

BEMOLIS - Plataforma Mobile Baseada em Jogos Musicais para Apoiar a Intervenção Linguística em Crianças Autistas

BEMOLIS - Mobile Platform Based on Musical Games to Support Language Intervention in Children with Autism

Arthur Castro Machado Murta¹, Rosilane Ribeiro Mota¹, Aline Moreira Brandão André²

¹ Ciência da Computação – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas)
Belo Horizonte, MG – Brasil

acmmurta@sga.pucminas.br, rosilane@pucminas.br

²Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Belo Horizonte, MG – Brasil

alinemandre@musica.ufmg.br

Abstract. Introduction: Musical practice has shown potential to support language and communication development in children with autism spectrum disorder (ASD), but maintaining attention and engagement during intervention remains a challenge. **Objective:** This paper presents the development and preliminary evaluation of Bemolis, a mobile platform based on musical games to support language interventions with target words. **Methodology:** The application includes interactive modules and learning units configured by therapists. The evaluation focused on professionals' perceptions of usability, acceptability and potential use, while family adherence was analyzed as a feasibility limitation. **Results:** The evaluation with seven therapists indicated positive acceptance of the application. All participants reported willingness to use the system in clinical practice, and usability was also positively assessed, although improvement suggestions were identified.

Keywords games, autism, music, game-based therapy

Resumo. Introdução: A prática musical apresenta potencial para apoiar o desenvolvimento da linguagem e da comunicação em crianças com transtorno do espectro autista (TEA), mas manter a atenção e o engajamento durante a intervenção ainda é um desafio. **Objetivo:** Este trabalho apresenta o desenvolvimento e a avaliação preliminar do Bemolis, uma plataforma mobile baseada em jogos musicais para apoiar intervenções linguísticas com palavras-alvo. **Metodologia:** O aplicativo inclui módulos interativos e unidades de aprendizado configuradas por terapeutas. A avaliação concentrou-se na percepção de profissionais quanto à usabilidade, aceitabilidade e potencial de uso, enquanto a adesão familiar foi analisada como limitação e dado de viabilidade. **Resultados:** A avaliação com sete terapeutas indicou aceitação positiva do aplicativo. Todos os participantes afirmaram que utilizariam o sistema na prática clínica, e a usabilidade também foi bem avaliada, embora sugestões de melhoria tenham sido identificadas.

Palavras-Chave jogos, autismo, música, terapia baseada em jogos

1. Introdução

A prática musical tem se mostrado uma estratégia promissora para apoiar o desenvolvimento de crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA), especialmente nos aspectos relacionados à linguagem e à comunicação. Estudos indicam que crianças autistas podem apresentar preferência por estímulos musicais em relação à fala [Blackstock 1978], além de maior orientação para estímulos verbais quando mediados pela música [Janzen e Thaut 2018]. Evidências de neuroimagem também sugerem que a música ativa sistemas neurais relacionados ao processamento de fala e canções, favorecendo a atenção à linguagem [Lai et al. 2012].

Nesse contexto, intervenções baseadas em música vêm sendo investigadas como apoio ao aprendizado de novas palavras. Programas assistidos por música (*Music-Assisted Programmes*, MAP), que utilizam canções estruturadas com vocabulário-alvo, apresentaram resultados promissores na responsividade social, na ampliação do vocabulário e na interação entre pais e filhos [Williams et al. 2024]. De modo semelhante, propostas tecnológicas como o *Starrypia*, que combina musicalização, realidade aumentada e ambiente gamificado, indicam o potencial de recursos digitais interativos para ampliar o engajamento de crianças autistas em contextos terapêuticos e educacionais [Cai et al. 2023].

Apesar desses avanços, a manutenção da atenção e da motivação da criança ao longo das atividades ainda representa um desafio. Assim, a integração entre música e elementos de *gamificação*, entendidos como princípios e recursos característicos dos jogos, como desafios, recompensas, avatares, *feedbacks* e progressão, pode favorecer a participação da criança em experiências mais lúdicas e interativas. Sob essa perspectiva, este trabalho apresenta o desenvolvimento e a avaliação preliminar do Bemolis, uma plataforma *mobile* baseada em jogos musicais voltada ao apoio de intervenções linguísticas em crianças com TEA.

2. Trabalhos Relacionados

Pesquisas recentes têm investigado a integração entre tecnologias digitais, recursos musicais e estratégias lúdicas para apoiar o desenvolvimento de crianças com TEA [Cai et al. 2023, Williams et al. 2024]. Essas abordagens exploram a afinidade de muitas crianças autistas com estímulos musicais e visuais, buscando favorecer o engajamento, a comunicação e o aprendizado de novas habilidades.

Entre essas propostas, destaca-se o *Starrypia*, um sistema terapêutico *gamificado* que utiliza realidade aumentada para criar experiências interativas e multissensoriais [Cai et al. 2023]. A aplicação combina estímulos musicais, visuais e sensoriais, contribuindo para a motivação, a sensação de presença e a participação da criança durante as sessões terapêuticas. Já os *Music-Assisted Programmes* (MAP) investigam o uso de canções estruturadas com vocabulário-alvo em crianças autistas com linguagem mínima, por meio de um ensaio clínico randomizado de viabilidade [Williams et al. 2024]. Os resultados apontaram avanços na responsividade social, na compreensão de palavras e frases e na interação entre pais e filhos, reforçando o potencial da musicalização estruturada para apoiar a aquisição de linguagem.

Outra proposta relacionada é o *Sêntimus*, um jogo sério musical voltado a crianças com hipersensibilidade sonora e características de transtornos do neurodesenvolvimento

[Gomes 2018]. O estudo envolveu revisão de literatura, questionário com pais e profissionais, avaliação semiótica intermediada com musicoterapeutas e testes com crianças de 6 a 8 anos, apresentando indicadores positivos de uso. Além disso, o sistema diferencia a interface do responsável da interface da criança, permitindo controle adulto sobre perfis, configurações e relatórios de desempenho.

Esses trabalhos evidenciam o potencial da tecnologia no apoio ao desenvolvimento de habilidades comunicativas, cognitivas e socioemocionais em crianças com TEA. Entretanto, ainda há espaço para propostas que integrem prática musical, *gamificação* e personalização em uma plataforma *mobile* configurável para o trabalho terapêutico com palavras-alvo. Nesse sentido, o Bemolis busca reunir esses elementos em uma solução interativa, acessível e adaptável às necessidades terapêuticas e educacionais do público-alvo.

3. Metodologia

A metodologia adotada fundamenta-se em princípios de *design* centrado no usuário, *gamificação* e musicoterapia aplicada ao apoio linguístico de crianças com TEA. O Bemolis foi estruturado como uma plataforma interativa com três perfis principais: profissionais de musicoterapia, responsáveis e crianças. A proposta também se apoia em Terapias Baseadas em Jogos, ou *Game Based Therapy* (GBT), uma vez que utiliza elementos de jogos digitais com finalidade terapêutica e educacional. Conforme discutido por [Kokol et al. 2020], os *serious games* podem apoiar intervenções voltadas a crianças com transtornos do neurodesenvolvimento, contribuindo para habilidades cognitivas, comunicacionais, sociais e motoras.

No contexto deste projeto, essa abordagem foi incorporada por meio de atividades lúdicas e musicais organizadas a partir de palavras-alvo. Os profissionais criam e gerenciam unidades de aprendizado, as crianças interagem com módulos dispostos em trilhas de atividades e os responsáveis podem acompanhar e incentivar o uso do aplicativo como reforço complementar. Para apoiar esse processo, uma lista de palavras-alvo (Tabela 1) foi disponibilizada aos responsáveis, que poderiam indicar, por meio de formulário, quais palavras apresentavam maior dificuldade para a criança.

O público-alvo do Bemolis são crianças neurodivergentes não verbais ou pouco verbais. A aplicação foi disponibilizada no âmbito do projeto de musicoterapia e neurodesenvolvimento da Escola de Música da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), com apoio de terapeutas e estagiários vinculados ao projeto. Essa parceria aproximou o desenvolvimento do aplicativo do contexto real de intervenção, permitindo que suas funcionalidades fossem analisadas a partir da experiência prática de profissionais que atuam no atendimento às crianças.

Inicialmente, a avaliação previa a participação de profissionais, responsáveis e crianças, de modo que o aplicativo pudesse ser analisado em contexto domiciliar ou terapêutico quanto à usabilidade, utilidade percebida e potencial de apoio ao desenvolvimento linguístico. Foram convidados sete terapeutas, vinculados ao atendimento de 43 crianças consideradas potenciais participantes da avaliação. Entretanto, a baixa adesão dos responsáveis, associada principalmente a preocupações com o uso de telas e a experiências anteriores com aplicativos terapêuticos, impossibilitou a obtenção de uma amostra suficiente de crianças e responsáveis para avaliar uso contínuo,

engajamento infantil ou evolução no aprendizado das palavras-alvo.

Diante dessa limitação, a avaliação foi redirecionada para a percepção de profissionais da área terapêutica, com foco em usabilidade, adequação ao público-alvo, utilidade percebida e potencial de integração à prática clínica. As informações sobre a baixa adesão dos responsáveis foram consideradas dados de viabilidade, contribuindo para identificar barreiras práticas à adoção da ferramenta em contextos reais. Para essa avaliação, foi aplicado um formulário a sete profissionais, contemplando questões em escala *Likert* e campos abertos sobre usabilidade, adequação dos conteúdos, utilidade percebida e potencial de integração do aplicativo ao contexto de intervenção.

O desenvolvimento envolveu levantamento de requisitos, prototipação, implementação e avaliação com especialistas. O sistema permite que profissionais configurem unidades de aprendizado, enquanto as crianças interagem com atividades musicais e de gravação de áudio. Também foram incorporados elementos como personalização de mascote e da interface, progressão em trilhas e *feedback* audiovisual imediato após as atividades.

O trabalho foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais [Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais 2026]. Além disso, o aplicativo foi desenvolvido em conformidade com o Estatuto Digital da Criança e do Adolescente (ECA Digital) [Brasil 2025]. Nesse contexto, a titularidade da conta é atribuída aos responsáveis legais, a criança acessa apenas os conteúdos pedagógicos propostos e não é exposta a mecanismos potencialmente prejudiciais, como sistemas de recompensa aleatória. Os dados coletados são utilizados apenas durante o período da pesquisa e serão removidos após sua conclusão.

3.1. Palavras-Alvo

O conjunto de palavras utilizado nas atividades do aplicativo foi composto por 36 palavras-alvo principais e 35 palavras de reserva, utilizadas quando a criança já demonstrasse domínio prévio de alguma palavra principal (Tabela 1). A seleção foi baseada no conjunto proposto por [Williams et al. 2024], adaptado e traduzido para o português para utilização no contexto da pesquisa. A tradução buscou manter a estrutura do material original, adequando o vocabulário ao idioma e considerando funcionalidade comunicativa, familiaridade e rotina infantil.

3.2. Desafios do processamento de áudio

As atividades que envolvem gravação de áudio pela criança permanecem marcadas como “pendentes” após o envio da resposta, sendo encaminhadas ao terapeuta vinculado para avaliação por nota e comentário textual. Optou-se por não utilizar validação automática de fala devido aos desafios do processamento de áudio nesse público, que pode apresentar vocalizações, aproximações de palavras, pausas, ecolalias e variações de pronúncia. Assim, a validação humana foi considerada mais adequada, pois permite analisar a resposta de forma contextualizada, considerando o progresso individual, a intenção comunicativa e os objetivos definidos pelo terapeuta.

4. Aplicativo Bemolis

O Bemolis foi desenvolvido utilizando o *framework Flutter*, com o objetivo de possibilitar a execução em múltiplas plataformas a partir de uma única base de código, simplificando

Tabela 1. Palavras-alvo e palavras de reserva utilizadas no aplicativo

36 palavras-alvo					
mamãe	papai	mãos	casa	brinquedos	livro
TV	parque	bola	ai!	gato	tchau
cama	comida	vermelho	verde	feliz	triste
cantando	parar	ir	beijo	jogar	dormindo
olá	ajuda	beber	olhar	cansado	com fome
sim	não	mais	por favor	nham-nham	obrigado(a)
35 palavras de reserva					
choque	arco-íris	céu	bolhas	barriga	música
carro	cachorro	azul	amarelo	terminei	esfregar
dentro	fora	hora do banho	noite	palmas	dirigir
sentado	sorrindo	eba	vrum	dançando	abraço
cair	vovó	irmã	irmão	vovô	frio
sede	quente	pé	ursinho	água	

e acelerando o desenvolvimento [Sattar et al. 2023]. Essa abordagem visa ampliar o alcance da solução, permitindo sua utilização em diferentes dispositivos. No caso de dispositivos *iOS*, foi disponibilizada uma versão *web* da aplicação, garantindo o acesso às funcionalidades mesmo sem a distribuição por meio da *App Store*. O código-fonte está publicamente disponível no repositório do projeto ¹

4.1. *Back-end*

O desenvolvimento do *back-end* da aplicação foi realizado utilizando a plataforma *Google Firebase* ², que oferece uma infraestrutura baseada em serviços gerenciados em nuvem, permitindo maior escalabilidade, segurança e facilidade de integração [Dahunsi et al. 2021, Khawas e Shah 2018, Kesavan et al. 2023].

Dentre os serviços utilizados, destaca-se o *Firebase Authentication*, responsável pelo gerenciamento de identidade e autenticação dos usuários. Esse serviço possibilita a criação e validação de contas de forma segura, incluindo controle de *login*, persistência de sessão e identificação única de cada usuário [Google 2026b].

Além disso, foi utilizado o *Cloud Firestore* como banco de dados principal da aplicação. É um banco de dados *NoSQL* orientado a documentos, que armazena informações em coleções e documentos estruturados em formato *JSON*. O *Firestore* oferece sincronização em tempo real, alta disponibilidade e escalabilidade automática, sendo responsável por armazenar e gerenciar todas as informações da aplicação, como dados dos usuários, crianças vinculadas, módulos de aprendizado e progresso nas atividades [Kesavan et al. 2023, Google 2026a].

4.2. Fluxo de Uso

O fluxo de uso da aplicação pode ser dividido em duas partes principais: uma voltada à criança e outra ao profissional, compartilhando apenas a etapa de criação de conta.

¹<https://github.com/arthcmm/BEMOLIS>

²<https://firebase.google.com>

4.2.1. Criança

O fluxo de uso da aplicação pela criança é apresentado na Figura 1. Após criar a conta, é realizada a escolha de um mascote, pensado para promover identificação e engajamento. Depois, a criança é direcionada para a tela inicial (*Home*), onde são exibidos os módulos de aprendizagem nos quais ela está cadastrada. Ao selecionar um módulo, a criança acessa sua trilha de atividades, podendo escolher entre as opções disponíveis.

A Figura 1 também apresenta um exemplo de interação ao longo da trilha, a atividade de *Ouvir Música*. Essa figura ainda apresenta o perfil da criança, onde pode ser alterado nome, idade e plano de fundo da trilha, além de ver o código do usuário, essencial para o terapeuta ser vinculado corretamente.

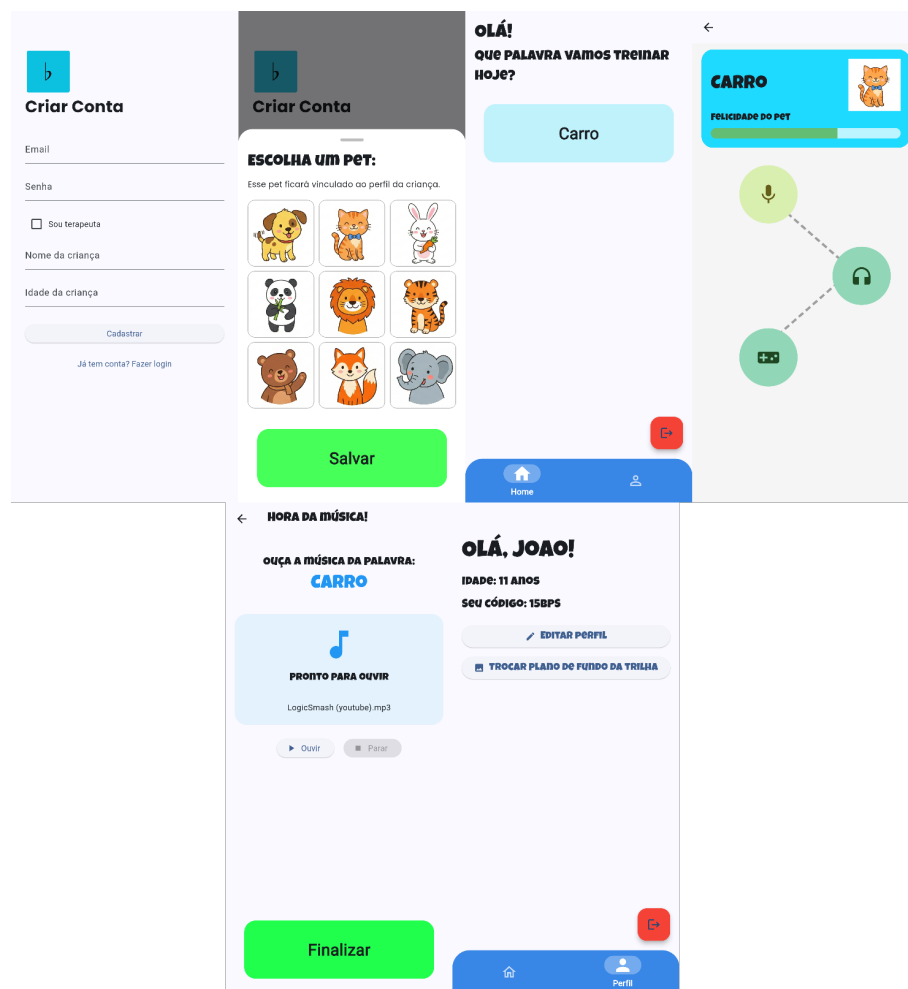


Figura 1. Fluxo - Criança

O ciclo de *gameplay* da criança consiste, essencialmente, na realização das atividades propostas ao longo da trilha de um módulo. A cada atividade concluída, a barra de “felicidade” do mascote escolhido é incrementada, funcionando como um elemento de reforço e progressão. Ao término de cada atividade, o aplicativo apresenta um *feedback* em áudio, previamente gravado pelo terapeuta ou pelos responsáveis, que pode conter uma mensagem de parabenização em caso de acerto ou um incentivo para nova tentativa

em caso de erro.

4.2.2. Profissional

Após criar uma conta, o terapeuta encontra a primeira tela da Figura 2. Nessa tela, ele pode gerenciar as crianças às quais ele está vinculado. Na tela seguinte, ele pode gerenciar os módulos da criança e áudios de acerto ou erro no exercício. Por fim, na última tela, ele pode gerenciar as atividades da trilha, avaliando, adicionando, editando ou removendo atividades.

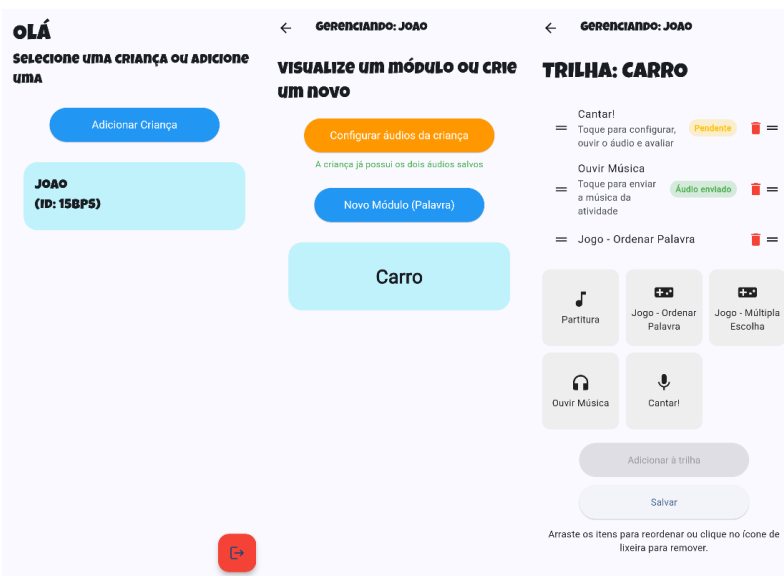


Figura 2. Fluxo - Profissional

5. Resultados

Esta seção apresenta os resultados obtidos por meio de um questionário aplicado a sete terapeutas, com o objetivo de avaliar a percepção profissional sobre o aplicativo. O instrumento foi composto majoritariamente por questões em escala *Likert* de 1 a 5 [Koo e Yang 2025], variando de discordo totalmente a concordo totalmente, além de campos abertos para observações qualitativas sobre dificuldades, pontos positivos e sugestões de melhoria.

A participação de sete terapeutas mostrou-se adequada ao caráter preliminar da avaliação de usabilidade, permitindo identificar percepções sobre clareza da interface, organização das funcionalidades e potencial de uso em contexto terapêutico. Essa escolha encontra respaldo em Nielsen, que aponta que testes com grupos reduzidos podem revelar grande parte dos problemas de interação, com ganhos progressivamente menores à medida que novos participantes são adicionados [Nielsen 2000]. Ressalta-se, contudo, que essa amostra é adequada para uma análise exploratória de usabilidade e aceitabilidade, não permitindo inferências sobre a eficácia do aplicativo no desenvolvimento linguístico das crianças. Além disso, são apresentados dados sobre a adesão dos responsáveis durante o recrutamento, considerados relevantes para discutir a viabilidade de uso da ferramenta em contexto real.

5.1. Avaliação por profissionais

De forma geral, os resultados indicaram uma avaliação positiva da proposta, com concentração das respostas nos níveis superiores da escala. Em todas as questões quantitativas, as respostas ficaram entre 4 e 5, sem ocorrência de avaliações inferiores a 4, o que sugere boa aceitação do aplicativo pelos profissionais participantes. Por se tratar de uma escala *Likert* com uma amostra reduzida, os dados são analisados de forma descritiva e exploratória. Uma síntese da avaliação conduzida com os terapeutas pode ser vista na Tabela 2.

Tabela 2. Síntese da avaliação realizada com os terapeutas

Dimensão avaliada	Distribuição das respostas	Síntese interpretativa
Facilidade de uso	3 notas 5 e 4 notas 4	Avaliação positiva, indicando que a interface foi considerada compreensível pelos profissionais, embora ainda haja espaço para aprimoramentos.
Clareza das atividades	3 notas 5 e 4 notas 4	As atividades foram percebidas como claras e compreensíveis. Sugestões abertas apontaram possíveis melhorias, como inclusão de estatísticas e marcação de progresso.
Adequação ao público-alvo	5 notas 5 e 2 notas 4	Profissionais consideraram o aplicativo adequado para o público-alvo, destacando a importância da personalização conforme as características individuais de cada criança.
Potencial de engajamento	5 notas 5 e 2 notas 4	Interatividade, personalização e estímulos voltados à comunicação verbal foram apontados como aspectos capazes de favorecer o envolvimento da criança durante as atividades.
Elementos musicais	5 notas 5 e 2 notas 4	Musicalização foi percebida como coerente com a proposta do aplicativo, especialmente pelo uso de atividades sonoras, gravações e estímulos associados à comunicação verbal.
Integração à prática profissional	6 respostas positivas e 1 resposta parcialmente positiva	Seis participantes indicaram que o aplicativo poderia ser integrado facilmente à prática terapêutica, enquanto um afirmou que provavelmente poderia ser integrado.
Tempo de uso nas sessões	6 respostas positivas e 1 resposta parcialmente positiva	Seis participantes consideraram o tempo de uso adequado, enquanto um avaliou como um pouco longo.
Intenção de uso futuro	6 notas 5 e 1 nota 4	A intenção de uso futuro apresentou a maior concentração de respostas máximas, sugerindo forte aceitação profissional e potencial de adoção em contextos terapêuticos.

A análise qualitativa das respostas abertas permitiu identificar três aspectos recorrentes: personalização, interatividade e expansão das atividades. A personalização foi valorizada pela possibilidade de adaptar o aplicativo ao perfil de cada criança, considerando suas características individuais, repertório comunicativo e preferências. A interatividade foi associada ao estímulo à comunicação verbal e à participação ativa da criança em contexto terapêutico. Já as sugestões de expansão envolveram a criação de novas atividades durante o uso, a inclusão de atividades improvisadas nas sessões e a marcação de progresso.

De modo geral, os resultados sugerem que o aplicativo foi bem avaliado pelos terapeutas, especialmente quanto à adequação ao público-alvo, ao potencial de engajamento, aos elementos musicais e à integração à prática profissional. As avaliações mais baixas não indicaram rejeição da proposta, mas apontaram oportunidades pontuais de aprimoramento.

5.2. Adesão dos responsáveis

A etapa de recrutamento dos responsáveis apresentou baixa adesão, o que impactou a avaliação do aplicativo com crianças em contexto de uso real. O projeto de neurodesenvolvimento da UFMG atendia 28 crianças por semana. Dentre essas, 10 já apresentavam boa comunicação, não sendo consideradas público-alvo do projeto. Entre os demais casos, a principal barreira relatada foi a preocupação dos responsáveis com o uso de telas, uma vez que muitas famílias estavam buscando reduzir a exposição das crianças a dispositivos digitais. Nesse contexto, apenas dois responsáveis aceitaram inicialmente a proposta.

No Centro de Musicalização Integrado (CMI), foram indicados 10 possíveis participantes, além de outros 5 casos em potencial. Entretanto, os responsáveis também não demonstraram interesse em testar o aplicativo. Entre os motivos relatados, destacaram-se novamente a tentativa de reduzir o uso de telas e a experiência prévia negativa com outro aplicativo utilizado em acompanhamento fonoaudiológico, que teria exigido um processo difícil de adaptação. Assim, parte das famílias demonstrou resistência em iniciar uma nova experiência mediada por aplicativo.

Apesar das tentativas de recrutamento, não foram obtidos dados suficientes de uso por crianças ou *feedback* dos responsáveis. Dessa forma, a baixa adesão foi uma limitação operacional, mas também um dado de viabilidade, já que evidencia barreiras práticas para a adoção de ferramentas digitais em intervenções voltadas a crianças com TEA.

5.3. Discussão e Limitações

A principal limitação deste estudo foi a baixa adesão dos responsáveis durante a etapa de recrutamento, o que impossibilitou a coleta de dados suficientes sobre o uso do aplicativo por crianças em contexto domiciliar ou terapêutico. Embora tenha havido interesse inicial de uma parcela reduzida dos responsáveis, não foi possível obter *feedback* que permitisse avaliar o impacto do aplicativo no aprendizado das palavras-alvo, no desempenho das atividades ou no engajamento real das crianças.

Portanto, os resultados devem ser interpretados como uma avaliação preliminar da ferramenta, e não como evidência de efetividade terapêutica. Estudos futuros com maior adesão de responsáveis e acompanhamento sistemático das crianças serão necessários

para verificar a contribuição do aplicativo no desenvolvimento linguístico e comunicativo do público-alvo.

6. Trabalhos Futuros

Como continuidade deste trabalho, pretende-se evoluir a aplicação a partir dos resultados obtidos, incorporando melhorias na usabilidade, desempenho e nas funcionalidades disponíveis, como a inclusão de coleta de estatísticas, incorporação dos formulários no aplicativo, salvamento local quando *offline* com sincronização ao se conectar e novas atividades. Além disso, pretende-se coletar informações mais detalhadas sobre as preferências e tolerâncias individuais das crianças em relação a estímulos visuais e sonoros, como cores, intensidade visual, volume e tipos de sons, de modo a permitir maior adaptação da interface e das atividades às necessidades sensoriais de cada usuário.

Também se busca manter o suporte contínuo ao sistema, garantindo sua estabilidade e adaptação às necessidades dos usuários. As sugestões fornecidas por profissionais e cuidadores são fundamentais para futuras versões, contribuindo para o aprimoramento da proposta e para o aumento de seu potencial de apoio ao processo de intervenção.

7. Conclusão

Este trabalho apresentou o desenvolvimento do Bemolis, uma plataforma *mobile* baseada em jogos musicais voltada ao apoio de intervenções linguísticas com crianças autistas com linguagem verbal mínima ou limitada. A proposta integra musicoterapia, *gamificação* e personalização de atividades, permitindo que profissionais configurem unidades de aprendizado baseadas em palavras-alvo e organizem trilhas adaptadas às necessidades de cada criança.

A avaliação realizada com sete terapeutas indicou percepção positiva em relação à usabilidade, à adequação ao público-alvo, aos elementos musicais e ao potencial de integração do aplicativo à prática profissional. Os participantes destacaram a personalização, a interatividade e o estímulo à comunicação verbal como aspectos relevantes, sugerindo que o Bemolis apresenta potencial como recurso complementar em contextos terapêuticos.

Entretanto, a baixa adesão dos responsáveis impossibilitou a avaliação do uso contínuo por crianças e a verificação de sua efetividade no desenvolvimento linguístico. Assim, os resultados devem ser interpretados como uma avaliação preliminar, centrada na percepção profissional e na viabilidade de aplicação em contexto real. Ainda assim, o estudo contribui ao propor uma solução alinhada a demandas observadas na prática terapêutica e ao evidenciar barreiras para a adoção de aplicativos nesse público, especialmente relacionadas à preocupação das famílias com o uso de telas.

8. Agradecimentos

Agradeço à Universidade Federal de Minas Gerais, por meio da Escola de Música, do Projeto de Extensão Musicoterapia nos Distúrbios do Neurodesenvolvimento e do Centro de Musicalização Integrado (CMI), pelo apoio fundamental à realização desta pesquisa.

O modelo ChatGPT foi utilizado exclusivamente como apoio à revisão textual do manuscrito e para ajustes pontuais no código do aplicativo.

Referências

- Blackstock, E. G. (1978). Cerebral asymmetry and the development of early infantile autism. *Journal of Autism and Childhood Schizophrenia*, 8(3):339–353.
- Brasil (2025). Lei nº 15.211, de 17 de setembro de 2025. Dispõe sobre a proteção de crianças e adolescentes em ambientes digitais (Estatuto Digital da Criança e do Adolescente). Acesso em: 21 fev. 2026.
- Cai, Y., Liu, Z., Yang, Z., Tan, Y., Zhang, J., e Tang, S. (2023). Starrypia: An ar gamified music adjuvant treatment application for children with autism based on combined therapy. In *Proceedings of the 36th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '23)*, pages 1–16, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Dahunsi, F. M., Idogun, J., e Olawumi, A. (2021). Commercial cloud services for a robust mobile application backend data storage. *Indonesian Journal of Computing, Engineering, and Design*, 3(1):31–45.
- Gomes, D. L. (2018). Sêntimus: Um jogo digital musical para crianças com hipersensibilidade sonora e características dos transtornos do neurodesenvolvimento. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Música, Belo Horizonte, Brasil. Linha de Pesquisa: Sonologia; Orientadora: Cybelle Loureiro; Coorientadora: Raquel Oliveira Prates.
- Google (2026a). Cloud firestore. Documentação oficial do Cloud Firestore. Acesso em: 12 fev. 2026.
- Google (2026b). Firebase authentication. Documentação oficial do Firebase Authentication. Acesso em: 12 fev. 2026.
- Janzen, T. B. e Thaut, M. H. (2018). Rethinking the role of music in the neurodevelopment of autism spectrum disorder. *Music & Science*, 1.
- Kesavan, R., Gay, D., Thevessen, D., Shah, J., e Mohan, C. (2023). Firestore: The nosql serverless database for the application developer. In *2023 IEEE 39th International Conference on Data Engineering (ICDE)*, pages 3367–3379. IEEE.
- Khawas, C. e Shah, P. (2018). Application of firebase in android app development: A study. *International Journal of Computer Applications*, 179(46):49–53.
- Kokol, P., Blažun Vošner, H., Završnik, J., Vermeulen, J., Shohieb, S., e Peinemann, F. (2020). Serious game-based intervention for children with developmental disabilities. *Current Pediatric Reviews*, 16(1):26–32.
- Koo, M. e Yang, S.-W. (2025). Likert-type scale. *Encyclopedia*, 5(1).
- Lai, G., Pantazatos, S. P., Schneider, H., e Hirsch, J. (2012). Neural systems for speech and song in autism. *Brain*, 135(3):961–975.
- Nielsen, J. (2000). Why you only need to test with 5 users. Acesso em: 25 mai. 2026.
- Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (2026). Cep - comitê de Ética e pesquisa puc minas. Página institucional do Comitê de Ética em Pesquisa da PUC Minas. Acesso em: 21 fev. 2026.

- Sattar, A., Soni, P., Kr, M., Ranjan, M., Kumar, A., Sahu, C., Saxena, S., e Chaudhari, P. (2023). Open source developments accelerating cross-platform development with flutter framework. *JOURNAL OF OPEN SOURCE DEVELOPMENTS*, 10:1–11.
- Williams, T. I., Loucas, T., Sin, J., Jeremic, M., Meyer, S., Boseley, S., Fincham-Majumdar, S., Aslett, G., Renshaw, R., e Liu, F. (2024). Using music to assist language learning in autistic children with minimal verbal language: The map feasibility rct. *Autism*, 28(10):2515–2533.