

ABC ENCANTADO

ALFABETIZAÇÃO INTERATIVA: RECONHECIMENTO EM TEMPO REAL DAS LETRAS DESENHADAS EM PAPEL COM REDE NEURAL CONVOLUCIONAL

Nicole François Schutz¹

RESUMO

Este artigo apresenta o desenvolvimento de uma aplicação interativa voltada à alfabetização infantil, integrando metodologias pedagógicas com redes neurais convolucionais (CNNs). A proposta visa reconhecer, em tempo real, letras script desenhadas em papel, oferecendo feedback por áudio imediato. O objetivo é tornar o processo de aprendizagem mais lúdico, acessível e eficaz, promovendo maior engajamento por parte das crianças no reconhecimento e escrita das letras do alfabeto. Além do desenvolvimento técnico, o estudo incluiu pesquisas exploratórias com crianças em fase de alfabetização e professores, com o intuito de compreender as percepções sobre a usabilidade, aplicabilidade e potencial pedagógico da ferramenta. A aplicação foi desenvolvida utilizando tecnologias como TensorFlow, Keras, OpenCV e PyQt5, e treinada com o dataset A–Z Handwritten. O trabalho foi apresentado a professores alfabetizadores, que realizaram uma avaliação qualitativa da proposta. O estudo reforça o potencial da integração entre tecnologia e educação como ferramenta inovadora para práticas pedagógicas na era digital.

Palavras-chave: Alfabetização infantil; Redes neurais convolucionais; Inteligência Artificial.

ABSTRACT

This paper presents the development of an interactive application aimed at teaching children to read and write, integrating pedagogical methodologies with convolutional neural networks (CNNs). The proposal aims to recognize, in real time, script letters drawn on paper, offering immediate audio feedback. The goal is to make the learning process more playful, accessible and effective, promoting greater engagement on the part of children in recognizing and writing the letters of the alphabet. In addition to the technical development, the study included exploratory research with children in the literacy phase and teachers, in order to understand their perceptions about the usability, applicability and pedagogical potential of the tool. The application was developed using technologies such as TensorFlow, Keras, OpenCV and PyQt5, and trained with the A–Z Handwritten dataset. The work was presented to literacy teachers, who carried out a qualitative evaluation of the proposal. The study reinforces the potential of the integration between technology and education as an innovative tool for pedagogical practices in the digital age.

Keywords: Children's literacy; Convolutional neural networks; Artificial intelligence.

1. INTRODUÇÃO

A alfabetização é uma etapa fundamental no desenvolvimento infantil, pois serve de base para a aquisição de diversas competências, como leitura, escrita e raciocínio lógico. Nesse contexto, o uso de tecnologias inovadoras surge como uma

¹ Discente do Curso Ciência da Computação da Universidade La Salle - Unilasalle, matriculada na disciplina TCC II. E-mail: nicole.202010506@uni, sob a orientação Prof. Mozart Siqueira. E-mail: mozart.siqueira@unilasalle.edu.br Dr. Mozart Lemos de Siqueira. Data de entrega: 23 junho 2025.

ferramenta promissora para aprimorar o processo de ensino, tornando a experiência mais interativa, dinâmica e eficaz. Diante disso, este projeto propõe a integração entre metodologias pedagógicas tradicionais e recursos tecnológicos avançados, por meio do desenvolvimento de uma aplicação baseada em redes neurais convolucionais (CNNs) para o reconhecimento, em tempo real, de letras desenhadas à mão em papel. O objetivo é oferecer às crianças feedback imediato durante a escrita, estimulando o engajamento, a autonomia e a correção de erros de forma mais lúdica e eficiente.

A proposta é motivada pela necessidade de modernizar o processo de alfabetização, alinhando-o às tendências tecnológicas contemporâneas. O uso de visão computacional nesse contexto visa transformar o ambiente educacional em um espaço mais estimulante e adaptado às demandas do século XXI. A pesquisa levanta a seguinte questão-problema: como redes neurais convolucionais podem ser empregadas para reconhecer, em tempo real, letras desenhadas à mão em papel, contribuindo para o processo de alfabetização infantil?

Do ponto de vista teórico, este estudo configura-se como uma contribuição significativa para a literatura acadêmica sobre a aplicação da inteligência artificial na educação. Ao investigar o uso de redes neurais convolucionais como ferramenta inovadora nos processos de ensino-aprendizagem, o projeto amplia as possibilidades de integração entre tecnologia e pedagogia, oferecendo novas perspectivas para o desenvolvimento de práticas educacionais mais eficazes e compatíveis com a era digital. Em termos práticos, a aplicação proposta busca aprimorar o aprendizado na fase inicial da alfabetização, oferecendo feedback imediato e personalizado às crianças que estão aprendendo a reconhecer e escrever letras. Essa abordagem não apenas dinamiza e torna mais eficiente o processo de aprendizagem, como também fornece aos educadores uma ferramenta que complementa suas metodologias de ensino, respondendo a desafios contemporâneos da educação e promovendo maior engajamento e melhores resultados.

A motivação central reside na criação de soluções práticas que enfrentem os desafios atuais do ensino infantil, contribuindo para um futuro em que a tecnologia desempenhe um papel transformador na educação.

Assim, o objetivo geral deste projeto é desenvolver uma aplicação interativa que utiliza redes neurais convolucionais para auxiliar no processo de alfabetização infantil, integrando tecnologia de ponta ao ambiente educacional e proporcionando uma ferramenta que torne o aprendizado das letras mais acessível, envolvente e eficaz, em consonância com as necessidades educacionais do século XXI.

Para alcançar esse propósito, estabelecem-se os seguintes objetivos específicos: (i) treinar uma rede neural convolucional capaz de reconhecer letras desenhadas à mão com alta precisão, assegurando que o sistema forneça resultados confiáveis e úteis para o aprendizado; (ii) desenvolver uma interface gráfica intuitiva e interativa, voltada especificamente para o público infantil, garantindo facilidade de uso e atratividade; e (iii) avaliar o impacto da aplicação no processo de aprendizagem e no engajamento das crianças, mensurando a eficácia da tecnologia como ferramenta de apoio à alfabetização.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção apresenta os fundamentos técnicos relacionados à interatividade, redes neurais convolucionais, visão computacional e às principais bibliotecas utilizadas no desenvolvimento do sistema, tais como OpenCV, TensorFlow e PyQt5.

2.1 ALFABETIZAÇÃO

A alfabetização é a ação de alfabetizar e tornar o indivíduo capaz de ler e escrever. Quando se fala em crianças de cinco e seis anos, isso ficará muito interessante se essa alfabetização for feita a partir de textos envolventes e motivadores (SOARES, 1998).

Com a tecnologia digital o aluno interage com os objetos de conhecimento de maneira mais ampla, cabendo ao professor, como mediador desse processo, apropriar-se definitivamente destes dispositivos e mecanismos, para que o aluno usufrua da diversidade textual contida nas telas, ampliando com isso suas possibilidades de escolhas (OLIVEIRA, 2018). O processo de alfabetização digital torna-se um importante aliado no processo de ensino-aprendizagem (OLIVEIRA, 2018).

Moran(2001, p.1) elenca que “uma parte importante da aprendizagem acontece quando conseguimos integrar todas as tecnologias, as telemáticas, as audiovisuais, as textuais, orais, musicais, lúdicas e corporais.

2.2 FUNDAMENTAÇÃO TÉCNICA

Essa seção apresenta os fundamentos teóricos relacionados à interatividade, redes neurais convolucionais, visão computacional e as bibliotecas e frameworks utilizados na construção do sistema, como OpenCV, TensorFlow e PyQt5.

2.2.1 INTERATIVIDADE

O termo “interatividade” refere-se à troca de informações entre indivíduos (interação humano-humano) ou entre indivíduos e sistemas computacionais (interação humano-máquina). Esse conceito tem se mostrado relevante em diversas áreas, como a educação a distância, a engenharia de software e a comunicação digital (PRIMO; CASSOL, 2006).

Na interação humano-computador, o usuário assume um papel ativo, participando da construção de conteúdo, colaborando com outros usuários e contribuindo para resultados coletivos, muitas vezes imprevisíveis, em função da variedade de caminhos possíveis (OLIVEIRA, 2018).

2.2.2 REDES NEURAS CONVOLUCIONAIS (CNNs)

As CNNs são arquiteturas de rede neural especialmente projetadas para processar dados de forma hierárquica, buscando identificar padrões e características complexas em imagens (BERTONI e FEDER, 2018).

Segundo Bertoni e Feder(2018), as CNNs são as atuais arquiteturas de modelo de última geração para tarefas de classificação de imagens. Aplicam uma série de filtros aos dados de pixel brutos de uma imagem para extrair e aprender recursos de nível mais alto, que o modelo pode ser usado para classificação.

2.2.5 Visão Computacional

A visão computacional é uma área da inteligência artificial que permite aos computadores interpretar e extrair informações significativas de imagens, vídeos e outros dados visuais. Segundo a International Business Machines Corporation (IBM, 2022), trata-se de um campo que busca automatizar a percepção visual, possibilitando a análise e compreensão de conteúdo visual por máquinas.

2.2.6 Biblioteca OpenCV

Abreviação de Open Source Computer Vision, é uma biblioteca de código aberto de visão computacional e funções de processamento de imagens. Ele fornece uma ampla gama de ferramentas e algoritmos que podem ser usados para processar, analisar e entender imagens e vídeos.

Essa biblioteca foi desenvolvida pela Intel 4 em 1999, com o intuito de criar uma ferramenta para ajudar os pesquisadores em visão computacional a desenvolver seus projetos de forma mais rápida e eficiente (BRADSKI, 2000).

A OpenCV é escrita em linguagem C++ e oferece suporte a várias linguagens de programação, incluindo Python. Além de reconhecimento de faces, a biblioteca provê diversas funções relacionadas à análise de imagens, detecção de objetos, processamento de vídeo e inteligência artificial (SILVA, 2023).

2.2.7 TensorFlow

TensorFlow é um framework de aprendizado de máquina de código aberto desenvolvido pela equipe do Google Brain. Ele foi projetado para facilitar o desenvolvimento e a implantação de modelos de aprendizado de máquina, particularmente modelos de aprendizado profundo (BERTONI e FEDER, 2018).

Segundo Bertoni e Feder(2018), o TensorFlow fornece um ecossistema flexível e abrangente para construção e treinamento de vários tipos de redes neurais. O TensorFlow tem sido amplamente utilizado em diversas áreas, como reconhecimento de imagens, tradução automática, análise de sentimentos, previsões financeiras e diagnósticos médicos. Um dos exemplos mais emblemáticos é o uso do framework na classificação de dígitos manuscritos utilizando o dataset MNIST, base que também é comumente aplicada em pesquisas voltadas ao reconhecimento de escrita, como no contexto deste projeto.

2.2.8 Framework PyQt5

O PyQt5 é um *framework* de desenvolvimento de interfaces gráficas para aplicações desktop em Python. Ele disponibiliza um conjunto de classes e ferramentas que permitem a criação de interfaces modernas, responsivas e interativas, com suporte a eventos, janelas e componentes visuais. Sua utilização proporciona maior usabilidade ao sistema e melhora a experiência do usuário final.

2.2.9 Biblioteca Keras

A Keras é uma biblioteca de código aberto voltada ao desenvolvimento e treinamento de redes neurais artificiais. Desenvolvida originalmente por François Chollet em 2015, a biblioteca foi posteriormente integrada ao ecossistema do TensorFlow como sua interface oficial de alto nível, tornando-se uma ferramenta amplamente utilizada em aplicações de aprendizado profundo.

Seu principal diferencial está na simplicidade e na facilidade de uso, oferecendo uma API intuitiva e modular para a construção de modelos de redes neurais. Com poucas linhas de código, é possível definir arquiteturas complexas, realizar o treinamento e avaliar o desempenho dos modelos, o que torna a Keras ideal tanto para iniciantes quanto para profissionais da área (CHOLLET, 2018).

3. METODOLOGIA

Este trabalho visa desenvolver uma aplicação interativa para o reconhecimento, em tempo real, de letras desenhadas em papel, utilizando redes neurais convolucionais (CNNs). A pesquisa é de natureza descritiva e exploratória, com abordagem qualitativa, buscando compreender como a interação com a aplicação pode contribuir para o processo de alfabetização infantil, além de analisar a percepção de professores sobre seu uso em sala de aula. A metodologia envolveu duas etapas principais:

Testes com crianças: A aplicação foi testada com crianças de 4 a 7 anos, do bairro Estância Velha (Canoas/RS). Letras específicas foram desenhadas manualmente pelas crianças em folhas de papel. Em seguida, esses desenhos foram posicionados diante da webcam e o sistema analisou as imagens em tempo real. A maioria das letras foi reconhecida corretamente, e a aplicação forneceu feedbacks visuais e sonoros positivos, demonstrando bom desempenho e usabilidade com o público-alvo.

Pesquisa com professores: Foi aplicado um formulário avaliativo com perguntas abertas e fechadas, voltado à análise do potencial pedagógico da ferramenta, sua aplicabilidade e sugestões de melhoria. Os dados foram analisados qualitativamente para verificar o alinhamento da proposta com as práticas educacionais e as necessidades do ambiente escolar. O formulário completo aplicado aos professores está disponível no **Anexo A** deste trabalho.

Também foram realizadas pesquisas bibliográfica e documental sobre alfabetização, interatividade e o uso de tecnologias no contexto educacional. A análise dos dados considerou as percepções de professores e crianças quanto ao engajamento, facilidade de uso e efetividade da aplicação.

Do ponto de vista técnico, a aplicação realiza a captura de imagens via webcam, pré-processamento (escala de cinza, binarização, centralização e redimensionamento), inferência com uma CNN treinada e fornecimento de feedback em tempo real. Essa dinâmica visa tornar o processo de aprendizagem mais lúdico e personalizado.

A interface gráfica, desenvolvida com o framework PyQt5, foi planejada para ser simples, acessível e adequada ao público infantil. Os testes indicaram que a ferramenta possui potencial como recurso complementar ao processo de alfabetização, especialmente por promover interatividade e estímulo visual e auditivo no momento da aprendizagem.

4. DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO

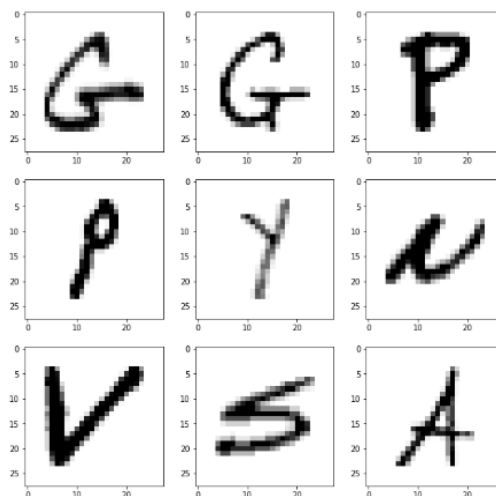
A aplicação desenvolvida visa reconhecer letras do alfabeto desenhadas à mão por crianças, utilizando redes neurais convolucionais (CNNs), visão computacional com OpenCV e uma interface gráfica desenvolvida com PyQt5. O sistema fornece feedback em tempo real por áudio e texto, facilitando o processo de alfabetização.

4.1 Conjunto de dados A–Z Handwritten

O modelo foi treinado utilizando o conjunto de dados A–Z Handwritten (TEJ, 2018), disponível na plataforma Kaggle. Esse dataset é composto por 372.450 imagens de letras maiúsculas manuscritas, são apresentados alguns exemplos na figura 01. Cada uma com resolução de 28×28 pixels em escala de cinza. As imagens

estão organizadas em 26 classes (de A a Z), mapeadas numericamente de 0 a 25, o que facilita o processo de rotulagem durante o treinamento supervisionado.

Figura 01 - Imagens das letras do conjunto de dados A-Z Handwritten



Autoria: Pranay Teja, 2021

Segundo informações do dataset, as amostras foram coletadas de diversos indivíduos adultos, garantindo diversidade nos estilos de escrita e promovendo maior capacidade de generalização por parte do modelo. Aproximadamente 0,1% dos dados foram utilizados para validação, 0,1% para teste e o restante para o treinamento propriamente dito. Como não foi possível utilizar um modelo treinado exclusivamente com letras script de crianças, foram empregadas estratégias de aumento de dados para simular variações reais na escrita manual infantil.

Entre as técnicas aplicadas, destacam-se a dilatação e erosão com OpenCV, simulando diferentes espessuras de traço, e transformações aleatórias com `tf.keras.layers`, como rotações, translações, zoom e adição de ruído gaussiano. Essas abordagens contribuíram para tornar o modelo mais robusto a diferentes estilos de escrita, permitindo à rede neural convolucional aprender representações mais significativas das letras e alcançar um desempenho eficaz na tarefa de classificação.

4.2 Estrutura do conjunto de dados e etapas de pré-processamento

A aplicação utiliza um conjunto de dados amplamente empregado em tarefas de reconhecimento de caracteres manuscritos, disponibilizado em formato `.csv`. Cada linha representa uma imagem em escala de cinza de dimensão 28×28 pixels, totalizando 785 colunas: a primeira indica o rótulo da letra (de 0 a 25, correspondendo às letras A-Z), e as demais armazenam os valores dos pixels em formato linear (flattened).

Para preparar os dados para o treinamento da rede neural convolucional (CNN), foram aplicadas as seguintes etapas de pré-processamento:

- **Conversão de tipo e normalização:** os valores dos pixels, originalmente na escala de 0 a 255, foram convertidos para o intervalo de 0 a 1 (float32), facilitando o aprendizado da rede.
- **Reformatação das imagens:** os dados foram reorganizados para o formato (28, 28, 1), adequado para entrada em redes convolucionais com imagens em tons de cinza.

- **Divisão dos dados:** o conjunto foi separado em 80% para treino e 20% para validação.
- **Aumento de dados (data augmentation):** foram aplicadas técnicas para simular variações reais na escrita manual, como:
 - **Dilatação e erosão com OpenCV**, simulando diferentes espessuras de traço;
 - **Transformações aleatórias** com `tf.keras.layers`, incluindo rotações, translações, zoom e ruído gaussiano.

Essas estratégias de aumento e preparação dos dados contribuíram para tornar o modelo mais robusto a diferentes estilos de escrita, permitindo à rede neural aprender representações significativas das letras e alcançar um desempenho eficaz na tarefa de classificação.

4.3. Treinamento

O modelo foi treinado ao longo de 10 épocas, utilizando um batch size de 64, o que significa que, a cada iteração, o modelo processava 64 imagens por vez, realizava previsões, calculava os erros e ajustava os pesos com base nos resultados. O processo de treinamento foi realizado com o auxílio do módulo `tf.data`, que possibilitou o carregamento eficiente dos dados e a execução em paralelo, otimizando o desempenho computacional. Como resultado, o modelo alcançou uma acurácia de aproximadamente 95% nos dados de treino e 92% nos dados de validação, demonstrando sua capacidade de reconhecer com alta precisão as letras desenhadas manualmente.

4.4 Resultados da Aplicação

A interface inicial da aplicação foi projetada para ser operada pelos professores, porém com uma apresentação visual clara e atrativa para as crianças acompanharem o processo de aprendizagem.

Os principais elementos da tela inicial incluem:

- Uma listagem do alfabeto, permitindo que os professores selecionem e exibam as letras para as crianças visualizarem.
- Uma imagem ilustrativa com todas as letras do alfabeto, que serve como referência visual para facilitar a identificação e o ensino.
- Uma barra de pesquisa para facilitar a localização rápida de letras específicas pelo professor.
- Um botão de “Validar imagem”, utilizado pelo professor para confirmar a captura da letra posicionada diante da webcam e iniciar o processo de reconhecimento.

Essa interface foi elaborada para promover uma interação simples e lúdica, incentivando o engajamento das crianças ao acompanharem a atividade, enquanto o professor conduz a aplicação de forma prática e intuitiva, como podemos analisar na figura 02.

Figura 02 - Tela inicial da aplicação.



Fonte: Autoria própria.

Após a seleção de uma letra conforme figura 03, a interface exibe no lado direito da tela uma imagem relacionada à letra escolhida, composta por:

- A letra selecionada em destaque;
- Uma palavra referente à letra selecionada;
- Um desenho ilustrativo de um objeto ou animal que começa com essa letra.

Figura 03 - Seleção de letra.



Fonte: Autoria própria.

Essa funcionalidade visa reforçar a associação entre o símbolo gráfico da letra, sua pronúncia e seu significado, auxiliando no processo de alfabetização de forma visual e lúdica.

Ao digitar e buscar uma letra, a listagem é filtrada para exibir somente a letra pesquisada, acompanhada dos elementos iguais ao selecionar uma letra na listagem. Ao clicar no botão "Validar imagem", a aplicação abre uma nova guia com a webcam ativa, permitindo que o professor posicione o desenho da letra diante da câmera para que o sistema realize a captura e o reconhecimento em tempo real.

Figura 04 - Aba com a Webcam.

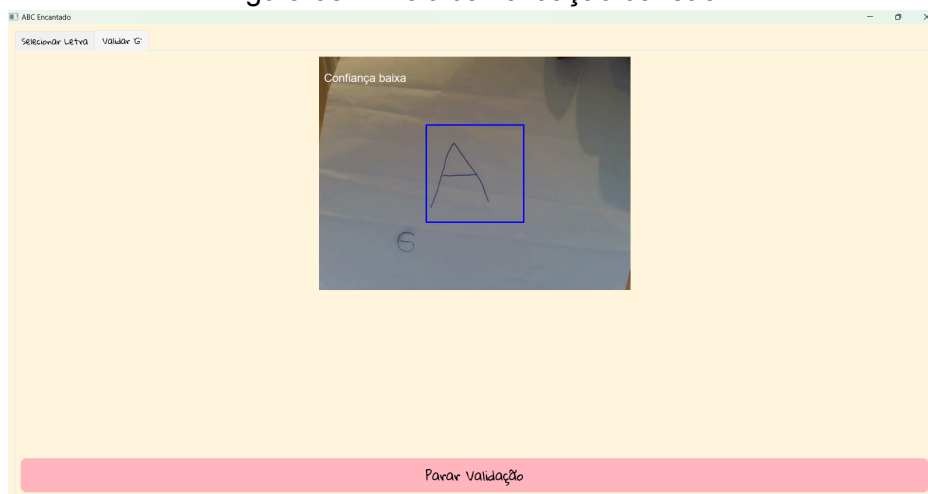


Fonte: Autoria própria.

Essa funcionalidade promove a interação entre o professor e a aplicação, ao mesmo tempo que mantém a criança visualmente engajada no processo de aprendizado.

A Figura 05 apresenta o momento inicial do processo de validação, no qual o professor posiciona a letra desenhada dentro do quadrado azul da webcam. Enquanto a aplicação realiza a comparação da imagem capturada com o dataset de letras, é exibida a mensagem “confiança baixa”, indicando que o sistema ainda está processando e avaliando o reconhecimento da letra.

Figura 05 - Início da validação da letra.



Fonte: Autoria própria.

Durante a validação, a aplicação exibe inicialmente a mensagem “Detectando ‘X’”, onde “X” representa a letra desenhada e capturada pela webcam. Em seguida, a aplicação fornece um feedback visual na tela da webcam indicando “Letra correta” conforme figura 06 ou “Letra incorreta” segundo a imagem 07. A validação é conforme o resultado da comparação com o dataset treinado.

Paralelamente, é reproduzida uma mensagem em áudio que informa:

- “Letra escolhida X”.
- “Letra desenhada X de (palavra associada à letra exibida na interface inicial)”.
- “Letra correta” ou “Letra incorreta”.

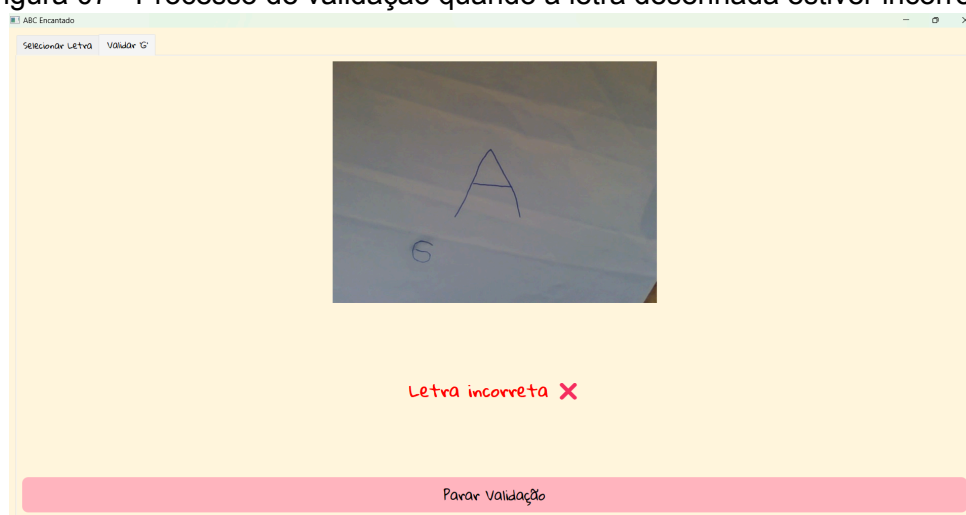
Esse feedback multimodal (visual e auditivo) reforça o aprendizado ao informar claramente o reconhecimento da letra pela aplicação.

Figura 06 - Processo de validação quando a letra desenhada estiver correta.



Fonte: Autoria própria.

Figura 07 - Processo de validação quando a letra desenhada estiver incorreta.



Fonte: Autoria própria.

A interface foi elaborada para ser simples, intuitiva e estimular o interesse das crianças, enquanto o professor conduz a utilização da ferramenta de forma prática.

É possível retornar à aba "Selecionar letra" a qualquer momento e escolher uma nova letra para validação. A aplicação também permite que a mesma letra seja validada diversas vezes, utilizando diferentes desenhos. Para encerrar o processo de validação e retornar à tela principal, o professor deve clicar no botão "Parar validação".

5. Integração com a Interface

A interface da aplicação foi desenvolvida com o framework PyQt5, integrando a webcam via OpenCV para capturar e exibir, em tempo real, a região onde a criança realiza o desenho da letra. Essa área, denominada Região de Interesse (ROI), é extraída do centro do frame da câmera e processada por uma rede neural convolucional previamente treinada, que realiza a classificação da letra desenhada.

É importante destacar que a interação direta com a aplicação é feita pelo professor alfabetizador, que acompanha a atividade da criança, aciona o sistema e interpreta os feedbacks fornecidos pela aplicação. Dessa forma, a criança permanece focada na tarefa lúdica de desenhar a letra, enquanto o professor utiliza a ferramenta como apoio pedagógico para observar e reforçar a aprendizagem.

A classe `ValidationThread`, responsável pelo processo de análise da imagem, foi aprimorada com foco em estabilidade e robustez. A imagem capturada é convertida para tons de cinza; em seguida, a letra é detectada, recortada, centralizada em um fundo quadrado e redimensionada para 28×28 pixels, compatível com a entrada da CNN.

Para garantir a confiabilidade da predição, o sistema aguarda que a mesma letra seja detectada por sete quadros consecutivos, evitando flutuações momentâneas e falsas classificações. Quando esse limiar é atingido, a predição é considerada válida, gerando um feedback auditivo com a palavra associada à letra reconhecida, além de exibir a informação visualmente na tela.

Durante esse processo, o sistema “congela” o frame validado por 5 segundos, utilizando um mecanismo de bloqueio (`lock_frame`). Esse congelamento temporário evita múltiplas execuções da mesma validação, estabiliza a experiência da criança e reduz o consumo computacional.

O feedback por áudio é gerado com a biblioteca `gTTS` (Google Text-to-Speech), reproduzido de forma fluida e assíncrona através do `pygame.mixer`. A aplicação trata adequadamente os acentos no texto (codificação UTF-8) e encerra automaticamente reproduções anteriores para evitar sobreposição de áudios.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver e validar uma aplicação interativa voltada à alfabetização infantil, utilizando tecnologias acessíveis como o reconhecimento de letras script via webcam e feedback em tempo real. A proposta buscou integrar metodologias pedagógicas tradicionais com recursos tecnológicos inovadores, promovendo um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e atrativo para as crianças.

Embora a interface seja pensada para interagir com o desenho feito pela criança, é importante destacar que a aplicação é operada diretamente pelo professor alfabetizador, que media a atividade e interpreta os feedbacks oferecidos pela ferramenta. Dessa forma, a criança se concentra na ação de desenhar as letras, enquanto o docente utiliza a tecnologia como apoio pedagógico no processo de ensino.

A avaliação qualitativa, realizada com 15 professores da Educação Infantil e dos anos iniciais do Ensino Fundamental, demonstrou forte aceitação da proposta. Mais de 86% dos participantes afirmaram que a aplicação tem potencial para apoiar o processo de alfabetização, e 80% consideraram utilizá-la em suas práticas docentes. A maioria também reconheceu que a interface é fácil de entender e usar, e que os elementos visuais e sonoros são apropriados ao público infantil.

O uso de feedbacks visuais e auditivos foi apontado como um dos principais pontos positivos, por facilitar a aprendizagem e manter o engajamento dos alunos, inclusive daqueles com dificuldades de aprendizagem ou em situações de inclusão. Além disso, os docentes destacaram o potencial da aplicação para atuar em contextos diversos, como salas de recurso, alfabetização tardia e aulas de informática.

Como sugestões de aprimoramento dos professores que responderam a pesquisa, para o projeto futuro da aplicação inclui o aumento do tamanho das letras, a inclusão de mais exemplos por letra, vídeos sobre o traçado correto, e uma voz mais natural para o feedback sonoro. Algumas respostas também sugerem a possibilidade de tornar a ferramenta mais afetiva com elementos gamificados ou narrativos que estimulem a memória e atenção.

Dessa forma, conclui-se que a aplicação desenvolvida apresenta grande potencial para apoiar e enriquecer o processo de alfabetização, contribuindo para práticas pedagógicas mais significativas, interativas e adaptadas às necessidades das crianças. O uso de tecnologias digitais na educação, quando bem planejado e mediado por educadores, pode ser um aliado poderoso na construção do conhecimento e no desenvolvimento de aprendizagens mais ativas e engajadoras.

REFERÊNCIAS

BRADSKI, G. The OpenCV Library. Dr. Dobb's Journal of Software Tools, 2000. 27, 28.

BERTONI, A. L., FEDER, D. V. D. S. (2018). **Rede neural convolucional aplicada à visão computacional para detecção de incêndio.** (Bachelor's thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná). Disponível em: repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8436/1/CT_DAELN_2018_2_07.pdf. Acesso em 05 de maio. 2025.

CHOLLET, François. *Deep learning with Python*. Shelter Island: Manning Publications, 2018. Disponível em: *Deep Learning with Python, Second Edition - Francois Chollet, François Chollet - Google Livros*. Acesso em 17 de jun. 2025.

IBM – International Business Machines Corporation. What is computer vision? United States, 27 jul. 2021. Disponível em: <https://www.ibm.com/topics/computer-vision/>. Acesso em: 20 abr. 2025.

MORAN, J.M. et al. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**. 3a edição. Campinas, Papirus Editora. 2001. página 1.

OLIVEIRA, Advanusia Santos Silva de. O processo de alfabetização com crianças do ensino fundamental mediado pela lousa digital interativa. 2018. Disponível em: ri.ufs.br/bitstream/riufs/9496/2/ADVANUSIA_SANTOS_SILVA_OLIVEIRA.pdf. Acesso em: 20 abr. 2025.

PRIMO, A. F. T.; CASSOL, M. B. F. Explorando o conceito de interatividade: definições e taxonomias. 2006.

SILVA, Paulo Vitor de Souza. Métodos estatísticos adequados ao reconhecimento facial. 2023.

SOARES, M. Letramento, um tema em três gêneros. Belo Horizonte: Autêntica, 1998.

TEJ, Pranay. *A–Z Handwritten Data*. Kaggle, 2018. Disponível em: <https://www.kaggle.com/datasets/pranaytej/az-handwritten-data>. Acesso em: 23 março 2025.