual seria o mais indicado para utilizar no produto. Na função “formas de brincar”, o modelo escolhido representa uma estrutura 3D de um labirinto. Quanto ao “modo de brincar”, a estrutura escolhida remete à necessidade de o percurso ser realizado com o auxílio de um mecanismo, que, no caso do dispositivo desenvolvido, tornou-se a caneta. Em relação aos entraves de segurança, o modo selecionado envolveu a proteção acrílica ao redor do brinquedo, sendo esse fator determinante para o uso do acrílico com fins de segurança.

No detalhamento do conceito final, realizou-se à definição dos portadores de efeito, que constituem os elementos fundamentais para a composição do dispositivo e para a garantia dos seus requisitos funcionais. Esses elementos foram desenvolvidos a partir dos dados obtidos na pesquisa de mercado, da análise de requisitos e da concepção do produto, culminando na estruturação do sistema físico, seus subsistemas e componentes, os quais delineiam a arquitetura geral do produto.

Os processos a seguir foram realizados conforme a etapa de desenvolvimento detalhado do PDP de Rozenfeld et.al. Ao relacionar os portadores de efeitos com as subfunções do labirinto, foi possível aumentar a sua capacidade de atender às demandas específicas, como estímulo sensorial, desenvolvimento motor e interação lúdica.

Visando atender aos requisitos de segurança química e mecânica previstos nas normas ABNT NBR NM 300-1:2011 e ISO 8124-1:2022, o dispositivo e a caneta foram fabricados em Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS), um material atóxico e resistente a impactos. As pontas arredondadas e a camada de acetato sobre o labirinto, que impede o contato direto com a esfera móvel, foram projetadas conforme os requisitos de prevenção de lesões e ingestão de pequenas partes estabelecidos nessas normas.

No que se refere à "interatividade" e à "facilidade de brincar", o brinquedo promove uma atividade prática e envolvente por meio da caneta magnética, que permite à criança mover uma bolinha ao longo de um percurso. A tarefa, que consiste em guiar o objeto até o destino, embora de execução intuitiva, aprimora o foco e a coordenação motora fina. A caneta magnética, com ímã de neodímio, assegura a movimentação precisa da bolinha, um requisito crucial para o desenvolvimento da coordenação motora fina. Priorizar esses atributos na QFD orientou a seleção de cada portador de efeito, (Tabela 4), garantindo que as soluções adotadas estivessem diretamente alinhadas com as expectativas mais relevantes do público-alvo. Os requisitos e os subsistemas do brinquedo foram consolidados pela equipe de pesquisadores, com base nas informações fornecidas por pais e professores durante as análises, por meio da aplicação da ferramenta QFD.

Tabela 4. Portadores de efeito

Requisitos e Subistemas do Produto	Portador de Efeito	Abordagem Seguida
Estrutura segura e ergonômica	Base em ABS impressa em 3D	Material escolhido pela resistência, durabilidade, segurança e leveza; impressão 3D permite maior precisão no design
Estímulos visuais	LEDs multicoloridos ajustáveis	Integrados ao dispositivo para promover interação visual, com intensidade ajustável para evitar sobrecarga sensorial
Estímulos táteis e vibratórios	Sensores de vibração	Componentes eletrônicos disponíveis no mercado, ajustados para fornecer feedback tátil em diferentes intensidades
Facilidade de transporte e montagem	Design modular em ABS	Impressão 3D permite modularidade, facilitando transporte, montagem e substituição de peças
Estímulo à coordenação motora fina	Caneta magnética	Impressa em ABS para leveza e ergonomia, ideal para o manuseio de crianças
Durabilidade e resistência	Material ABS	Escolhido por sua resistência ao impacto, leveza e facilidade de manutenção; impressão 3D que auxilia para a sustentabilidade
Estímulos cognitivos (escolha de caminhos)	Labirinto interativo em ABS	Estruturado com precisão na impressão 3D, permitindo caminhos personalizáveis com estímulos visuais e táteis.

Fonte: Autores (2025).

A fase de projeto detalhado incluiu uma aplicação do FMEA para garantir maior confiabilidade ao produto. O FMEA permite avaliar a severidade de cada falha relativamente ao impacto causado aos clientes, sua probabilidade de ocorrência e de detecção antes de chegarem às mãos dos clientes (Miguel, 2023). Com base em três elementos, gravidade, ocorrência e detecção, o método leva à priorização de quais modos de falha acarretam os maiores riscos ao cliente e que, portanto, merecem atenção (Figura 7).

Figura 7. Método FMEA, apresentando todas as falhas analisadas para cada componente do produto

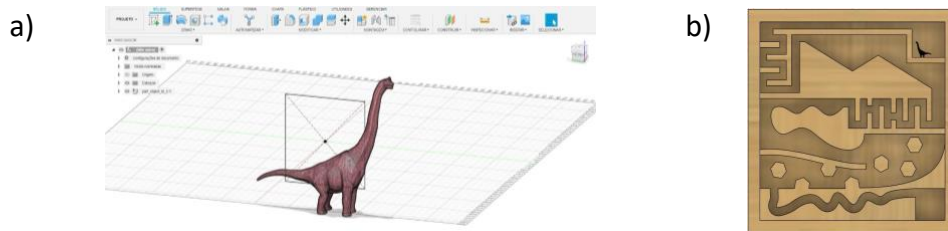
FMEA - ANÁLISE DOS MODOS DE FALHA E EFEITOS										
Título		Desenvolvimento de um Labirinto Sensorial para Crianças Neurodivergentes								
Nº	Componentes	Função	Possíveis Falhas			Controles atuais	Índices			
			Modo de falha	Efeito	Causas do Projeto		G	O	D	RPN
1	Labirinto	Servir de base para o percurso da bolinha conduzida pela caneta magnética	Travamento da bolinha no percurso	Interrupção da brincadeira; frustração e perda de engajamento da criança	Diâmetro de passagem inadequado / rebarbas na impressão 3D	Testes básicos em bancada	8	4	5	160
2	Alça	Permitir o transporte seguro do brinquedo	Quebrar	Dificuldade de transporte; risco de queda e dano ao produto	Má qualidade da alça	Inspeção visual pós-impressão	6	3	4	72
3	Caneta	Conduzir a bolinha metálica pelo labirinto	Desalinhamento ou soltura do ímã	Bolinha não se move corretamente; perda da função principal	Má fixação do ímã	Ensaio de fixação durante o protótipo	7	3	4	84
4	Acrílico	Proteger o interior e garantir segurança	Quebra da tampa	Risco de ferimentos ou ingestão acidental de peças	Má qualidade do material	Verificação dimensional e teste de impacto leve	9	3	3	81

Fonte: Autores (2025)

A investigação através do FMEA foi essencial para identificar e mitigar os riscos do produto. O estudo destacou quatro possíveis modos de falha, sendo as mais relevantes o travamento da bolinha no labirinto e a quebra da alça durante o suporte. O primeiro modo de falha, apresentava maior criticidade tendo em vista que a trava da bolinha poderia gerar frustração na criança, para mitigá-lo os diâmetros foram todos ajustados conforme tamanho da bolinha. Já a quebra de risco foi tratada por meio de inspeção visual após a impressão 3D e pela melhoria na qualidade da impressão, promovendo um produto com mais qualidade.

Com as especificações consolidadas e os possíveis riscos mitigados, o projeto avançou para a representação tridimensional do produto, a modelagem 3D foi iniciada utilizando os *softwares Autodesk Fusion 360 E Ultimaker Cura*, permitindo a visualização precisa e a concepção da estrutura do protótipo, considerando as dimensões e a capacidade da impressora 3D disponível. Sendo uma etapa crucial para materializar o MVP, a estrutura do labirinto foi inicialmente projetada para que um dinossauro percorresse o trajeto (Figura 8). A ideia original era imprimir a peça do dinossauro com um ímã interno, permitindo que ela fosse movida com uma caneta. Após testes de impressão, essa abordagem foi revisada. Para melhor funcionalidade, a solução final foi usar uma bolinha para o percurso, enquanto a figura do dinossauro foi impressa em partes do labirinto para manter a temática.

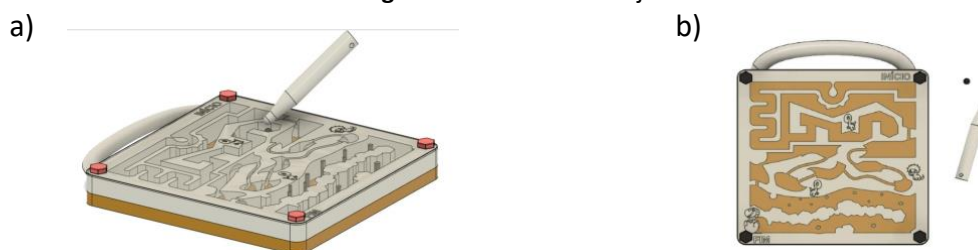
Figura 8. Esboço inicial do projeto



Fonte: Autores (2025).

A partir do esboço inicial, o projeto avançou para a otimização da vivência do usuário, com o intuito de tornar o labirinto mais instigante e trabalhando os objetivos terapêuticos. A fim de estimular a concentração e a resolução de problemas, foram incorporados elementos de desafio, como a criação de túneis e caminhos falsos (Figura 9). Adicionalmente, para atender à necessidade de adaptação sensorial, a caneta do percurso foi projetada com dois tipos de texturas, uma mais áspera e outra mais lisa.

Figura 9. Desenho do Projeto do Produto Final



Fonte: Autores (2025).

CONCRETIZAÇÃO E VALIDAÇÃO: DA PRODUÇÃO À EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO

Ainda na etapa de projeto detalhado, foi realizada uma descrição da lista de materiais (Tabela 5), detalhando os componentes necessários como ABS, Acetato, Ímã de Neodímio e LEDs. A escolha criteriosa dos materiais é fundamental, influenciando diretamente a qualidade, o desempenho e o custo final do produto.

Tabela 5. Materiais Utilizados

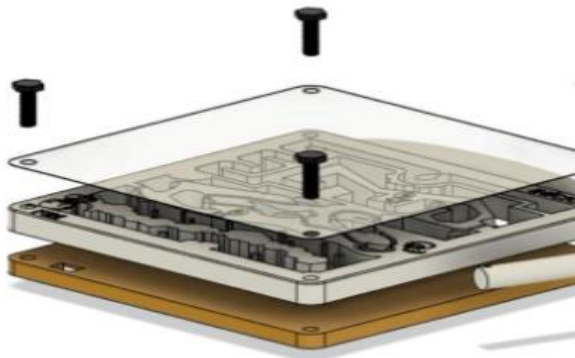
Materiais						
Materiais	Item	Função	Comprado/ Fabricado	Quant	Medida	Valor da medida
ABS (matéria prima)	Estrutura completa do brinquedo	Construção do material	Comprado	1	Quilograma (kg)	70,00
Acetato (30x30)	Tampa superior do brinquedo	Não permitir que a criança tenha contato direto com a bolinha	Comprado	1	Centímetros (cm)	30,00
Ímã de neodímio (5x2)	Base da caneta e dentro da bolinha para movimentação	Promover a movimentação da bolinha durante o jogo	Comprado	1	Centímetros (cm)	0,60
LED	Iluminação	Auxiliar na visualização do percurso	Comprado	5	Metros (m)	25,49

Fonte: Autores (2025)

A seleção dos materiais foi realizada tendo como base critérios de segurança, durabilidade, personalização e custo-benefício. A estrutura foi fabricada em ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno), um material atóxico, leve, durável e resistente, a camada superior foi construída em acetato, material selecionado pela sua transparência e resistência. O ímã de neodímio, por sua vez, é um componente externo que, devido à sua forte capacidade magnética, assegura uma movimentação precisa e eficaz da bolinha no labirinto. Por fim, a integração de LEDs aproveita suas propriedades de brilho e baixo consumo de energia para criar estímulos visuais, tornando o brinquedo mais envolvente e atrativo.

Com os materiais dispostos, o protótipo foi novamente analisado no software visando garantir uma estrutura de três camadas, (Figura 10), a camada inferior (base do brinquedo), a camada intermediária com LEDs não expostos, e a terceira camada de ABS de acrílico para segurança e contato da criança com a bolinha. Todo o protótipo foi estruturado para atender às necessidades do cliente e cumprir as normas de segurança da ABNT NBR 8124. Com todas essas informações e materiais disponíveis, partiu-se para a construção do Produto Mínimo Viável (MVP), o qual foi impresso em 3D (Figura 11).

Figura 10. Projeto do produto



Fonte: Autores (2025)

Figura 11. Protótipo



Fonte: Autores (2025).

Durante o processo de impressão do MVP algumas dificuldades foram encontradas, a impressora utilizada apresentou algumas limitações e os desenhos dos dinossauros não ficaram nítidos na impressão. Na impressão deste protótipo não foi possível adquirir ABS colorido, com isso para fins lúdicos o produto foi pintado com tinta guache atóxica (Figura 11). Para satisfazer as necessidades do cliente, cada componente do labirinto foi estrategicamente estruturado para agregar na experiência do usuário. A tabela 6 demonstra essa correlação, demonstrando como os atributos de design e as soluções tecnológicas foram integrados para atender a requisitos como estímulo sensorial, segurança, durabilidade e acessibilidade, conforme priorizado pelo público-alvo.

Tabela 6. Requisitos dos Clientes x Características do Produto

Requisitos do Cliente	Características do Produto
Estímulo multissensorial equilibrado	Sistema de Estímulos visuais com LEDs ajustáveis e caneta com duas texturas disponíveis
Segurança e durabilidade	Fabricação com ABS, material atóxico, cantos arredondados e camada de proteção em acetato
Estímulo e desafio cognitivo	Caminhos com túneis e percursos falsos
Acessibilidade física e motora	Labirinto e caneta com design leve e ergonômico
Fácil higienização e manutenção	A escolha de materiais como o ABS e o acetato facilita a limpeza e a manutenção do produto

Fonte: Autores (2025)

Ao conseguir transformar os requisitos do cliente em especificações reais, foi possível verificar a relevância do contato com o usuário para a criação de um produto. Entender as suas necessidades e criar estratégias para que a usabilidade do produto promova uma boa experiência para ele, permite além de inclusão, aprendizado e desenvolvimento com significado, pois ao acessar um produto pensado para as necessidades dele, o cliente não só se sente representado como também tem a chance de explorar, praticar e fortalecer suas habilidades.

CONCLUSÃO

O presente artigo realizou a demonstração da adaptação do Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) para a concepção de um labirinto sensorial 3S, projetado para atender às necessidades de crianças neurodivergentes. Esta pesquisa auxilia no preenchimento de uma lacuna identificada no mercado de brinquedos, que embora em crescimento, ainda carece de iniciativas que integrem de forma eficaz o estímulo multissensorial, o desenvolvimento cognitivo e a segurança. O processo metodológico foi pautado por ferramentas como QFD, matriz morfológica e FMEA, as quais se mostraram fundamentais para traduzir as necessidades complexas do público-alvo em características tangíveis e funcionalmente relevantes para o produto final.

Esta pesquisa evidenciou a eficácia das escolhas de design e materiais, que foram sistematicamente definidas para atender a requisitos prioritários. A seleção de materiais, como o ABS e o acetato, a incorporação de LEDs e o design com bordas arredondadas e caminhos interativos foram decisões diretamente relacionadas à busca por um produto durável, seguro e pedagogicamente eficaz. A realização do protótipo em 3D viabilizou a materialização do conceito e possibilitou a identificação e mitigação de falhas antes da produção do MPV, demonstrando, assim, que o projeto representa uma solução concreta.

Uma das principais limitações deste trabalho está relacionada à validação da eficácia terapêutica do produto. Pois não houve testes de usabilidade e eficácia a longo prazo, além disso a complexidade de se avaliar um produto. Além disso, a complexidade de se avaliar uma solução interativa e multissensorial exige acompanhamentos específicos. Assim, para garantir sua efetividade em larga escala, estudos futuros devem ser realizados, realizando um acompanhamento contínuo, a fim de garantir consolidação e propor melhorias.

Pode-se destacar a importância do desenvolvimento de produtos voltados para o público neurodivergente, uma vez que o mercado de brinquedos, cada vez mais competitivo e socialmente exigente, carece de iniciativas que transformem desafios operacionais em oportunidades estratégicas de inovação e aprimoramento. A abordagem utilizada no presente projeto não apenas delineou uma solução de alta qualidade, mas também reforçou a necessidade de uma cultura de design que priorize a inclusão e o bem-estar do usuário. Por fim, este trabalho se destaca como um exemplo valioso, demonstrando o potencial das metodologias de qualidade para converter a demanda social em soluções concretas e inovadoras. Como proposições de trabalhos futuros, sugere-se a realização de usabilidade com diferentes faixas etárias e com crianças em diferentes níveis do espectro. Recomenda-se, realizar o acompanhamento do pós-desenvolvimento, visando avaliar os impactos no desenvolvimento cognitivo e social das crianças, além da adaptação do produto para outros contextos educacionais e terapêuticos. Além disso, propõe-se a realização de uma análise de viabilidade técnica e financeira do produto, com o intuito de subsidiar futuras etapas de produção em escala.

REFERÊNCIAS

ABNT. (2011). NBR NM 300-1:2011 Segurança de brinquedos Parte 1: Aspectos mecânicos e físicos. Rio de Janeiro: ABNT.

ABNT. (2021). NBR 11786:2021 Materiais plásticos Determinação de toxicidade. Rio de Janeiro: ABNT.

Abreu, T. (2022). O que é neurodiversidade? *Cânone Editora Ltda.*

Agapito, F. (n.d.). Projeto de desenvolvimento de um dispenser triplo para rede hoteleira [Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto Federal de Santa Catarina]. Repositório IFSC. Recuperado de <https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/401/Projeto%20TCC%20%28FELIPE%20AGAPITO%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Amparo, K. K., Ribeiro, M. C. O., & Guarieiro, L. L. N. (2012). Estudo de caso utilizando mapeamento de prospecção tecnológica como principal ferramenta de busca científica. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 17(4), 195-209. <https://doi.org/10.1590/S1413-99362012000400012>

Barbosa, S. B., Melo, G. A., Castro Júnior, L. G., Peixoto, M. G. M., & Mendonça, M. C. A. (2024). Projeto de desenvolvimento de um dispenser triplo para rede hoteleira. In *Anais do XLIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. Recuperado de https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_ST_415_2041_47326.pdf

Barreto, L. de S. (2022). Brinquedo multissensorial para estimulação: uma proposta de design para a inclusão de crianças com deficiência visual. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Design). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. Recuperado de <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/50307>

Baxter, M. (2000). Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos. São Paulo: Editora Blucher.

Belo, L. M., Miranda, M. B. A., & Silva, M. L. P. da. (2023). A demanda não atendida na indústria de brinquedos brasileira para crianças portadoras do transtorno do espectro autista. Recuperado de <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/17925>

Brasil. (2009). Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas. Tecnologia assistiva. Brasília: CORDE.

Brijbasi Art Press Ltda. (2024). Labirintos malucos: labirinto dos dinossauros. Tradução de Ana Cristina de Mattos Ribeiro. Capa dura. [S.l.]: Brijbasi Art Press Ltda.

Cheng, L. C., & de Melo Filho, L. D. R. (2010). QFD: desdobramento da função qualidade na gestão de desenvolvimento de produtos. Editora Blucher.

Costa, J. M. H. da, & Rozenfeld, H. (2006). Proposta de uma Metodologia de Gestão de Mudanças: aplicação em uma empresa desenvolvedora de software. <https://doi.org/10.11606/D.18.2006.tde-07032007-144944>

Coutinho, M. C. & Tessaro, M. (2024). Percepção de professores acerca do processo de inclusão de alunos neurodivergentes. *Revista Pedagógica*, 26, p. e7871-e7871. <https://doi.org/10.22196/rp.v26i1.7871>

Couto, A. S. de C. E. (2024). A Inclusão de estudantes com transtorno do espectro autista no ensino

regular: políticas públicas e estratégia pedagógicas. Recuperado de <http://dspace.uniube.br:8080/jspui/handle/123456789/2887>

Felipe, A. T. P. (2024). Avaliação dos atributos da qualidade de um centro de material e esterilização odontológico na percepção do aluno por meio da utilização do Modelo Kano. Recuperado de <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/78474>

Florentino, P. E., & Lopes, S. A. (2020). Educação infantil, inclusão e a tecnologia assistiva. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, 13(6), 93-106. Recuperado de <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/inclusao-e-a-tecnologia>

Friedmann, A. (2012). O brincar na Educação Infantil. São Paulo: Moderna.

Galvão, T. (2009). Tecnologia assistiva para uma escola inclusiva: apropriação, uso e desafios [Tese de Doutorado, Universidade Federal da Bahia]. Repositório UFBA. Recuperado de <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/10563>

Garcia, E. F. (2025). Revisão bibliométrica sobre: brainstorming. *Revista Destaques Acadêmicos*, 17(1).

Gil, A. C. (2002). Como elaborar projetos de pesquisa (Vol. 4, p. 175). São Paulo: Atlas.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2024). Crescem matrículas de alunos com Transtorno do Espectro Autista. Recuperado de <https://www.gov.br/inep/pt-br/centrais-de-conteudo/noticias/censo-escolar/crescem-matriculas-de-alunos-com-transtorno-do-espectro-autista>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. (2023). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - Pessoas com deficiência 2022. Recuperado de <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com-mediaibge/arquivos/0a9afaed04d79830f73a16136dba23b9.pdf>

International Organization For Standardization. (2022). ISO 8124-1:2022 Safety of toys Part 1: Safety aspects related to mechanical and physical properties. Geneva: ISO.

Ishak, A., Ginting, R., Suwandira, B., & Malik, A. F. (2020). Integration of Kano Model and Quality Function Deployment (QFD) to Improve Product Quality: A Literature Review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1003. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/348038197>

Jogo educativo pedagógico labirinto magnético. temas diversos (cor jurássico). Plástico. Dimensões: 23 x 23 x 1,2 cm [brinquedo]. Recuperado de <https://www.mercadolibre.com.br/jogo-educativo-pedagogico-labirinto-magnetico-temas-diversos-cor-jurassico/p/MLB38894749>

Jogo educativo pedagógico labirinto magnético temas diversos (cor jurássico). Recuperado de <https://www.amazon.com.br/dp/8537653330>.

Jorge, M. A. (2024). As relações entre crianças com TDAH e crianças neurotípicas no ambiente escolar: desafios e perspectivas de inclusão.

Karlstrom, D., & Runeson, P. (2022). Integrating agile software development into stage-gate managed product development. *Empirical Software Engineering*, 11(2), 203-225. <https://doi.org/10.1007/s10664-006-6402-8>

Khaled, N. N. D., Avila, L. V., Rosa, C. B., & Santos, C. G. dos. (2024). Processo de desenvolvimento de produto: uma proposta para equipes Baja Sae. *Revista Gestão Organizacional*, 17(2), 198-216. Recuperado de <https://doi.org/10.22277/rgo.v17i2.7984>

Lakatos, E. M., & Marconi, M. A. (2017). Fundamentos de metodologia científica (8ª ed.). *Atlas*.

Lego Foundation. (2017). What we mean by: Learning through play. Version 1.2

Lobo, R. N. (2020). Gestão da qualidade. São Paulo: Editora Saraiva. E-book. ISBN 9788536532615. Recuperado de <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536532615/>

Manzini, E. J. (2025). Políticas Públicas e Tecnologia Assistiva: um Estudo com Foco no Financiamento Governamental. *Revista Brasileira de Educação Especial*, 31, e0231. <https://doi.org/10.1590/1980-54702025v31e0231>

Menezes, A. H. N., Duarte, F. R., Carvalho, L. O. R., & Souza, T. E. S. (2019). Metodologia científica: teoria e aplicação na educação a distância. *Universidade Federal do Vale do São Francisco*, Petrolina-PE, 1-84.

Miguel, A. F. C. (2023). Melhoria da priorização dos modos de falha no FMEA. Tese de Doutorado. *Politécnico de Lisboa*, Lisboa. Recuperado de <https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/17083>

Miguel, A. F. C. (2023). Melhoria da priorização dos modos de falha no FMEA. Tese de Doutorado. Tese de Doutorado. *Politécnico de Lisboa*, Lisboa. Recuperado de <https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/17083>

Milner, V., et al. (2019). A Qualitative Exploration of the Female Experience of Autism Spectrum Disorder (ASD). *Journal of Autism and Developmental Disorders*, [s.l.], 49, 2389-2402. <https://doi.org/10.1007/s10803-019-03906-4>

Mimoso, I. (2020). O design de objetos lúdico-pedagógicos para a aprendizagem e desenvolvimento de crianças com necessidades educativas especiais [Dissertação de Mestrado, *Instituto Politécnico de Lisboa*]. RCAAP. Recuperado de <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/35839>

Mota, N. F. B. (2025). Inclusão de alunos neurodivergentes na sala de aula de matemática (Bachelor's thesis).

Muller, M. S., Almeida, E. S. de, & Teixeira, F. G. (2014). Design Inclusivo: playground para todas as crianças. *Human Factors in Design*, 3(5), 57-83. Recuperado de <https://periodicos.udesc.br/index.php/hfd/index>

Nascimento, J. A. (2024). Uso do método desdobramento da função qualidade para melhoria no processo de laminação de aros para rodas de veículos comerciais. <https://hdl.handle.net/11449/259051>

Nóbrega R., B., Miller de S. C., R., Souza G., V. L., Vasconcelos, L. A., & Pfeiffer F., E. (2020). O movimento ativista pela neurodiversidade no Brasil: análise de contingências e uma proposta de intervenção cultural. Recuperado de <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:236865847>

Oliveira, L. N. R. de, Silva, V. F. B. da, Miranda, R. E. S., Fontoura, V. M., Rosa, F. F. da, Silva, M. A. da, ... , & Nascimento, T. P. P. do. (2024). Transtornos Neurodivergentes na infância: Abordagens Multidisciplinares para Intervenção e Suporte Educacional. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, 6(7), 385-399. <https://doi.org/10.36557/26748169.2024v6n7p385-399>

Ostertag, O., Ostertagová, E., & Hunady, R. (2012). Morphological matrix applied within the design project of the manipulator frame. *Procedia Engineering*, 48, 495-499. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.09.544>

Queiroz, P. N.(2024). "Sala de brincar interativa: um estudo do espaço de convivência chamado AFAGO".

Raposo, L. Q. (2021). Projeto e fabricação de kit didático voltado a robótica educacional (Bachelor's thesis, *Universidade Federal do Rio Grande do Norte*). Recuperado de <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/37895>

Rosa, A. F. P., Santos, L. N. dos, & Royer, R. (2022). Análise do nível de maturidade do processo de desenvolvimento de produtos: *um estudo de caso em uma empresa calçadista*. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 8(1), 118-130. <https://doi.org/10.47456/bjpe.v8i1.37569>

Rosa, M. E. R. C. (2022). Desenvolvimento de produto educativo para crianças com transtorno de espectro autista a partir da reciclagem de resíduos poliméricos gerados por impressão 3D. Recuperado de <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/26226>

Santos, N. M., dos Santos, C. M., & de Souza, N. (2025). Uma proposta para o desenvolvimento de uma prótese mecânica de baixo custo para membros superiores (mão mecânica). *Revista Brasileira Multidisciplinar*, 28(1). Recuperado de <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2025.v28i1.1700>

- Severino, A. J. (2017). Metodologia do trabalho científico (26. ed.). São Paulo: Cortez.
- Silva, A. C. (2023). Inclusão escolar e a tecnologia assistiva: caminhos que facilitam a aprendizagem. *Revista REPI*, 2(1), 1-12. Recuperado de <https://revista.ufr.br/repi/article/view/7359>
- Silva, B. S. A. (2019). Design inclusivo: uma proposta de brinquedo pedagógico para o ensino de Libras [Trabalho de Conclusão de Curso, *Universidade Federal de Uberlândia*]. Repositório da UFU. Recuperado de <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/28202>
- Silva, C. R. (2019). A tecnologia assistiva como facilitadora no processo de inclusão de alunos com deficiência. *Revista online de Política e Gestão Educacional*, 23(2), 1-15. Recuperado de <https://periodicos.fclar.unesp.br/rpge/article/view/10093>
- Silva, E. L., & Pinho, A. M. (2024). Alfabetização e letramento de crianças neurodivergentes. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, 10(10), 3533-3542. <https://doi.org/10.51891/rease.v10i10.16235>
- Silva, G. de S. (2021). Desenvolvimento de um jogo educacional para dispositivos móveis: Acesso e imersão. 41f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação). *Universidade Federal de Uberlândia*, Uberlândia, 2021. Recuperado de <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/32266>
- Silva, P. G. M. (2018). Abordagem para definição de atributos de qualidade em projetos habitacionais: utilização das ferramentas QFD e modelo de kano. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 1(1), 215-228. Recuperado de <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/743>
- Silva, R. K. J. de, & Rupasinghe, T. D. (2018). A new apparel product development framework for performance clothing industry. *International Journal of Product Development*, 22(4), 276-292. <https://doi.org/10.1504/IJPD.2018.091136>
- Sousa, L. F. D. (2025). Livros infantis acessíveis: design editorial como ferramenta à socialização de crianças com TEA. Recuperado de <http://hdl.handle.net/123456789/9772>
- Souza, A. C. D. A. (2016). Avaliação dos dispositivos destinados ao uso de sustentação e movimentação de membros superiores e proposta da melhoria do projeto baseada na integração QFD e análise funcional (Doctoral dissertation, *Universidade de São Paulo*). <https://doi.org/10.11606/T.82.2019.tde-03052019-175118>
- Teixeira, M. C. S., & Ganda, D. R. (2019). Inclusão E Autismo: relato de caso sobre o trabalho com uma criança na educação infantil. *Psicologia e Saúde em debate*, 5(2), 125-135. <https://doi.org/10.22289/2446-922X.V5N2A9>
- Teles, B. C., Santos, M. S., & Cheung, L. M. (2024). Brumu: Kit educativo de baixo custo para apoiar o desenvolvimento do pensamento computacional em crianças. *Revista Eletrônica de Iniciação Científica em Computação*, 18(4), 1-8. <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/10313>
- Toub, T. S., Rajan, V., Golinkoff, R. M., & Hirsh-Pasek, K. (2016). Guided play: a solution to the play versus learning dichotomy. in evolutionary perspectives on child development and education (*Evolutionary Psychology*) (pp.117-141)
- Vidal, S. R., Macedo, E., & Ferreira M. J. (2022). Autismo na escola: da construção social estigmatizante ao reconhecimento como condição humana. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, 103(264). <https://doi.org/10.24109/21766681.rbep.103i264.5108>
- Wegner, E. S. (2023). Ensino de física para estudante com transtorno do espectro autista: inclusão no ensino médio. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11449/252509>
- Wouters, C. D., et al. (2018). Metodologia aplicada à estruturação de um projeto de cozinha doméstica adaptada à cadeirantes. *Anais de Engenharia Mecânica*. ISSN 2594-4649, [S.l.], 2(1). 55-75. Recuperado de <https://uceff.edu.br/anais/index.php/engmec/article/view/176>