



UNIVERSIDADE
FEDERAL RURAL
DE PERNAMBUCO



Mércio Antônio O. de Andrade Filho

Inferindo Resultados de Aprendizagem em um Aplicativo de LIBRAS: Uma Abordagem Baseada em Game Learning Analytics

Recife

2025

Mércio Antônio O. de Andrade Filho

Inferindo Resultados de Aprendizagem em um Aplicativo de LIBRAS: Uma Abordagem Baseada em Game Learning Analytics

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Departamento de Estatística e Informática

Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação

Orientador: Gilberto Amado de Azevedo Cysneiros Filho

Recife 2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecária Suely Manzi – CRB/4 - 809

A554i Andrade Filho, Mércio Antônio Oliveira de
Inferindo resultados de aprendizagem em um aplicativo de
LIBRAS: uma abordagem baseada em game learning analytics /
Mércio Antônio Oliveira de Andrade Filho. – 2025.
63 f.: il.

Orientador: Gilberto Amado de Azevedo Cysneiros Filho.
Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de
Informação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Estatística e Informática, Recife, BR-PE, 2025.
Inclui bibliografia.

1. Língua brasileira de sinais 2. Jogos educativos
3. Simulação de jogos 4. Inteligência artificial 5. Jogo de
computador 6. Avaliação educacional I. Cysneiros Filho, Gilberto
Amado de Azevedo, orient. II. Título

CDD 020

Mércio Antônio O. de Andrade Filho

Inferindo Resultados de Aprendizagem em um Aplicativo de LIBRAS: Uma Abordagem Baseada em Game Learning Analytics

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Aprovada em: 05 de Agosto de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Gilberto Amado de Azevedo Cysneiros Filho (Orientador)
Departamento de Estatística e Informática
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Cleviton Vinicius Fonseca Monteiro
Departamento de Estatística e Informática
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço ao orientador, Prof. Dr. Gilberto Cysneiros, pelo direcionamento preciso, pela confiança e por todo o suporte técnico e acadêmico que tornaram esta pesquisa viável.

Um agradecimento especial e de todo o coração à minha noiva, Ingrid, por ser a companheira incrível que é. Pela paciência, pelo incentivo e por todo o apoio que me manteve firme no propósito de chegar até aqui.

Resumo

A crescente necessidade de inclusão e o avanço das tecnologias móveis criam uma oportunidade para o desenvolvimento de novas ferramentas para o ensino da Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS). Este trabalho teve como objetivo central avaliar a eficácia de um jogo sério para dispositivos móveis, projetado para o ensino de vocabulário básico de LIBRAS para adultos ouvintes. Para isso, foi desenvolvida uma aplicação em formato de quiz e, para a sua avaliação, empregou-se a metodologia de Game Learning Analytics proposta por Serrano-Laguna e colaboradores. Este método infere resultados de aprendizagem a partir da análise não intrusiva de dados de interação do usuário, classificando-os em perfis. A pesquisa foi realizada com 34 participantes e a análise dos dados revelou que 55,9% deles se enquadraram no perfil "Aluno", que caracteriza os usuários que não possuíam o conhecimento prévio e o adquiriram através da interação com o jogo. A predominância deste perfil permite concluir que o aplicativo se mostrou uma ferramenta pedagogicamente eficaz para a maioria dos seus usuários, validando a abordagem de microlearning e gamificação para o ensino introdutório de LIBRAS.

Palavras-chave: LIBRAS, Jogos Sérios, Game Learning Analytics, Aprendizagem Móvel, Avaliação de Aprendizagem.

Abstract

The growing need for inclusion and the advancement of mobile technologies create an opportunity for the development of new tools for teaching the Brazilian Sign Language (LIBRAS). This study's main objective was to evaluate the effectiveness of a serious game for mobile devices, designed to teach basic LIBRAS vocabulary to hearing adults. For this, a quiz-format application was developed, and for its evaluation, the Game Learning Analytics methodology proposed by Serrano-Laguna et al. was employed. This method infers learning outcomes from the non-intrusive analysis of user interaction data, classifying them into profiles. The research was conducted with 34 participants, and the data analysis revealed that 55.9% of them fit the "Learner" profile, which characterizes users who did not possess prior knowledge and acquired it through interaction with the game. The predominance of this profile allows for the conclusion that the application proved to be a pedagogically effective tool for the majority of its users, validating the microlearning and gamification approach for the introductory teaching of LIBRAS.

Keywords: LIBRAS, Serious Games, Game Learning Analytics, Mobile Learning, Learning Assessment.

Lista de Figuras

Figura 1 - Tela de Finalização

Figura 2 - Tela de Seleção do Módulo

Figura 3 - Tela de execução do quiz

Figura 4 - Objeto JSON com dados coletados.

Figura 5 – Distribuição dos participantes por gênero.

Figura 6 – Distribuição dos participantes por faixa etária.

Figura 7 - Quantidade de usuários por nível de conhecimento prévio.

Figura 8 – Desempenho geral dos participantes.

Figura 9 – Relação entre Respostas, Acertos e Erros por Fase do Jogo.

Figura 10 – Distribuição percentual dos perfis de aprendizagem

Lista de abreviaturas e Siglas

LIBRAS	Língua Brasileira de Sinais
AI	Índice de Avaliação Inicial
AF	Índice de Avaliação Final
GLA	Game Learning Analytics
GA	Game Analytics

Sumário

[Resumo](#)

[Abstract](#)

[Lista de Figuras](#)

[Lista de abreviaturas e Siglas](#)

[Sumário](#)

[1 Introdução](#)

[1.1 Motivação](#)

[1.2 Objetivos](#)

[1.2.1 Objetivo Geral](#)

[1.2.2 Objetivos Específicos](#)

[2 Fundamentação Teórica](#)

[2.1. Jogos Sérios \(Serious Games\)](#)

[2.2. Análise de Aprendizagem em Jogos](#)

[2.2.1. Learning Analytics e Game Analytics](#)

[2.2.2. A Metodologia de Serrano-Laguna](#)

[2.3. Estratégias Pedagógicas para o Ensino de LIBRAS](#)

[2.4. Trabalhos Relacionados](#)

[2.5 Estratégias de Aprendizagem com Jogos de Quiz e Microlearning](#)

[3 Metodologia](#)

[3.1 Personas e Público-Alvo](#)

[Persona 1: O Profissional em Busca de Inclusão](#)

[Persona 2: A Estudante de Letras](#)

[3.3 Metodologia de Desenvolvimento do Software](#)

[3.2.1 Concepção e Planejamento Estratégico](#)

[3.2.2 Obtenção de Conteúdo e Design Pedagógico](#)

[3.2.3 Design da Experiência do Usuário e da Interface](#)

[3.2.4 Implementação e Coleta de Dados](#)

[3.2.5 Validação e Geração do Conjunto de Dados Final](#)

[3.3 Objeto de Estudo: O Aplicativo de LIBRAS](#)

[3.4 Interface do Aplicativo](#)

[3.5 Procedimentos para Coleta de Dados](#)

[3.6 Procedimentos para Análise dos Dados](#)

4 Resultados e Discussões

4.1. Análise Descritiva dos Dados dos Participantes e Engajamento

4.1.1 Gênero

4.1.2 Faixa etária

4.1.2 Conhecimento Prévio sobre Libras

4.1.3 Taxa de Acerto

4.1.4 Jornada no Aplicativo ao Longo das Fases do Jogo

4.2. Análise dos Perfis de Aprendizagem

4.3 Discussão dos Resultados

4.3.1 A Eficácia do Jogo na Promoção da Aprendizagem

4.3.2. Análise dos Perfis Minoritários: Os Casos de Não-Aprendizagem

4.3.3 Análise da Curva de Dificuldade e Engajamento

4.3.4 Implicações dos Resultados e Contribuições do Trabalho

5 Conclusão

5.1 Síntese dos Resultados

5.2 Limitações do Estudo

5.3 Trabalhos Futuros

Referências

1 Introdução

Nas últimas décadas, a massificação do acesso à internet e a popularização dos smartphones transformaram profundamente os hábitos de comunicação, entretenimento e, também, de aprendizagem da sociedade (CETIC.br, 2021). Nesse cenário, os jogos digitais emergiram como uma das mídias de maior alcance e engajamento, transcendendo o puro lazer para se revelarem como potentes ferramentas em diversos contextos, inclusive o educacional (NEWZOO, 2021).

Diferentemente do ensino tradicional, que pode ser percebido como monótono, os jogos digitais cativam pela interatividade, pelos sistemas de recompensa e pelos desafios com níveis de dificuldade progressivos. Tais características, quando aplicadas a um propósito pedagógico, dão origem aos chamados Jogos Sérios (Serious Games). Um Jogo Sério, por definição, é um jogo cujo objetivo primário não é o entretenimento, mas sim a educação em suas múltiplas formas (MICHAEL; CHEN, 2006). A diversão, nesse caso, atua como um veículo para motivar e engajar o usuário no processo de aprendizagem.

Paralelamente a essa revolução digital, persiste no Brasil um desafio social de grande relevância: a barreira de comunicação enfrentada pela comunidade surda. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o país possui mais de 10 milhões de pessoas com alguma deficiência auditiva, das quais mais de 2 milhões com deficiência severa (G1, 2020). Apesar desse contingente expressivo, a Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) ainda é pouco difundida entre os ouvintes, o que impõe severas limitações ao cotidiano da pessoa surda, seja no acesso a serviços básicos de saúde e transporte, seja na sua plena inclusão social e profissional.

É neste ponto que a tecnologia e a necessidade social se encontram. A criação de um Jogo Sérió para o ensino introdutório de LIBRAS aos ouvintes apresenta-se como uma abordagem promissora para mitigar essa barreira comunicacional. Uma ferramenta lúdica e acessível pode não apenas tornar o aprendizado da língua mais interessante e menos cansativo, mas também ampliar o alcance desse conhecimento.

Contudo, para que um Jogo Sérió seja eficaz, não basta que ele seja funcional; é imperativo validar se o aprendizado de fato ocorre. Para tal, este trabalho se apoia no campo do Game Learning Analytics (GLA), que consiste na coleta e análise de dados gerados pelas interações dos usuários para inferir o seu progresso e a eficácia da ferramenta (FREIRE; SERRANO-LAGUNA, 2016).

1.1 Motivação

O isolamento social da comunidade surda é um fator limitante para a sua qualidade de vida, tanto do ponto de vista pessoal quanto profissional. O desconhecimento da LIBRAS pela maioria ouvinte gera um estigma de incapacidade sobre o surdo, que decorre, em grande parte, do isolamento linguístico a que está submetido. Como aponta Lacerda (2006), a inclusão e a convivência com a diferença são benéficas para os alunos ouvintes, que desenvolvem uma cidadania menos preconceituosa.

A satisfação de uma pessoa surda ao ser compreendida em sua língua natural, mesmo que por meio de um sinal simples, é imensa e demonstra respeito e valorização de sua cultura (ROCHA et al., 2013). Portanto, desenvolver uma ferramenta que facilite o aprendizado introdutório da LIBRAS por parte dos ouvintes é uma contribuição direta para a redução dessa problemática, promovendo uma sociedade mais inclusiva e empática.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um Jogo Sérió em formato de aplicativo móvel para o ensino introdutório da Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) e validar a sua eficácia pedagógica por meio da aplicação de uma metodologia de *Game Learning Analytics*.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver um Jogo Sérió funcional, em formato de quiz, para o ensino de vocabulário básico da LIBRAS.
- Coletar dados de interação dos usuários de forma automatizada e não intrusiva.
- Aplicar a metodologia de análise de aprendizagem proposta por Serrano-Laguna et al. (2017) para avaliar o ganho de conhecimento dos jogadores.
- Analisar os resultados para identificar perfis de aprendizagem e discutir a eficácia do jogo como ferramenta educacional.

2 Fundamentação Teórica

2.1. Jogos Sérios (Serious Games)

O termo Jogos Sérios, ou *Serious Games*, refere-se a jogos digitais cujo propósito principal vai além do puro entretenimento. Enquanto jogos convencionais são projetados principalmente para a diversão, os jogos sérios são desenvolvidos com um objetivo prático e específico, como educação, treinamento, simulação em saúde ou até mesmo para o debate de pautas sociais (MICHAEL; CHEN, 2005). É essa finalidade "séria" que define a categoria, utilizando o potencial lúdico e a capacidade de engajamento dos jogos para resolver problemas ou transmitir conhecimentos do mundo real.

Apesar de seu foco principal não ser a diversão, é um erro pensar que jogos sérios precisam ser desprovidos dela. Pelo contrário, eles empregam as mesmas mecânicas que tornam os jogos comerciais cativantes, como desafios progressivos, sistemas de recompensa, narrativas e feedback imediato, para motivar o jogador a alcançar os objetivos pedagógicos propostos (DJAUTI et al., 2011). A grande distinção, portanto, não está na ausência de entretenimento, mas no fato de que a diversão funciona como uma ferramenta para um propósito maior e predefinido.

A importância dos jogos sérios no campo da educação está em sua capacidade de criar ambientes de aprendizagem motivadores e eficazes. Eles oferecem um espaço seguro onde o aluno pode praticar, experimentar e cometer erros sem as consequências do mundo real, facilitando o desenvolvimento de novas habilidades de forma ativa e experiencial. O feedback instantâneo, característico dos jogos, permite ao usuário corrigir suas ações em tempo real, o que pode acelerar a curva de aprendizado. Adicionalmente, ao apresentar o conteúdo de forma interativa, os jogos sérios tendem a aumentar o engajamento e a retenção do conhecimento, quando comparados a métodos de ensino mais passivos (SPINELLI, 2020).

O aplicativo desenvolvido neste trabalho se enquadra nesta definição. Trata-se de um jogo sério em formato de quiz, projetado com o objetivo pedagógico de ensinar os fundamentos da Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) para adultos ouvintes. Por meio de desafios e um sistema de fases, busca-se não apenas apresentar o vocabulário básico da LIBRAS, mas também engajar o usuário em um processo de aprendizagem contínuo e mensurável, cuja eficácia será o principal foco de análise deste estudo.

2.2. Análise de Aprendizagem em Jogos

2.2.1. Learning Analytics e Game Analytics

Para compreender se um jogo sério de fato cumpre seus objetivos pedagógicos, é fundamental ir além da percepção subjetiva e analisar os dados gerados durante a interação do jogador. No contexto de jogos educacionais, essa análise de dados se apoia em duas áreas complementares: o *Learning Analytics* e o *Game Analytics*.

O campo de *Learning Analytics* (LA), ou Análise de Aprendizagem, é formalmente definido como a medição, coleta, análise e apresentação de dados sobre os aprendizes e seus contextos, com o propósito de entender e otimizar a aprendizagem e os ambientes onde ela ocorre (SIEMENS, 2013). O LA lida com dados de ambientes educacionais, como o tempo que um aluno leva para completar uma tarefa, suas notas ou sua participação em fóruns, buscando padrões que possam levar a intervenções pedagógicas mais eficazes.

Por outro lado, o *Game Analytics* (GA), ou Análise de Jogos, foca na coleta e análise de dados sobre como os jogadores interagem com um jogo (LOH et al., 2015). Suas métricas estão geralmente associadas ao comportamento do jogador, como tempo de sessão, fases com maior taxa de falha, itens mais utilizados e pontos onde os jogadores desistem. O objetivo do GA é primariamente aprimorar a experiência do usuário, o balanceamento e o design do jogo, tornando-o mais engajador e retendo o jogador por mais tempo.

A união dessas duas áreas dá origem ao Game Learning Analytics (GLA), uma abordagem que aplica as técnicas e métricas comportamentais do *Game Analytics* para responder a questões sobre o processo de aprendizagem, que é o foco do *Learning Analytics*. Em outras palavras, o GLA busca extrair evidências de aquisição de conhecimento a partir das ações rastreáveis do jogador dentro do jogo (SPINELLI, 2020). É por meio do GLA que se torna possível inferir se um jogador está aprendendo, e como esse aprendizado ocorre, o que nos leva diretamente à metodologia específica que será detalhada na próxima seção.

2.2.2. A Metodologia de Serrano-Laguna

Como uma aplicação direta dos conceitos de Game Learning Analytics, a metodologia proposta por Serrano-Laguna (2017) oferece uma abordagem estruturada para avaliar a eficácia de um jogo sério. O principal diferencial deste método é sua natureza não intrusiva, ou seja, ele permite inferir o aprendizado do jogador sem a necessidade de aplicar questionários externos (pré e pós-testes) que poderiam interromper a experiência de jogo e enviesar os resultados. A avaliação é realizada unicamente a partir dos dados de interação coletados durante o uso natural do jogo.

O método se baseia em um padrão de design no qual o conteúdo educacional é dividido em objetivos de aprendizagem distintos. Para cada objetivo, o jogador passa por duas fases de avaliação:

1. **Fase de Prática:** Corresponde à primeira vez que o jogador se depara com uma pergunta ou desafio relacionado a um objetivo de aprendizagem específico. O desempenho nesta fase é utilizado para calcular o conhecimento prévio do jogador sobre aquele tópico.
2. **Fase de Domínio:** Engloba todas as tentativas subsequentes relacionadas ao mesmo objetivo de aprendizagem. Pressupõe-se que, entre a fase de prática e a de domínio, o jogador teve a oportunidade de aprender, seja pelo feedback do próprio jogo ou pela exposição a outros conteúdos. O desempenho aqui mede o conhecimento adquirido.

A partir dos dados coletados nessas duas fases, a metodologia calcula dois índices principais para cada jogador, em uma escala de 0 a 10. O primeiro é o Índice de Avaliação Inicial (AI), que mede o conhecimento prévio. Este índice é calculado com base na proporção de erros e acertos do jogador em sua primeira tentativa em cada questão. O segundo é o Índice de Avaliação Final (AF), que mede o conhecimento após as oportunidades de aprendizado. Seu cálculo é mais complexo, pois leva em consideração as tentativas repetidas, de forma que os erros

persistentes em uma mesma questão são mais penalizados, refletindo uma dificuldade no domínio do conteúdo.

Ao cruzar os resultados de AI e AF de um jogador, é possível classificá-lo em um de quatro perfis de aprendizagem, conforme descrito por Serrano-Laguna et al. (2017):

- **Aluno:** Possui AI baixo e AF alto. É o perfil ideal, pois indica que o jogador não detinha o conhecimento previamente, mas o adquiriu por meio do jogo.
- **Mestre:** Possui AI alto e AF alto. Este jogador já dominava o conteúdo antes mesmo de jogar e apenas confirmou seu conhecimento.
- **Não-Aluno:** Possui AI baixo e AF baixo. Representa o jogador que não possuía o conhecimento prévio e não conseguiu aprendê-lo com o jogo, sinalizando uma possível ineficácia da ferramenta para este perfil.
- **Deslocado:** Possui AI alto e AF baixo. É um perfil anômalo, sugerindo que o jogador pode ter acertado as questões iniciais por sorte, mas não demonstrou domínio real do conteúdo posteriormente.

2.3. Estratégias Pedagógicas para o Ensino de LIBRAS

O sucesso de um jogo sério não vem apenas de sua tecnologia, mas principalmente de uma base pedagógica sólida (MICHAEL; CHEN, 2005). No caso de um aplicativo para o ensino da Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS), é muito importante que seu design leve em conta as estratégias e os desafios específicos do ensino dessa língua para adultos ouvintes.

O principal desafio para um ouvinte que aprende LIBRAS é a mudança no modo de comunicação: de um sistema oral e sonoro para um que é totalmente visual e gestual (QUADROS; KARNOPP, 2004). Essa troca exige mais do que decorar sinais. É preciso desenvolver uma nova percepção do espaço e uma maior atenção aos detalhes visuais, pois as expressões do rosto e os movimentos do corpo têm um papel gramatical importante na LIBRAS. Por isso, as boas práticas de ensino focam na imersão visual e no aprendizado em contexto, em vez da simples tradução de palavras soltas (STUMPF, 2012).

A tecnologia, especialmente por meio de aplicativos, aparece como uma forte aliada nesse processo. Um aplicativo bem feito pode tornar o aprendizado de LIBRAS acessível a muito mais pessoas, além de permitir que cada aluno estude no seu próprio tempo. Recursos como vídeos que podem ser repetidos à vontade e exercícios interativos, como os de um quiz, são essenciais. Eles oferecem a prática e o retorno imediato que ajudam a fixar o conteúdo de uma língua visual (SHUTE, 2008).

Além disso, é fundamental entender que não se pode ensinar LIBRAS sem apresentar a cultura surda (QUADROS; KARNOPP, 2004). A língua é a base da identidade de uma comunidade, e suas palavras e regras refletem as experiências, os valores e a história do povo surdo. Um jogo sério e eficiente, portanto, não deve ser apenas um dicionário de sinais interativos. Ele precisa inserir notas culturais, explicar o contexto de uso dos sinais e promover o respeito pela identidade surda.

Dessa forma, a ferramenta de aprendizado se transforma também em uma ponte para a inclusão e o diálogo entre culturas.

Além das estratégias de conteúdo, o design da interface e a forma como o feedback é apresentado ao usuário são componentes pedagógicos cruciais para o sucesso de uma ferramenta educacional. A psicologia das cores, por exemplo, pode ser utilizada para criar reforços cognitivos que diminuem a carga de processamento do cérebro, com o uso de cores universalmente associadas ao acerto, como o verde, e ao erro, como o vermelho, fornecendo uma camada de feedback não verbal instantânea (PLASS et al., 2014).

Da mesma forma, a literatura sobre design instrucional aponta que um feedback eficaz deve ser imediato, claro e focado na tarefa, pois isso permite que o aprendiz corrija seu entendimento em tempo real e se sinta mais engajado no processo (SHUTE, 2008). No contexto de um jogo, esse feedback pode se manifestar através de sinais sonoros e visuais que confirmam uma resposta correta ou indicam uma incorreção. Tais princípios de design foram considerados na construção do aplicativo deste estudo, buscando criar uma experiência de aprendizagem mais rica e responsiva.

2.4. Trabalhos Relacionados

Para contextualizar a presente pesquisa, é importante analisar outros estudos que exploraram o uso de tecnologias e jogos no ensino de línguas, em especial da LIBRAS. Esta seção apresenta uma breve revisão de trabalhos correlatos, a fim de identificar o cenário atual da área e posicionar a contribuição deste TCC.

Um trabalho de fundamental importância para a concepção desta pesquisa é o de Spinelli (2020). Em seu estudo, o autor desenvolveu o jogo sério "Olha Recife: O Jogo", com foco no turismo, e foi um dos primeiros a aplicar a metodologia de Serrano-Laguna para a análise de dados de interação em um contexto acadêmico local. O estudo de Spinelli (2020) não apenas provou a viabilidade da metodologia, mas também serviu como o principal modelo estrutural e de análise para o presente trabalho. A pesquisa atual, portanto, busca aplicar essa mesma metodologia validada em uma nova área de conhecimento: o ensino de LIBRAS.

Além deste, outros trabalhos focaram no desenvolvimento de aplicativos como ferramentas de apoio para a LIBRAS. Um exemplo é o estudo de De Sousa et al. (2017), que descreve o desenvolvimento do aplicativo "Mãos que falam". O foco principal do artigo foi a criação de uma ferramenta funcional de tradução e consulta de sinais. Embora seja uma contribuição tecnológica valiosa, o trabalho não apresenta uma avaliação da eficácia do aplicativo como ferramenta de ensino estruturado.

Em uma análise mais ampla, Gomes e Bittencourt (2020) realizaram uma revisão sistemática da literatura sobre jogos digitais para o ensino e aprendizagem de LIBRAS. Os autores identificaram um crescente interesse na área, mas apontam que a maioria dessas soluções se concentra em níveis básicos de vocabulário, como o alfabeto manual. A conclusão mais relevante para esta pesquisa é a carência de avaliações formais de aprendizagem nos trabalhos existentes, que raramente empregavam métodos baseados em dados para inferir se o aprendizado de fato ocorreu (GOMES; BITTENCOURT, 2020).

É precisamente nesta lacuna que o presente trabalho se insere. Partindo da abordagem metodológica validada por Spinelli (2020) em outra área, este TCC se propõe a preencher a lacuna na literatura sobre o ensino de LIBRAS apontada por Gomes e Bittencourt (2020). A contribuição é, portanto, aplicar um método de Game Learning Analytics para analisar de forma objetiva e não intrusiva o ganho de conhecimento dos jogadores em um jogo sério de LIBRAS, indo além da simples análise de usabilidade.

2.5 Estratégias de Aprendizagem com Jogos de Quiz e Microlearning

A escolha de um formato de jogo para um propósito educacional deve ser intencional e alinhada tanto com os objetivos de aprendizagem quanto com o perfil do público-alvo. Para este trabalho, a estratégia adotada foi a combinação de um jogo de quiz com o conceito de microlearning, uma abordagem que se mostra particularmente eficaz para a aprendizagem de vocabulário em um novo idioma.

Jogos de quiz, em sua essência, são ferramentas poderosas para o reforço e a avaliação do conhecimento. Sua eficácia está no princípio da "recuperação ativa" (active recall), onde o ato de tentar lembrar uma informação fortalece as conexões neurais associadas a ela, tornando a memorização mais duradoura do que a simples releitura do material (ROEDIGER; KARPICKE, 2006). A estrutura do quiz, com seu ciclo rápido de pergunta, resposta e feedback imediato, cria um loop de reforço positivo que mantém o aprendiz engajado. Embora existam diversos formatos, como verdadeiro/falso ou associação de pares, o modelo de múltipla escolha com a adição de vídeo foi selecionado para este projeto por ser especialmente adequado ao ensino de LIBRAS. Ele permite que o usuário veja o sinal em seu formato dinâmico e visual, e então o associe ao seu significado em português, respeitando a modalidade da língua.

Essa abordagem de avaliação é combinada com o conceito de microlearning, ou micro aprendizagem. O microlearning consiste em entregar conteúdo em pequenas doses, focadas em um único objetivo de aprendizagem por vez, facilitando o consumo em curtos intervalos de tempo (HUG, 2005). Esta estratégia é ideal para aprendizes adultos com rotinas ocupadas, que podem não dispor de longos períodos para o estudo, mas conseguem se engajar em "pílulas de conhecimento" através de seus dispositivos móveis. O aplicativo deste estudo materializa essa combinação: o módulo "Explorar" oferece o conteúdo de LIBRAS em pequenas doses (um sinal por vez), enquanto o módulo "Desafios" funciona como um mini jogo de quiz que permite a prática e a fixação desse micro conteúdo.

A combinação de microlearning com gamificação tem se mostrado uma estratégia promissora para a aprendizagem móvel. Estudos indicam que essa abordagem aumenta a motivação e o engajamento do aprendiz, especialmente em contextos de aprendizagem autônoma e complementar, como o proposto pelo aplicativo deste projeto (DE-MARCOS et al., 2014).

3 Metodologia

3.1 Personas e Público-Alvo

O desenvolvimento do aplicativo e a avaliação da sua eficácia foram orientados pela criação de personas. No campo da Interação Humano-Computador, uma persona é um modelo de usuário, representado por um perfil virtual, cujas características se baseiam em dados e observações sobre o público-alvo real (COOPER, 2004). O objetivo desta técnica é guiar as decisões de design, garantindo que o produto final atenda às necessidades, aos objetivos e às expectativas de seus usuários. Foram construídas duas personas que encapsulam os perfis centrais do público-alvo: adultos ouvintes com interesse em aprender LIBRAS, mas com restrições de tempo e acesso.

Persona 1: O Profissional em Busca de Inclusão

- **Perfil:** Lucas Martins, 34 anos, Analista de Recursos Humanos.
- **Contexto e Objetivos:** Lucas atua em uma empresa que está expandindo suas políticas de inclusão, tendo contratado recentemente um colaborador surdo. Seu principal objetivo é aprender um vocabulário básico de LIBRAS que lhe permita realizar interações cotidianas, como saudações e diálogos simples, a fim de promover um ambiente de trabalho mais acolhedor e facilitar a integração do novo colega.
- **Desafios:** A rotina profissional de Lucas é exigente, o que o impede de se comprometer com cursos presenciais de horários fixos. Tentativas anteriores de autoaprendizagem com vídeos online foram frustrantes devido à falta de uma estrutura progressiva e de mecanismos para praticar e validar seu aprendizado.
- **Alinhamento com a Solução Proposta:** O aplicativo atende às necessidades de Lucas ao oferecer uma estrutura de microlearning, permitindo que ele aprenda novos sinais em pequenas pausas ao longo do dia. O módulo de desafios, com seu feedback imediato, oferece a prática e a

validação que ele busca para se sentir seguro ao aplicar o que aprendeu em situações reais.

Persona 2: A Estudante de Letras

- **Perfil:** Juliana Costa, 22 anos, estudante universitária do curso de Letras.
- **Contexto e Objetivos:** Com grande interesse em linguística e fenômenos da comunicação, Juliana vê a LIBRAS como uma área de conhecimento relevante tanto para sua formação acadêmica quanto para sua atuação cidadã. Seu objetivo inicial é adquirir uma base sólida do vocabulário da língua, com a intenção futura de aprofundar os estudos em sua estrutura gramatical e, possivelmente, participar de projetos de extensão na área.
- **Desafios:** Como estudante, Juliana dispõe de recursos financeiros limitados para investir em cursos complementares. Sua rotina de estudos é flexível, porém intensa, exigindo uma ferramenta de aprendizagem que seja acessível e que possa ser utilizada em diferentes contextos, como no transporte público ou em intervalos entre as aulas.
- **Alinhamento com a Solução Proposta:** O aplicativo se apresenta como uma solução de custo zero e alta flexibilidade. A organização do conteúdo em módulos temáticos oferece um roteiro de estudos claro para quem está começando. Adicionalmente, a abordagem gamificada, com um sistema de pontuação e desbloqueio de fases, torna o processo de aprendizagem menos imponente e mais motivador, alinhando-se ao perfil de um aprendiz que valoriza o engajamento e a descoberta.

3.3 Metodologia de Desenvolvimento do Software

O desenvolvimento do aplicativo educacional, que constitui o objeto de estudo desta pesquisa, foi concebido não apenas como um projeto de engenharia de software, mas como a criação de um instrumento para a coleta de dados de aprendizagem. Para tal, adotou-se uma abordagem iterativa e incremental, alinhada aos princípios de metodologias ágeis, que permitiu o refinamento contínuo da ferramenta com base nos objetivos pedagógicos. O processo foi estruturado em etapas sequenciais, detalhadas a seguir.

3.2.1 Concepção e Planejamento Estratégico

A etapa inicial consistiu na definição do escopo e dos requisitos do projeto. O requisito fundamental era criar um jogo sério para dispositivos móveis que servisse como um ambiente controlado para o ensino e a avaliação do aprendizado de vocabulário básico de LIBRAS por adultos ouvintes. Os requisitos funcionais incluíam: uma tela de cadastro de perfil de usuário, um módulo para a apresentação do conteúdo e um módulo de avaliação em formato de quiz. Um requisito não-funcional crítico era a capacidade de coletar dados de interação de forma não intrusiva.

A pilha de tecnologias foi definida nesta fase. Optou-se pelo React Native para o desenvolvimento do frontend, justificado por sua capacidade de criar interfaces fluidas e animações de alta qualidade, essenciais para a experiência visual e o engajamento em um jogo educacional, além da portabilidade entre plataformas. Para o backend, a escolha do Firebase Realtime Database, um banco de dados NoSQL, foi estratégica pela sua simplicidade na integração, escalabilidade e, principalmente, pela facilidade de exportar os dados de interação em formato JSON, um pré-requisito para a etapa de análise.

3.2.2 Obtenção de Conteúdo e Design Pedagógico

O conteúdo pedagógico foi cuidadosamente selecionado com base em guias de referência para o ensino de LIBRAS a iniciantes, focando em temas de alta relevância para a comunicação cotidiana (ex: "Alimentos", "Cumprimentos"). Para garantir a qualidade e a padronização dos sinais, os vídeos utilizados no aplicativo foram obtidos de um repositório público de LIBRAS, uma decisão que assegurou a fidedignidade do material de ensino sem os custos de uma produção própria.

O design pedagógico do aplicativo foi pensado para materializar os conceitos da fundamentação teórica. O módulo "Explorar" foi projetado como uma aplicação direta da estratégia de Microlearning, permitindo o estudo livre e em pequenas doses. O módulo "Desafios" foi desenhado para promover a Recuperação Ativa do conhecimento, utilizando o formato de quiz com feedback imediato para reforçar a aprendizagem, conforme defendido por Shute (2008).

3.2.3 Design da Experiência do Usuário e da Interface

O design da interface foi guiado por princípios de Design Centrado no Usuário, tendo como referência as Personas "O Profissional Inclusivo" e "A Estudante Curiosa" desenvolvidas para representar o público-alvo. A prioridade foi criar uma interface limpa e intuitiva, com decisões de design como o uso de um layout em grade na seleção de fases, que, segundo princípios de design, facilita a visualização e reduz a carga cognitiva (LIDWELL; HOLDEN; BUTLER, 2010). A separação clara entre os módulos de aprendizado e teste, assim como o feedback visual imediato, foram implementados para atender às necessidades de clareza e motivação identificadas nas personas.

3.2.4 Implementação e Coleta de Dados

Nesta fase, o design foi implementado. O frontend foi desenvolvido em React Native e o backend configurado no Firebase para armazenar os perfis dos usuários e o histórico de interações. Um aspecto inovador desta etapa foi o uso de uma ferramenta de Inteligência Artificial generativa para criar as alternativas de resposta incorretas (distratores) para as questões do quiz, o que otimizou o processo de criação de conteúdo. A estrutura de dados para a coleta foi definida como um objeto JSON para cada resposta, contendo chaves como `idPergunta`, `isRespostaCorreta` e `timestamp`, garantindo que todos os dados necessários para a análise de Serrano-Laguna fossem capturados.

3.2.5 Validação e Geração do Conjunto de Dados Final

A fase final consistiu na validação da ferramenta com um grupo de testadores voluntários. Os participantes inscritos foram cadastrados na plataforma Google Play Store para um teste interno, o que permitiu a distribuição controlada do aplicativo. As interações de uso durante este período foram automaticamente salvas no Firebase. Ao final do período de coleta, os dados foram exportados, resultando no conjunto de dados brutos em formato JSON que constitui o corpus desta pesquisa, e que foi processado e analisado conforme descrito na seção 3.5.

3.3 Objeto de Estudo: O Aplicativo de LIBRAS

O objeto de estudo desta pesquisa é um aplicativo móvel, construído como um jogo sério cujo propósito é auxiliar adultos ouvintes no processo de aprendizagem dos fundamentos da Língua Brasileira de Sinais, a LIBRAS. O objetivo da ferramenta é servir como um recurso didático de apoio, oferecendo uma experiência de estudo interativa e engajadora.

A aplicação foi desenvolvida com tecnologias multiplataforma, tendo como base a biblioteca React Native e o ecossistema Expo. A arquitetura de dados se apoia na plataforma Firebase, da Google, que provê tanto o banco de dados em tempo real para o registro das interações dos usuários quanto o serviço de armazenamento em nuvem para os vídeos de ensino utilizados nos módulos.

O design pedagógico do aplicativo se divide em dois ambientes principais: um para aprendizagem e outro para avaliação. No ambiente de aprendizagem, o conteúdo é organizado em módulos temáticos que cobrem um vocabulário básico, incluindo categorias como "Alimentos", "Cumprimentos", "Cores", "Números", "Vestuário" e "Profissões". Para cada item, o usuário assiste a um vídeo que demonstra a execução correta do sinal, associando a forma visual à palavra em português.

O ambiente de avaliação, chamado de "Desafios", é onde o conhecimento do usuário é testado por meio de um quiz de múltipla escolha. A jornada do usuário foi projetada para apoiar a coleta de dados da pesquisa de forma natural. Ao iniciar o aplicativo pela primeira vez, o usuário passa por uma tela de boas-vindas e preenche um formulário com dados demográficos, como idade, gênero e seu conhecimento prévio de LIBRAS. Essas informações são essenciais para a posterior segmentação e análise dos resultados.

Dentro dos desafios, cada resposta do usuário é registrada, incluindo qual alternativa foi escolhida e se ela estava correta. Ao completar um quiz, uma tela de finalização apresenta a pontuação e oferece ao usuário a opção de "Tentar Novamente". Essa funcionalidade é um pilar da metodologia deste trabalho, pois é o que permite ao sistema registrar as tentativas repetidas de um mesmo desafio, possibilitando a distinção entre a Fase de Prática, que avalia o conhecimento inicial, e a Fase de Domínio, que mede o aprendizado adquirido.

3.4 Interface do Aplicativo

A seguir serão descritas telas importantes da interface do aplicativo.

Ao concluir as questões de um módulo de desafio, o usuário é direcionado para a Tela de Finalização, ilustrada na figura 1. Essa tela desempenha um papel duplo no design do aplicativo: o de feedback e o de navegação.

Primeiramente, ela fornece um feedback imediato sobre o desempenho do usuário, exibindo uma mensagem de incentivo (como "Parabéns!" ou "Tente novamente!"), o número total de acertos e a pontuação correspondente. Esse retorno é fundamental para manter o jogador ciente de seu progresso e engajado no ciclo de aprendizagem.

Em segundo lugar, a tela oferece ao usuário três ações claras que influenciam diretamente a coleta de dados para a análise de aprendizagem. A opção "Avançar" permite que o jogador prossiga para o próximo nível, caso tenha atingido a pontuação mínima. A opção "Tentar Novamente" o encoraja a refazer o mesmo quiz, uma ação que, para a metodologia deste trabalho, caracteriza o início da Fase de Domínio. Por fim, a opção "Voltar para o início" permite ao usuário uma pausa ou a escolha de um novo módulo.

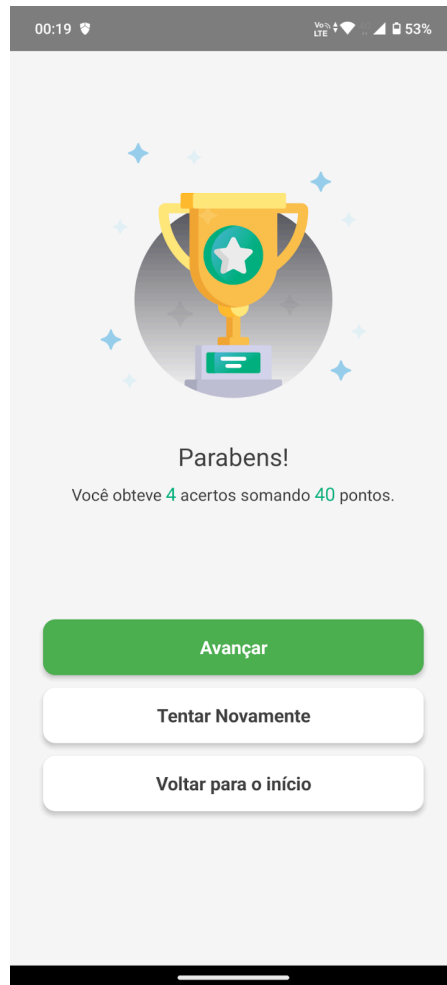


Figura 1 - Tela de Finalização

Fonte: o autor.

O módulo de avaliação do aplicativo, intitulado "Vamos Treinar", é acessado a partir do menu principal. Nesta seção, apresentada na Figura 2, o usuário se depara com uma tela de seleção de desafios, onde cada desafio corresponde a uma das categorias temáticas de conteúdo disponíveis no aplicativo, como "Alimentos", "Cumprimentos", "Cores", entre outras.

A interface é projetada de forma visual, utilizando cartões que representam cada tema com um ícone e um título. O design em formato de grade foi escolhido por seguir princípios de organização visual que facilitam a varredura e a compreensão da informação. A estrutura alinhada permite que o usuário visualize todas as opções disponíveis de forma clara, reduzindo a carga cognitiva e otimizando a usabilidade (LIDWELL; HOLDEN; BUTLER, 2010). É importante notar

que o sistema implementa um mecanismo de progressão: um desafio só se torna acessível após o usuário atingir um desempenho mínimo no desafio anterior. Isso cria uma trilha de aprendizagem estruturada, garantindo que o usuário avance pelos conteúdos de forma gradual.

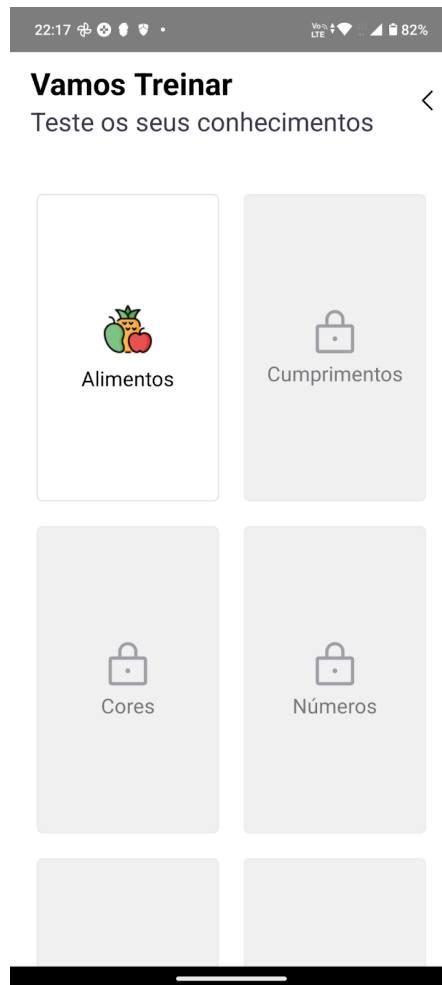


Figura 2 - Tela de Seleção do Módulo

Fonte: o autor.

A principal ferramenta de avaliação do aplicativo é a sua interface de quiz, ilustrada na Figura 3. Esta tela é onde o conhecimento do usuário sobre um determinado tema é efetivamente testado e onde os dados primários para a análise de aprendizagem são gerados.

A estrutura da tela foi projetada para ser clara e focada na tarefa. No topo, uma barra de progresso informa ao usuário sua posição no desafio, indicando a questão atual e o número total de questões daquele módulo. O elemento central é um vídeo que exibe a execução de um sinal em LIBRAS. Logo abaixo do vídeo, uma pergunta textual solicita ao usuário que identifique o sinal apresentado, contextualizando o desafio. Para responder, o usuário dispõe de um conjunto de alternativas de múltipla escolha.

A interação do usuário se dá pela seleção de uma das alternativas, seguida pelo acionamento de um botão de confirmação. Cada componente desta tela está diretamente ligado à coleta de dados: a exibição do vídeo corresponde a um identificador de pergunta único, a seleção de uma alternativa é registrada e a verificação de sua correção ocorre após a confirmação. Este design permite a captura detalhada de cada tentativa, fornecendo os dados essenciais que alimentam a análise das Fases de Prática e Domínio da metodologia adotada.



Na mesa do almoço, este sinal é usado para um alimento branco. Que alimento é?

Arroz

Açúcar

Sal

Leite

Dica (0)

Parar

Confirmar ✓

Figura 3 - Tela de execução do quiz

Fonte: o autor.

3.5 Procedimentos para Coleta de Dados

Para viabilizar a aplicação da metodologia de Game Learning Analytics, foi implementado um processo automatizado para a captura dos dados de interação do usuário. A tecnologia escolhida para este fim foi a plataforma Firebase, um ecossistema de desenvolvimento, que oferece um conjunto de ferramentas para a construção e gestão de aplicativos.

Especificamente, foi utilizado o serviço Realtime Database. Trata-se de um banco de dados NoSQL (FOWLER; SADALAGE, 2012), hospedado em nuvem, que permite a sincronização de dados em tempo real entre os clientes conectados. Essa escolha se mostrou adequada por sua simplicidade de integração com aplicativos desenvolvidos em React Native e pela sua capacidade de lidar com o fluxo de dados gerado pelas interações dos usuários de forma eficiente.

O envio de informações do aplicativo para o banco de dados ocorria em momentos chave da utilização. Os dados de perfil do usuário, como idade, gênero e conhecimento prévio sobre LIBRAS, eram coletados uma única vez através do formulário de cadastro inicial. Já os dados relativos ao desempenho nos desafios eram enviados a cada resposta fornecida pelo usuário, garantindo o registro de cada tentativa individualmente.

Para cada interação em um quiz, um novo registro em formato JSON era criado e armazenado no banco de dados. Essa estrutura de dados foi projetada para conter todas as informações necessárias para a análise posterior. Cada registro incluía um identificador da pergunta, a alternativa selecionada pelo usuário, um campo booleano indicando o acerto ou erro da resposta, e um carimbo de data e hora (timestamp) no formato ISO 8601, que assegura a ordem cronológica dos eventos.

Além disso, para prover um contexto completo para cada ação, o registro de interação também continha os dados de perfil do usuário que a realizou, como seu email e idade, e o estado atual do jogo, como a fase em que o desafio estava inserido. Dessa forma, foi construído um conjunto de dados detalhado e rastreável,

contendo as variáveis necessárias para a aplicação da metodologia de Serrano-Laguna, conforme será descrito na seção seguinte.

```
"-OSq1RxONDtcTkSk0TLo": {
  "alternativaSelecionada": 1,
  "conhecimentoPrevio": "nenhum",
  "dataNascimento": "16/01/1965",
  "dicasExtrasGanhas": 0,
  "dicasSolicitadas": 2,
  "email": "mercioandrade@yahoo.com.br",
  "fase": 1,
  "fasesLiberadas": [
    true,
    false,
    false,
    false,
    false,
    false
  ],
  "genero": "masculino",
  "idFase": "1",
  "idPergunta": "4",
  "isRespostaCorreta": 1,
  "nomeUsuario": "mercioandrade",
  "timestamp": "2025-06-16T00:00:44.099Z"
},
```

Figura 4 - Objeto JSON com dados coletados.

Fonte: o autor

A coleta de dados para esta pesquisa foi projetada para capturar um conjunto rico de informações a cada resposta fornecida pelo usuário nos desafios do aplicativo. Conforme ilustrado na Figura 4, para cada interação, um objeto em formato JSON é criado e enviado para o Firebase Realtime Database. Este objeto contém uma série de pares de chave-valor que descrevem não apenas a resposta em si, mas também o contexto completo em que ela ocorreu.

A estrutura de dados para cada registro de interação é composta pelos seguintes campos:

- **alternativaSelecionada:** Armazena o índice numérico da alternativa que o usuário escolheu, permitindo a análise de quais opções foram mais selecionadas.
- **conhecimentoPrevio:** Registra a autoavaliação do usuário sobre seu nível de LIBRAS (ex: "iniciante"), coletada no cadastro inicial.
- **dataNascimento, idade, genero e email:** Guardam as informações demográficas e de identificação do usuário, permitindo a posterior segmentação da análise.
- **fase e idFase:** Indicam o nível ou módulo do desafio em que a pergunta estava inserida.
- **fasesLiberadas:** Um array de valores booleanos que mostra o progresso do usuário no desbloqueio dos níveis do jogo.
- **dicasExtrasGanhas e dicasSolicitadas:** Campos que registram o uso de sistemas de ajuda, servindo como métricas de dificuldade percebida.
- **idPergunta:** O identificador único da questão respondida.
- **isRespostaCorreta:** Um campo booleano (1 para sim, 0 para não) que é a variável central para o cálculo da performance e dos índices de aprendizagem.
- **nomeUsuario:** O nome de usuário registrado.
- **timestamp:** Um carimbo de data e hora no formato ISO 8601, que garante a ordem cronológica precisa de todas as interações.

Esta estrutura de dados detalhada assegura que todas as variáveis necessárias para a aplicação da metodologia de Serrano-Laguna e para as análises descritivas complementares sejam coletadas de forma sistemática e confiável.

3.6 Procedimentos para Análise dos Dados

Para analisar os dados coletados, foi seguido um passo a passo metodológico baseado no framework de Game Learning Analytics de Serrano-Laguna e colaboradores (2017).

O primeiro passo foi a preparação dos dados brutos. As informações, exportadas do Firebase em formato JSON, foram processadas com o auxílio de scripts em Python e da biblioteca Pandas (MCKINNEY, 2010). O objetivo desta etapa foi transformar os dados em uma tabela organizada, similar a uma planilha, onde cada linha representava uma única resposta de um usuário a uma questão do quiz.

O passo seguinte, e o mais importante para a metodologia, foi separar as respostas de cada jogador em duas fases distintas. A primeira vez que um jogador respondia a uma determinada pergunta era classificada como Fase de Prática, servindo para medir o que ele já sabia sobre o assunto. Todas as tentativas seguintes para a mesma pergunta eram então classificadas como Fase de Domínio, com o objetivo de medir o que ele aprendeu após a interação com o jogo. Essa distinção é a base da análise, pois permite comparar o conhecimento prévio com o conhecimento adquirido.

Com as respostas devidamente separadas, foram calculadas duas notas de desempenho para cada participante, em uma escala de 0 a 10. A primeira, o Índice de Avaliação Inicial (AI), foi baseada apenas no desempenho da Fase de Prática. A segunda nota, o Índice de Avaliação Final (AF), foi calculada a partir do desempenho na Fase de Domínio refletindo o conhecimento que foi consolidado.

Por fim, utilizando essas duas notas (AI e AF), cada participante foi classificado em um dos quatro perfis de aprendizagem definidos por Serrano-Laguna. Com uma nota de corte de 5,0, cada jogador foi categorizado como Aluno, Mestre, Não-Aluno ou Deslocado.

Além dessa análise de perfis, também foram feitos cálculos estatísticos mais gerais para descrever o comportamento dos usuários, como a criação de tabelas de acertos e erros por fase do jogo e a análise de dados demográficos. Estes resultados complementares, apresentados no capítulo seguinte, ajudam a contextualizar a pesquisa e a avaliar a dificuldade geral do jogo.

4 Resultados e Discussões

4.1. Análise Descritiva dos Dados dos Participantes e Engajamento

4.1.1 Gênero

A fase de testes do aplicativo, que constitui a base para a coleta de dados desta pesquisa, contou com a participação voluntária de 34 usuários. A Figura 5 apresenta a composição deste grupo de participantes em relação ao gênero autodeclarado no momento do cadastro.

Conforme o gráfico, observa-se uma participação majoritariamente feminina, com 21 participantes, o que corresponde a 61,8% da amostra total. O grupo de participantes do gênero masculino foi composto por 13 pessoas, representando os 38,2% restantes.

Embora a metodologia central deste trabalho não se baseie em variáveis demográficas para a classificação dos perfis de aprendizagem, a caracterização da amostra é uma etapa importante para a contextualização da pesquisa. Conhecer a distribuição por gênero ajuda a compor um quadro mais completo do público que se engajou com o aplicativo. A presença de ambos os gêneros na amostra, com uma representação significativa de cada um, contribui para a validade dos achados, indicando que o aplicativo foi testado por um grupo diversificado de pessoas.

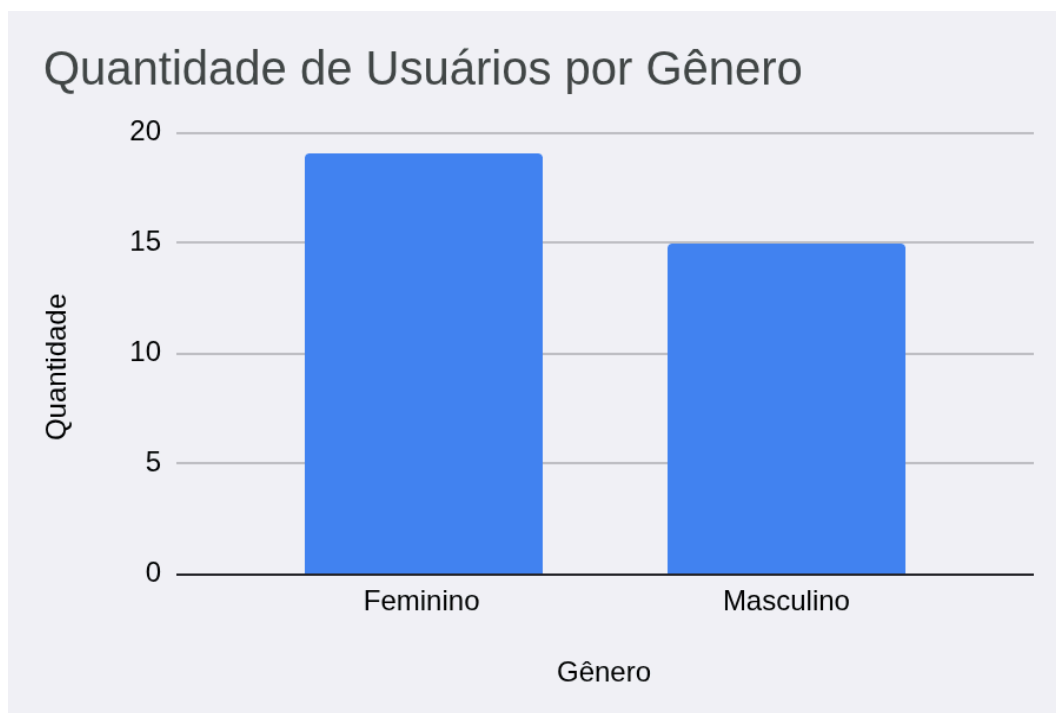


Figura 5 – Distribuição dos participantes por gênero.

Fonte: O autor.

4.1.2 Faixa etária

A Figura 6 detalha a composição da amostra de 34 participantes em relação à faixa etária, informação que também foi coletada durante o cadastro inicial no aplicativo. Os dados revelam uma concentração significativa de usuários na faixa de jovens adultos, com 38,2% (13 participantes) situados entre 25 e 34 anos, e 32,4% (11 participantes) entre 18 e 24 anos. As faixas etárias de 35 a 44 anos e acima de 45 anos contribuíram com 23,5% (8 participantes) e 5,9% (2 participantes), respectivamente.

Este perfil etário, majoritariamente composto por pessoas que cresceram em um ambiente digital, é um dado de contexto importante. Ele sugere que a maioria dos testadores possui familiaridade com o uso de aplicativos móveis como ferramentas de aprendizagem, o que pode influenciar os níveis de engajamento e a facilidade de uso percebida. Embora a idade não seja uma variável determinante para a classificação dos perfis de aprendizagem, que é o foco central deste trabalho,

conhecer a predominância etária da amostra ajuda a contextualizar os resultados que serão discutidos nas seções seguintes.

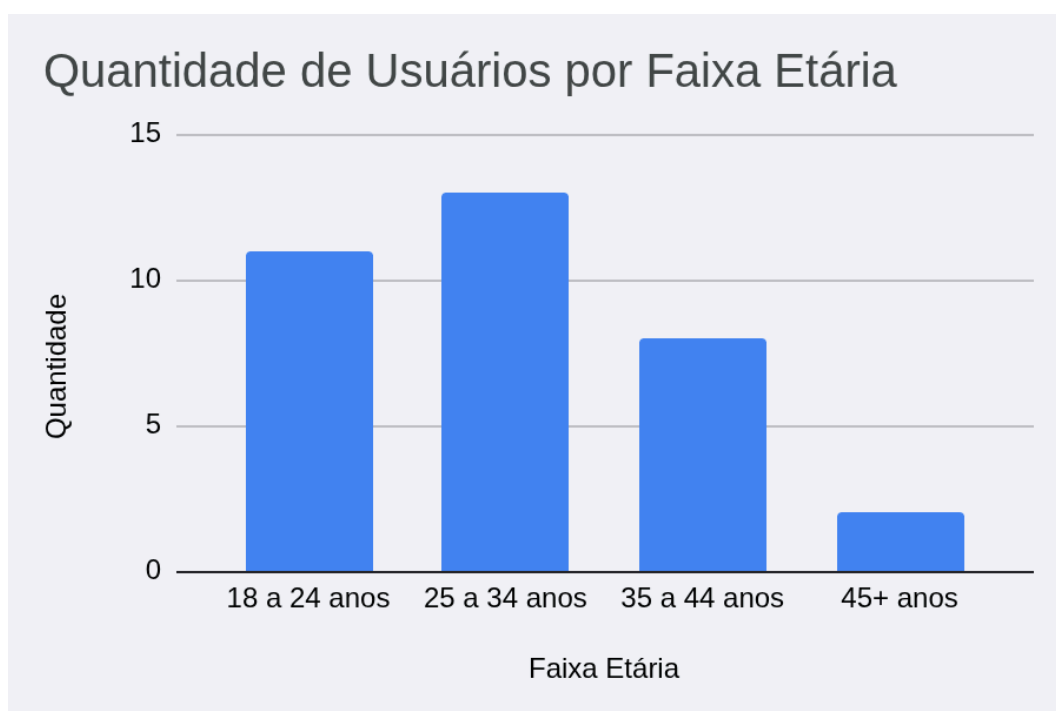


Figura 6 – Distribuição dos participantes por faixa etária.

Fonte: O autor

4.1.2 Conhecimento Prévio sobre Libras

A Figura 7 apresenta a distribuição dos 34 participantes com base no nível de conhecimento sobre LIBRAS que eles próprios declararam ter no momento do cadastro. Este dado é de fundamental importância para a pesquisa, pois permite verificar se o perfil dos testadores está alinhado com o objetivo do aplicativo, que é servir como uma ferramenta de introdução à língua.

Os resultados demonstram um alinhamento claro com o público-alvo pretendido. A esmagadora maioria dos participantes, 31 pessoas, o que corresponde a 91,2% da amostra, identificou-se como "Iniciante". Apenas 3 participantes (8,8%) se classificaram como de nível "Médio", e nenhum participante se declarou como "Avançado".

Esta constatação é crucial para a validade da análise de aprendizagem que será apresentada a seguir. O fato de a amostra ser composta majoritariamente por iniciantes significa que a maioria dos usuários de fato possuía espaço para o aprendizado. Isso torna a aplicação da metodologia de Serrano-Laguna, que se baseia na medição do conhecimento adquirido, particularmente relevante para este grupo de estudo.

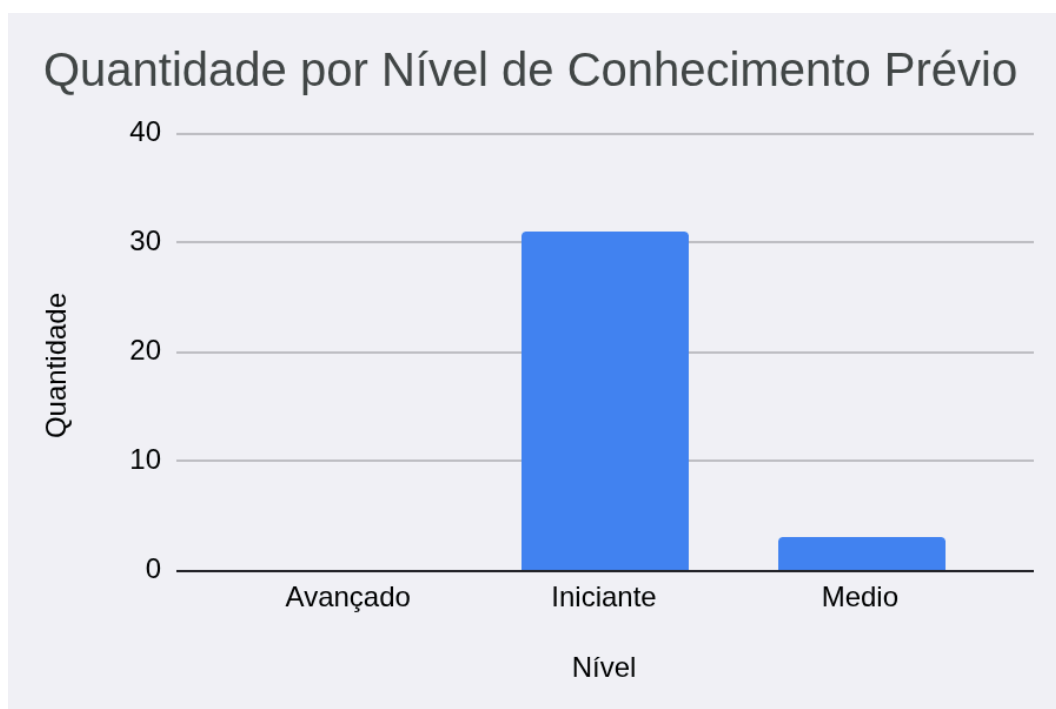


Figura 7 - Quantidade de usuários por nível de conhecimento prévio.

Fonte: O autor.

4.1.3 Taxa de Acerto

A Figura 8 oferece uma visão consolidada do desempenho de todos os 34 participantes do estudo. Durante o período de testes, o aplicativo registrou um volume total de 395 interações de resposta dentro do módulo de desafios, um número que reflete o engajamento geral dos usuários com a ferramenta de avaliação.

Desse universo de interações, o gráfico detalha a distribuição entre acertos e erros. Foram contabilizadas 258 respostas corretas, o que constitui a maior parte das tentativas. Em contrapartida, foram registradas 137 respostas incorretas, indicando que os desafios propostos ofereceram um nível de dificuldade real para os participantes.

Ao analisar a proporção desses números, calcula-se uma média geral de acertos de 65,3%. Este percentual é um indicador quantitativo importante, pois sugere que o conteúdo e a dificuldade das questões estavam, de forma geral, bem calibrados para o público-alvo, que era predominantemente composto por iniciantes na Língua Brasileira de Sinais.

Este balanço entre acertos e erros é, de fato, um resultado positivo para um jogo sério. A prevalência de acertos aponta que o conteúdo é compreensível e que o aprendizado é possível dentro do aplicativo. Ao mesmo tempo, o volume significativo de erros demonstra que o jogo não é trivial, mantendo o usuário engajado através do desafio e criando oportunidades claras para a aprendizagem a partir da correção e da repetição, elementos centrais para a eficácia de uma ferramenta educacional.

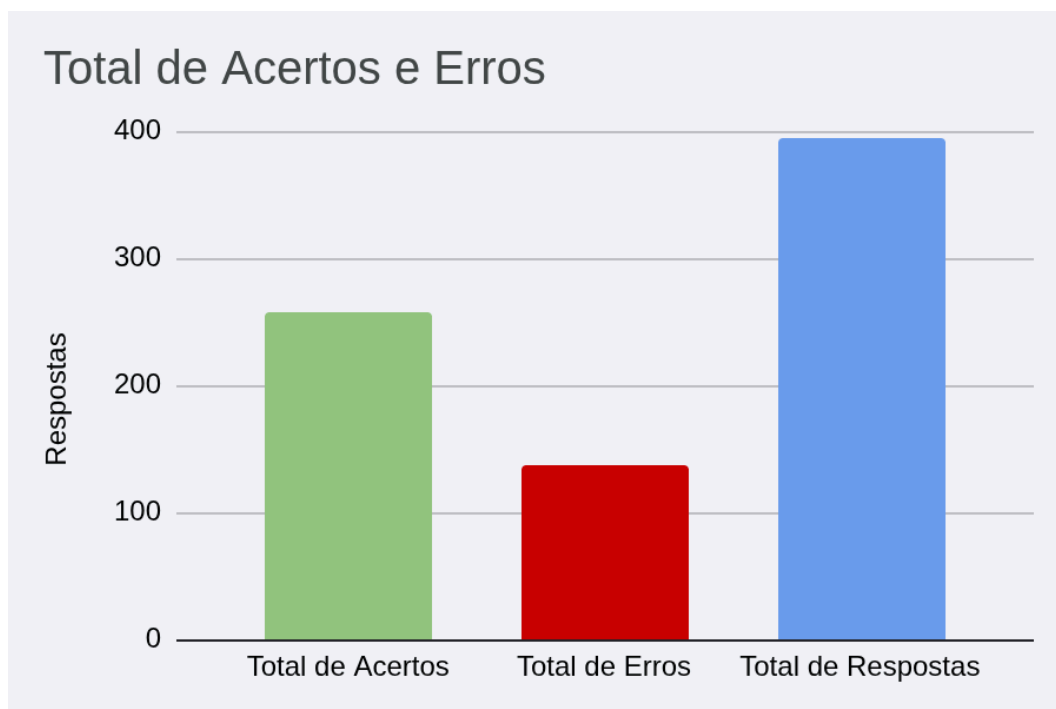


Figura 8 – Desempenho geral dos participantes

Fonte: O autor.

4.1.4 Jornada no Aplicativo ao Longo das Fases do Jogo

A Figura 9 oferece uma análise detalhada do comportamento dos usuários ao longo da sua jornada no aplicativo. O gráfico compara três métricas essenciais para cada uma das seis fases de desafios: o volume total de respostas, que serve como um indicador de engajamento, e a contagem de acertos e erros, que reflete o desempenho e a compreensão do conteúdo.

A observação mais evidente é o padrão de funil no engajamento dos usuários. A Fase 1 ("Alimentos") concentrou o maior volume de atividade, com 165 interações, um número que diminui progressivamente até a Fase 6 ("Profissões"), que registrou apenas 15 respostas. Este fenômeno é esperado em aplicativos de aprendizagem e indica que uma parte dos participantes concluiu os testes após explorar os níveis iniciais, enquanto um grupo menor, porém mais engajado, prosseguiu por todas as etapas.

Em relação ao desempenho, a análise revela uma tendência positiva e consistente. Em todas as seis fases, o número de acertos supera o número de erros. Isso sugere que, independentemente da fase, os usuários que permaneceram ativos na plataforma estavam compreendendo o conteúdo e sendo capazes de aplicá-lo com sucesso nos desafios. A manutenção de um bom desempenho é um forte indicativo de que o design do jogo e a dificuldade das questões estavam bem calibrados.

A combinação dessas duas observações, a queda no engajamento e a consistência no desempenho, é um dos achados mais importantes desta análise. Ela nos permite levantar a hipótese de que, embora nem todos os usuários tenham percorrido a jornada completa, aqueles que fizeram demonstraram uma curva de aprendizado positiva. Este fato prepara o terreno para a aplicação da metodologia de Serrano-Laguna, que irá aprofundar a investigação sobre os perfis de aprendizagem deste grupo de participantes.

Total de Respostas, Acertos e Erros

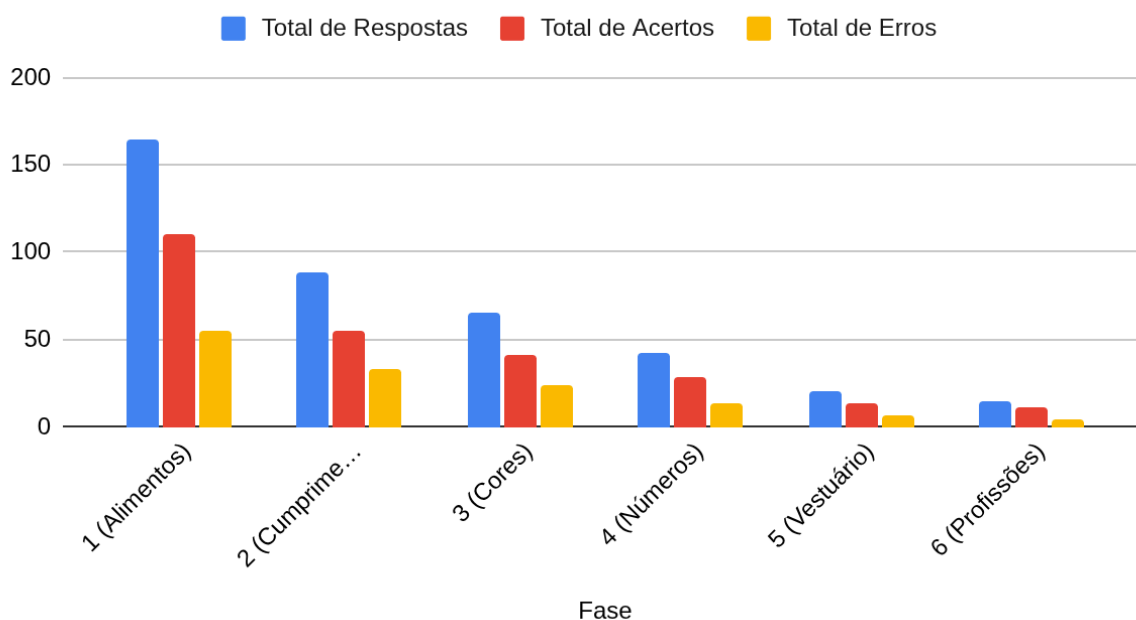


Figura 9 – Relação entre Respostas, Acertos e Erros por Fase do Jogo.

Fonte: O autor.

4.2. Análise dos Perfis de Aprendizagem

A etapa central da análise de resultados consistiu na aplicação do framework de Game Learning Analytics proposto por Serrano-Laguna (2017). Conforme descrito na Metodologia, o processo teve início com a separação de todas as interações dos 34 participantes em duas categorias. A primeira resposta de cada usuário a uma pergunta específica foi classificada como Fase de Prática, servindo como base para medir seu conhecimento inicial. Todas as tentativas subsequentes para a mesma pergunta foram alocadas na Fase de Domínio, com o objetivo de avaliar o conhecimento adquirido após a interação com o jogo. A partir dessa separação, foram calculados para cada participante o Índice de Avaliação Inicial (AI) e o Índice de Avaliação Final (AF).

Com base nos valores de AI e AF de cada usuário e utilizando um limiar de 5,0 como ponto de corte, foi possível classificar cada um dos 34 participantes em um dos quatro perfis de aprendizagem. A distribuição desses perfis, que representa o principal resultado desta pesquisa, está ilustrada no gráfico da Figura 10.

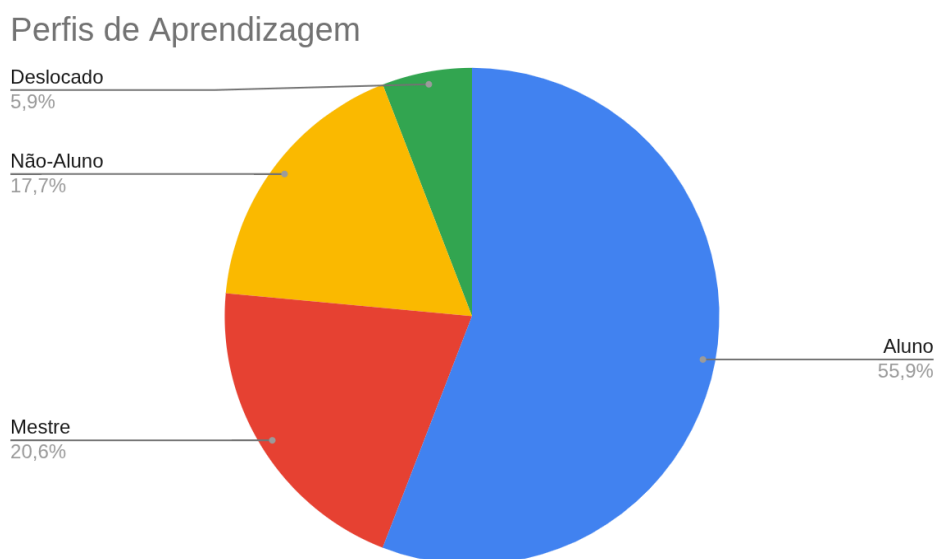


Figura 10 – Distribuição percentual dos perfis de aprendizagem

A análise do gráfico mostra que o perfil Aluno foi o predominante, englobando 19 dos 34 participantes, o que corresponde a 55,9% da amostra. O perfil Aluno caracteriza os usuários que iniciaram o jogo com um baixo conhecimento sobre o conteúdo (AI baixo) e, ao final da interação, demonstraram ter alcançado um alto nível de domínio (AF alto). A prevalência deste perfil evidencia que o aplicativo foi eficaz como ferramenta de ensino para a maioria do seu público, cumprindo seu objetivo pedagógico principal.

O segundo perfil mais frequente foi o de Mestre, que representou 20,6% dos participantes (7 usuários). Estes foram os indivíduos que já possuíam um bom conhecimento prévio sobre os sinais em LIBRAS e o confirmaram ao longo do jogo, mantendo um alto desempenho do início ao fim. Por outro lado, o perfil Não-Aluno, com 17,6% da amostra (6 usuários), representa o grupo para o qual o jogo não se mostrou eficaz, pois não possuíam o conhecimento e não o adquiriram. Finalmente, uma minoria de 5,9% (2 usuários) foi classificada no perfil anômalo Deslocado, o que pode indicar acertos casuais na fase inicial seguidos por dificuldades na fase de domínio.

Em suma, a aplicação da metodologia revela um cenário positivo sobre a eficácia do aplicativo. A constatação de que mais da metade dos testadores se enquadra no perfil Aluno, somada aos que se classificaram como Mestre, indica que para mais de 75% da amostra o aplicativo funcionou como uma ferramenta de aprendizagem ou de validação de conhecimento eficaz. Este resultado apoia a hipótese de que as estratégias de design e de conteúdo adotadas foram bem-sucedidas para o público-alvo deste trabalho.

4.3 Discussão dos Resultados

4.3.1 A Eficácia do Jogo na Promoção da Aprendizagem

A análise dos perfis de aprendizagem, que é o resultado central desta pesquisa, aponta para uma conclusão positiva sobre a capacidade do aplicativo em promover o aprendizado de LIBRAS. O dado mais importante que sustenta essa afirmação é o fato de que a maioria dos participantes, um total de 55,9%, foi classificada no perfil Aluno. Em termos práticos, isso significa que mais da metade das pessoas que testaram o aplicativo iniciaram a experiência com um baixo conhecimento do conteúdo e, ao final, demonstraram ter aprendido o que foi ensinado, alcançando um desempenho superior.

Este sucesso pode ser explicado, em primeiro lugar, pela estrutura de microlearning (ou micro aprendizagem) adotada no aplicativo. Conforme discutido na fundamentação teórica, essa estratégia consiste em apresentar o conteúdo em pequenas doses, de forma focada e rápida. O módulo "Explorar" do aplicativo materializa essa ideia, permitindo que o usuário aprenda um sinal de cada vez, em poucos segundos. Essa abordagem se mostrou ideal para o público-alvo, que, como vimos na criação das personas, é composto majoritariamente por adultos com rotinas ocupadas e que precisam de flexibilidade para estudar em curtos intervalos de tempo.

O segundo pilar que explica a eficácia do jogo é o seu formato de quiz, que vai além de uma simples avaliação. O ato de responder às perguntas força o cérebro do usuário a fazer um esforço para buscar a informação na memória, um processo conhecido na literatura como "recuperação ativa". Esse esforço de lembrar, por si só, já é um poderoso mecanismo de aprendizado, muito mais eficaz do que apenas ler ou rever um conteúdo passivamente, um fenômeno conhecido na literatura como "aprendizagem aprimorada por testes" (ROEDIGER; KARPICKE, 2006). O ciclo se completa com o feedback imediato, visual e colorido (verde para acerto, vermelho para erro), que informa ao usuário na mesma hora se sua recuperação da memória

foi bem-sucedida, ajudando a fixar a informação correta.

Portanto, a combinação dessas duas estratégias criou um ambiente de aprendizagem completo e eficiente. De um lado, o microlearning ofereceu uma forma fácil e rápida de consumir o conteúdo. Do outro, o quiz gamificado ofereceu uma oportunidade para praticar, reforçar e, efetivamente, consolidar o que foi aprendido.

Essa conclusão principal é ainda reforçada pela média geral de acertos de 65,3% observada em todas as interações. Este número mostra que o aplicativo encontrou um bom equilíbrio: não era tão fácil a ponto de se tornar trivial, nem tão difícil a ponto de causar frustração e desengajamento. Este nível de dificuldade bem ajustado é fundamental para manter o usuário motivado e dentro de uma zona de aprendizado produtiva.

4.3.2. Análise dos Perfis Minoritários: Os Casos de Não-Aprendizagem

Apesar de a maioria dos usuários ter aprendido com o aplicativo, é importante analisar os casos em que isso não aconteceu. Entender os perfis minoritários permite identificar as limitações do jogo e pensar em como melhorá-lo no futuro. Os grupos classificados como Não-Aluno e Deslocado, que juntos somam um pouco mais de 23% dos participantes, fornecem pistas valiosas para esta análise.

O grupo mais significativo entre eles é o de Não-Aluno, formado por 6 pessoas (17,6% da amostra). Estes foram os usuários que começaram com baixo conhecimento e terminaram da mesma forma. Existem algumas hipóteses para explicar por que o aplicativo não funcionou para eles. Uma delas está relacionada ao baixo engajamento. É possível que esses usuários tenham testado o aplicativo por muito pouco tempo, abandonando o jogo antes que o ciclo de prática e repetição pudesse fazer efeito.

Outra explicação pode estar em diferentes estilos de aprendizagem. A combinação de vídeos curtos com um quiz, embora tenha sido eficaz para a maioria, pode não ser a abordagem mais adequada para todos. Alguns indivíduos talvez precisem de explicações mais detalhadas ou de um tipo diferente de interação que o aplicativo não oferece. Isso não significa que o jogo seja falho, mas serve como um lembrete de que nenhuma solução de ensino funciona de maneira universal.

Já o perfil Deslocado foi bem menor, com apenas 2 participantes (5,9%). Este perfil é curioso, pois representa pessoas que foram bem no início, mas mal no final. A explicação mais provável para isso não é que elas "desaprenderam", mas sim que acertaram as primeiras respostas por pura sorte. Quando tiveram que responder novamente, a probabilidade não os favoreceu, e o verdadeiro nível de conhecimento foi revelado. Este perfil não aponta uma falha do jogo, mas sim demonstra que o método de análise é robusto o suficiente para identificar e separar esses casos de acertos casuais.

Assim, a análise desses dois grupos cumpre uma função dupla. Primeiro, ela oferece um olhar crítico sobre os limites do aplicativo, mostrando que há espaço para melhorias. Segundo, ela reforça que o método de análise empregado é forte, pois consegue medir não apenas o sucesso, mas também os diferentes tipos de dificuldade que os usuários tiveram.

4.3.3 Análise da Curva de Dificuldade e Engajamento

Além da eficácia de aprendizagem, a análise dos dados de interação permite uma avaliação aprofundada sobre a jornada do usuário dentro do aplicativo, revelando padrões de engajamento e a curva de dificuldade percebida. Esses insights são cruciais para a identificação de pontos de melhoria no design do jogo e no conteúdo pedagógico.

Um dos padrões mais evidentes, extraído da análise do desempenho por fase (Tabela 9), é o funil de engajamento. Observou-se uma queda progressiva no número de interações totais a cada nível: a Fase 1 ("Alimentos") foi a mais jogada, com 165 respostas, enquanto a Fase 6 ("Profissões") registrou apenas 15. Este é um fenômeno esperado e amplamente documentado em aplicativos móveis e jogos, onde nem todos os usuários completam 100% do conteúdo disponível. No entanto, essa queda acentuada sugere que, embora o núcleo do jogo seja funcional, há uma oportunidade para aprimorar os mecanismos de retenção de usuários a longo prazo.

Para mitigar essa taxa de abandono, futuras versões do aplicativo poderiam incorporar elementos de gamificação mais robustos, com o objetivo de aumentar a motivação extrínseca dos participantes. A implementação de sistemas de recompensas, como medalhas por completar fases sem erros, um ranking de pontuação (anônimo ou entre amigos) ou desafios diários, poderia criar um ciclo de engajamento mais forte, incentivando os usuários a retornarem ao aplicativo e a progredirem por todo o conteúdo.

Ao analisar o desempenho em nível granular, por pergunta, é possível identificar os desafios de conteúdo específicos que os usuários enfrentaram. A pergunta 3.3 (do módulo "Cores"), por exemplo, destacou-se como a mais difícil, com um percentual de acertos de apenas 44,4%. Este baixo desempenho levanta hipóteses que merecem investigação: o sinal em LIBRAS para aquela cor específica pode ser gestualmente mais complexo ou muito similar a outros sinais, ou as alternativas de resposta em texto podem ter sido distratores eficazes e muito parecidos entre si, gerando confusão.

Essa análise minuciosa por item é extremamente valiosa. Ela não apenas avalia o conhecimento do usuário, mas também funciona como uma auditoria do próprio conteúdo pedagógico do aplicativo. Os pontos de maior dificuldade, como a pergunta 3.3, fornecem um roteiro claro para futuras iterações da ferramenta. A revisão desses sinais específicos ou o aprimoramento das alternativas de resposta são exemplos de melhorias concretas que podem ser propostas na seção de Trabalhos Futuros, com o objetivo de tornar a experiência de aprendizagem ainda mais eficaz e fluida.

4.3.4 Implicações dos Resultados e Contribuições do Trabalho

No âmbito prático, a pesquisa demonstra que jogos sérios para dispositivos móveis, quando bem fundamentados em estratégias como o microlearning e a gamificação, representam uma via de acesso viável e de baixo custo para o aprendizado da Língua Brasileira de Sinais. O aplicativo se mostrou um recurso eficaz para o público ouvinte iniciante, que muitas vezes enfrenta barreiras como falta de tempo, recursos financeiros ou a intimidação inicial para se matricular em um curso formal. A ferramenta pode, portanto, atuar como uma porta de entrada, desmistificando a LIBRAS e servindo como uma ponte motivacional para que o usuário busque, posteriormente, um aprendizado mais aprofundado e contextualizado em cursos formais

Do ponto de vista acadêmico, a contribuição central deste Trabalho de Conclusão de Curso está na sua abordagem metodológica para a avaliação de eficácia. Conforme apontado na revisão de literatura, o cenário nacional de aplicativos para o ensino de LIBRAS, embora crescente, ainda é marcado por uma lacuna: a maioria dos estudos se concentra na descrição do desenvolvimento da ferramenta ou em análises de usabilidade e satisfação, que, embora importantes, não oferecem evidências diretas sobre a ocorrência da aprendizagem.

Este trabalho se diferencia ao preencher essa lacuna de forma direta. A aplicação do framework de Game Learning Analytics de Serrano-Laguna (2017) permitiu ir além da superfície da interação. Em vez de apenas perguntar ao usuário se ele gostou do aplicativo, foi possível analisar os dados de seu desempenho para inferir, de maneira objetiva e não intrusiva, sua jornada de aquisição de conhecimento. A classificação dos participantes em perfis de aprendizagem como "Aluno" e "Mestre" não é uma métrica de opinião, mas sim uma evidência quantitativa de que o aprendizado, ou a validação do conhecimento, de fato ocorreu.

Portanto, a principal contribuição deste estudo é fornecer um modelo metodológico robusto e replicável para a avaliação da eficácia pedagógica de tecnologias educacionais. Ele demonstra, com um estudo de caso prático e bem-sucedido, como é possível utilizar os dados gerados pelo próprio uso de um aplicativo para obter insights valiosos sobre o processo de aprendizagem, movendo o campo de pesquisa um passo adiante: da simples criação de ferramentas para a comprovação de seu impacto educacional.

5 Conclusão

5.1 Síntese dos Resultados

O presente trabalho teve como objetivo central avaliar a eficácia de um jogo sério para dispositivos móveis no ensino de vocabulário básico da Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) para adultos ouvintes. Para isso, foi aplicada a metodologia de Game Learning Analytics de Serrano-Laguna, que permite inferir resultados de aprendizagem a partir da análise de dados de interação. A análise dos dados coletados permite concluir que o aplicativo cumpriu seu propósito pedagógico para a maioria dos participantes.

O principal achado que sustenta esta conclusão é a predominância do perfil Aluno, que compreendeu 55,9% da amostra de 34 participantes. Este resultado indica que mais da metade dos usuários, que iniciaram com baixo conhecimento prévio, demonstraram ter adquirido o conteúdo ao final da interação com o jogo. Somando-se a este grupo o perfil Mestre (20,6%), que utilizou o aplicativo para validar seu conhecimento prévio, observa-se que para mais de 75% dos testadores a ferramenta funcionou como um instrumento eficaz de aprendizagem ou de reforço. Adicionalmente, a média geral de acertos de 65,3% reforça que o nível de dificuldade do jogo se mostrou adequado para um público iniciante, sendo desafiador o suficiente para promover o aprendizado sem causar desmotivação.

5.2 Limitações do Estudo

O presente trabalho, embora tenha atingido seus objetivos, apresenta algumas limitações que devem ser consideradas. A primeira limitação está relacionada à amostra de participantes. A pesquisa contou com a participação de 34 usuários, um número que, embora tenha permitido a aplicação da metodologia estatística e a geração de insights, ainda é considerado uma amostra relativamente pequena.

A segunda limitação refere-se ao escopo do conteúdo pedagógico do aplicativo. O jogo sério foi projetado intencionalmente para ser uma ferramenta introdutória, com foco no ensino de um vocabulário básico da LIBRAS, organizado em módulos temáticos. Aspectos gramaticais mais complexos e essenciais para a fluência na língua, como a estrutura da frase, o uso de classificadores e as expressões não manuais (faciais e corporais) com função gramatical, não foram abordados. Portanto, a eficácia do aplicativo, está limitada à sua capacidade de ensinar vocabulário fundamental, não podendo ser estendida à promoção da fluência comunicativa em LIBRAS.

5.3 Trabalhos Futuros

Uma primeira e fundamental etapa seria a reaplicação do estudo com uma amostra de participantes maior e mais diversificada. A realização de testes com um grupo mais amplo e, se possível, selecionado de forma aleatória, permitiria aumentar a validade estatística e a capacidade de generalização dos resultados, consolidando as conclusões sobre a eficácia do aplicativo para diferentes perfis demográficos.

Com base na análise de engajamento, que identificou uma queda na participação ao longo das fases, um trabalho futuro de grande relevância seria a implementação e a avaliação de novos elementos de gamificação. A adição de sistemas de recompensas, como medalhas por desempenho, um ranking de pontuação ou desafios diários, poderia aumentar a motivação e a retenção dos usuários. Um estudo subsequente poderia medir o impacto dessas novas funcionalidades, comparando as taxas de engajamento antes e depois de sua implementação.

Em relação ao conteúdo pedagógico, uma evolução natural do projeto seria o desenvolvimento de novos módulos com temas mais avançados, que vão além do vocabulário básico. A criação de fases com foco em aspectos gramaticais da LIBRAS, como a estrutura de frases, o uso de classificadores e as expressões não manuais, representaria um avanço significativo no potencial de ensino do aplicativo, movendo-o de uma ferramenta introdutória para um recurso de aprendizado mais completo.

Por fim, para aprofundar a compreensão sobre os casos de não-aprendizagem, sugere-se a realização de uma pesquisa de abordagem qualitativa. A condução de entrevistas com os usuários classificados no perfil "Não-Aluno" permitiria investigar a fundo as razões de suas dificuldades, que podem estar relacionadas a fatores de usabilidade, estilo de aprendizagem ou motivação. A combinação de dados quantitativos com insights qualitativos resultaria em uma compreensão muito mais rica e completa da interação entre o usuário e a ferramenta de aprendizagem.

Referências

COOPER, A. **The Inmates Are Running the Asylum: Why High-Tech Products Drive Us Crazy and How to Restore the Sanity**. 2. ed. Indianapolis: Sams Publishing, 2004.

DE-MARCOS, L.; DOMINGUEZ, A.; SAENZ-DE-NAVARRETE, J.; PAGES, C. **An empirical study comparing gamification and social networking on e-learning**. In: IEEE ANNUAL CONFERENCE ON OPEN SYSTEMS – ICOS, 64., 2014, Kuching. Anais [...]. [S.l.]: IEEE, 2014. p. 1-6.

DE SOUSA, M. B.; DE DEUS, V. H. M.; DE CARVALHO, F. H. M. **Mãos que falam: o desenvolvimento de um aplicativo de auxílio à comunicação em LIBRAS**. In: WORKSHOPS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO – WCBIE, 6., 2017, Brasília. Anais [...]. Brasília: SBC, 2017. p. 1-10.

DJAUTI, D.; ALVAREZ, J.; JESSEL, J.-P.; RAMPNOUX, O. **Origins of serious games**. In: MA, M.; OIKONOMOU, A.; JAIN, L. C. (ed.). *Serious games and edutainment applications*. London: Springer, 2011. p. 25–43.

FOWLER, M.; SADALAGE, P. J. **NoSQL Distilled: A Brief Guide to the Emerging World of Polyglot Persistence**. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley, 2012.

GOMES, A. S.; BITTENCOURT, I. I. **Um estudo sobre o uso de jogos digitais no ensino e aprendizagem da Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS)**. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 28, p. 553-575, 2020.

HUG, T. **Microlearning: a new pedagogical challenge**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MEDIA AND SOCIETY, 4., 2005, Innsbruck. Anais [...]. Innsbruck: University of Innsbruck, 2005.

LIDWELL, W.; HOLDEN, K.; BUTLER, J. **Universal Principles of Design**. Revised and Updated. Beverly: Rockport Publishers, 2010.

LOH, C. S.; SHENG, Y.; IFENTHALER, D. **Serious games analytics: theoretical framework**. In: LOH, C. S.; SHENG, Y.; IFENTHALER, D. (ed.). *Serious games analytics*. Cham: Springer, 2015. p. 3-29.

MICHAEL, D.; CHEN, S. **Serious games: games that educate, train, and inform**. Boston: Muska & Lipman/Premier-Trade, 2005.

PLASS, J. L.; HEINIG, S. W.; MAYER, R. E. **Emotional design in multimedia learning: effects of shape and color on affect and learning**. *Learning and Instruction*, v. 29, p. 128-140, 2014.

QUADROS, R. M. de; KARNOPP, L. B. **Língua de sinais brasileira: estudos linguísticos**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

RELATÓRIO técnico: **Fundamentação pedagógica para um aplicativo móvel de ensino de LIBRAS para adultos ouvintes**. [S.l.], 2025. Documento não publicado.

ROEDIGER, H. L.; KARPICKE, J. D. **Test-enhanced learning: taking memory tests improves long-term retention**. *Psychological Science*, v. 17, n. 3, p. 249-255, 2006.

SERRANO-LAGUNA, Á.; MANERO, B.; FREIRE, M.; FERNÁNDEZ-MANJÓN, B. **A methodology for assessing the effectiveness of serious games and for inferring player learning outcomes**. *Multimedia Tools and Applications*, v. 77, n. 11, p. 1-24, 2018.

SHUTE, V. J. Focus on formative feedback. *Review of Educational Research*, v. 78, n. 1, p. 153-189, 2008.

SIEMENS, G. **Learning analytics: the emergence of a discipline**. *American Behavioral Scientist*, v. 57, n. 10, p. 1380–1400, 2013.

SPINELLI, C. **A utilização de game learning analytics em um serious game voltado ao turismo**. 2020. 57 f. Monografia (Bacharelado em Sistemas de Informação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2020.

STUMPF, M. R. **Aprendizagem de língua de sinais como segunda língua: o material didático e a variação linguística**. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISAS EM TRADUÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE LIBRAS E LÍNGUA PORTUGUESA, 2., 2012, Florianópolis. Anais [...]. Florianópolis: UFSC, 2012.