

EdEquity

Framework de Apoio a Docentes de Ensino Especial

Licenciatura em Engenharia Informática

Laboratório de Projeto em Engenharia Informática

Autores:

Francisco Ruano – al78474 – ruanofranciscoaugusto@gmail.com

Maria Inês Cardoso – al78222 – imcardoso2004@gmail.com

Equipa de Orientação:

Professora Tânia Rocha, Professora Carla Sousa e Professor Manuel Cabral

Vila Real, 2025

utad

UNIVERSIDADE
DE TRÁS-OS-MONTES
E ALTO DOURO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAA – Comunicação Aumentativa e Alternativa.

DUA – *Design Universal para a Aprendizagem.*

IA – Inteligência Artificial.

NEE – Necessidades Educativas Especiais.

SPC – Sistema Pictográfico de Comunicação.

SWOT – *Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats.*

WCAG – *Web Content Accessibility Guidelines.*

RESUMO

Este relatório descreve o desenvolvimento do *EdEquity*, uma *framework* digital concebida para apoiar docentes de Educação Especial na criação e adaptação de materiais pedagógicos inclusivos. A plataforma foi desenvolvida com base numa análise aprofundada das necessidades identificadas por profissionais da área, bem como das limitações observadas nas soluções tecnológicas atualmente disponíveis, com especial ênfase na acessibilidade, simplicidade de utilização e colaboração entre docentes.

Recorrendo a uma interface intuitiva, assente na tecnologia *Drag and Drop*, o *EdEquity* possibilita a criação, partilha e conversão de conteúdos educativos com recurso a símbolos pictográficos do sistema SPC, facilitando a comunicação e a aprendizagem de alunos com Necessidades Educativas Especiais. O projeto seguiu uma abordagem iterativa, contemplando o levantamento de requisitos, o desenvolvimento técnico e a avaliação da acessibilidade de acordo com as diretrizes estabelecidas pelas *WCAG 2.1*.

Entre as funcionalidades implementadas destacam-se a pré-visualização de conteúdos adaptados, a existência de uma biblioteca partilhada, a conversão automática de documentos e a personalização de materiais pedagógicos. Estas funcionalidades visam promover a inclusão escolar e assegurar a equidade no acesso à aprendizagem, mesmo por parte de docentes com reduzida literacia digital.

Palavras-Chave: Acessibilidade Digital; Colaboração entre Docentes; Comunicação Aumentativa e Alternativa; Conversão Automática de Conteúdos; Criação de Materiais Pedagógicos; *Design* Universal para a Aprendizagem; *Drag and Drop*; Educação Inclusiva; Ensino Multissensorial; Experiência do Utilizador; Ferramentas Digitais para Educação Especial; Inclusão Escolar; Necessidades Educativas Especiais; Personalização da Aprendizagem; Pictogramas SPC; Plataformas Educativas; Tecnologias de Apoio.

ABSTRACT

This report outlines the development of EdEquity, a digital framework designed to support Special Education teachers creating and adapting inclusive educational resources. The platform was developed based on an in-depth analysis of the needs identified by professionals in the field, as well as the limitations of existing technological solutions, with an emphasis on accessibility, ease of use, and teacher collaboration.

Through an intuitive interface based on Drag and Drop technology, EdEquity enables the creation, sharing, and discussion of educational content using pictographic symbols from the SPC system, thus facilitating communication and learning for students with Special Educational Needs. The project followed an iterative approach, including requirements gathering, technical development, and accessibility evaluation in accordance with the WCAG 2.1 guidelines.

Key features include content preview, a shared resource library, automatic document conversion, and personalized material creation. These features aim to foster school inclusion and ensure equitable access to learning, even for educators with limited digital literacy.

Keywords: Digital Accessibility; Teacher Collaboration; Augmentative and Alternative Communication; Automatic Content Conversion; Educational Material Creation; Universal Design for Learning; Drag and Drop; Inclusive Education; Multisensory Learning; User Experience; Digital Tools for Special Education; School Inclusion; Special Educational Needs; Personalized Learning; SPC Pictograms; Educational Platforms; Assistive Technologies.

ÍNDICE GERAL

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	3
RESUMO.....	4
ABSTRACT	5
INTRODUÇÃO.....	8
Identificação do Problema e Solução Proposta	8
ESTADO DA ARTE	10
Necessidades Educativas Especiais	10
Comunicação Aumentativa e Alternativa.....	11
1. Sistemas de Símbolos Pictográficos.....	11
Revisão de Aplicações Existentes	15
1. Aplicações Móveis	15
2. Plataformas para Computador	16
ANÁLISE SWOT.....	17
DESENVOLVIMENTO FUNCIONAL.....	18
Levantamento de Requisitos.....	18
1. Requisitos Funcionais	18
2. Requisitos Não Funcionais.....	20
Metodologia.....	22
Evolução da Interface e Melhorias	24
1. Página de Abertura	24
2. Página Inicial.....	26
3. Painel.....	27
4. Comunidade	30
5. Ajuda	31
6. Funcionalidades Extras	32
DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO	35

Tecnologias Utilizadas	35
Estrutura do Projeto	35
Funcionalidades Principais	36
1. Base de Dados dos Símbolos SPC	36
2. Conversão de Documentos PDF	36
Dificuldades Técnicas e Limitações	37
1. Organização dos Símbolos SPC	37
2. Conversão de Verbos Conjugados	37
3. Extração de Texto em PDFs mal formatados.....	38
4. Geração de Ficheiros PDF após conversão	38
Potencial de Melhoria	38
ANÁLISE DE ACESSIBILIDADE	39
Ferramenta de Avaliação	39
Resultados Obtidos	40
Melhorias Implementadas.....	40
Limitações e Perspetivas Futuras	41
CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
ANEXOS	45
Anexo A – Protótipo Funcional da <i>Framework</i>	45
Anexo B – Base de Dados <i>MySQL</i>	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Pictogramas Sistema Bliss	12
Figura 2: Pictogramas Sistema Widgit	13
Figura 3: Pictogramas Sistema SPC	14
Figura 4: Exemplo de Aplicação Móvel - UKAPO.....	15
Figura 5: Exemplo de Plataforma para Computador - Boardmaker	16
Figura 6: Análise SWOT da framework EdEquity.....	17
Figura 7: Calendarização Gráfico de Gantt	22
Figura 8: Página de Abertura - Primeira Versão	24
Figura 9: Página de Abertura - Versão Final	25
Figura 10: Registo de Novos Utilizadores.....	25
Figura 11: Autenticação de Utilizadores	25
Figura 12: Página Inicial - Primeira Versão	26
Figura 13: Página Inicial - Versão Final.....	26
Figura 14: Painel (Dashboard).....	27
Figura 15: Painel - Primeira Versão	28
Figura 16: Painel - Versão Final.....	28
Figura 17: Definição de parâmetros para novo material	29
Figura 18: Editor de Materiais (Drag and Drop)	29
Figura 19: Biblioteca Partilhada - Comunidade	30
Figura 20: Comunidade - Primeira Versão	31
Figura 21: Comunidade - Versão Final	31
Figura 22: Secção de Ajuda.....	32
Figura 23: Edição de Perfil do Utilizador.....	32
Figura 24: Alteração de palavra-passe.....	33
Figura 25: Menu Lateral Fechado	33
Figura 26: Menu Lateral Aberto	33
Figura 27: Exemplo de Dark Mode	34

INTRODUÇÃO

A educação é um processo pelo qual os seres humanos adquirem conhecimentos, competências, valores e atitudes, independentemente de ocorrer em contextos formais ou informais. No entanto, os alunos com Necessidades Educativas Especiais enfrentam diversas barreiras no ensino tradicional, tornando essencial a implementação de metodologias e ferramentas adaptadas, que garantam uma aprendizagem eficaz e inclusiva (Marcelo, 2023).

As NEE abrangem um conjunto vasto de condições, que incluem dificuldades cognitivas, motoras, sensoriais, emocionais ou sociais. Estas exigem abordagens pedagógicas diferenciadas, que respeitem as suas especificidades e promovam a sua participação ativa no ambiente educativo. A escassez de recursos adequados, tanto a nível tecnológico como metodológico, continua a representar um dos maiores entraves à adaptação eficaz do ensino às necessidades específicas dos alunos, comprometendo o seu percurso académico e inclusão social.

Identificação do Problema e Solução Proposta

Durante a fase inicial do projeto, foi estabelecido contacto com uma docente de Educação Especial da região do Algarve, a professora Carla Sousa – coorientadora do projeto, com o intuito de compreender os desafios enfrentados diariamente pelos profissionais desta área. Através deste contacto, identificaram-se várias dificuldades, nomeadamente o tempo excessivo despendido na criação de materiais pedagógicos adaptados, a inexistência de ferramentas verdadeiramente acessíveis e intuitivas, e a falta de um espaço digital colaborativo que permitisse a partilha eficaz de recursos entre docentes.

Apesar da existência de algumas soluções digitais para apoio à comunicação aumentativa e à adaptação de conteúdos, muitas destas apresentam limitações significativas: são pagas, não estão em português europeu, possuem interfaces complexas ou exigem conhecimentos técnicos avançados. Como consequência, a conjugação destas dificuldades compromete a autonomia dos docentes e limita a inclusão efetiva de alunos com NEE.

O presente relatório apresenta, assim, o desenvolvimento do *EdEquity*, uma *framework* de apoio a docentes de ensino especial, criada com o objetivo de colmatar estas lacunas. Esta solução tecnológica visa facilitar a criação e personalização de materiais pedagógicos adaptados, através de uma interface digital intuitiva baseada na tecnologia *Drag and Drop*, promovendo um ensino mais acessível, eficiente e inclusivo.

A plataforma permite ainda a inserção de materiais pedagógicos convencionais que podem ser automaticamente convertidos ou adaptados, gerando documentos mais acessíveis. O foco do projeto assenta na acessibilidade, simplicidade e adaptabilidade, assegurando que qualquer docente, independentemente do seu nível de literacia digital, possa criar conteúdos educativos ajustados às necessidades específicas dos seus alunos.

Com uma interface clara e funcional, o *EdEquity* pretende simplificar o processo de criação de materiais inclusivos, promovendo a comunicação e aprendizagem em diversos contextos educativos e fomentar uma cultura de partilha entre profissionais da educação especial, contribuindo assim para uma educação mais equitativa e centrada no aluno.

ESTADO DA ARTE

O conceito de educação inclusiva está historicamente associado à educação de alunos particularmente vulneráveis e pressupostos ao insucesso escolar. Contudo, este conceito foi se tornando cada vez mais abrangente, passando a englobar mudanças nos contextos educativos, por forma a responder às necessidades de todos os alunos (Crespo et al., 2011).

“A meta da educação inclusiva é alargar o acesso à educação, promover a plena participação e dar oportunidade aos alunos, vulneráveis à exclusão, de realizarem o seu potencial” (Agência Europeia para o Desenvolvimento da Educação especial, 2009, p.15).

Necessidades Educativas Especiais

Falar de necessidades educativas especiais remete-nos para *Warnock Report*, onde surgiu pela primeira vez esta designação, mas também para as dificuldades que subsistem ao conceito de “necessidade”, dada a sua amplitude, geradora de ambiguidade.

O conceito NEE passou a ser conhecido em 1978, a partir da sua formulação no “Relatório *Warnock*”, apresentado ao Parlamento do Reino Unido, pela Secretaria de Estado para a Educação e Ciência, Secretaria do Estado para a Escócia e do País de Gales. Este relatório foi o resultado do primeiro comité britânico constituído para reavaliar o atendimento aos deficientes, presidido por *Mary Warnock*. As suas conclusões demonstraram que vinte por cento das crianças apresentavam necessidades especiais em algum período da sua vida escolar, propondo assim o conceito de NEE (Izquierdo, 2006; Meireles-Coelho et al., 2007).

O Relatório de *Warnock* considera que um aluno tem necessidades educativas especiais quando, comparativamente com os alunos da sua idade, apresenta dificuldades de aprendizagem ou problemas de ordem física, sensorial, intelectual, emocional ou social, ou uma combinação destas problemáticas, a que os meios educativos geralmente existentes nas escolas não conseguem responder, sendo necessário recorrer a currículos especiais ou a condições de aprendizagem adaptadas. As necessidades perspetivam-se, assim, como temporárias ou prolongadas (Izquierdo, 2006; Meireles-Coelho et al., 2007).

Comunicação Aumentativa e Alternativa

A noção de comunicação aumentativa e alternativa resulta da agregação de dois conceitos: **comunicação aumentativa**, que remete a qualquer forma de comunicação que não seja a fala; e **comunicação alternativa** que visa promover e apoiar a comunicação verbal (Mestrinho, 2024).

Esta área do conhecimento dedica-se ao estudo de soluções para as Necessidades Complexas de Comunicação, empregando estratégias alternativas de comunicação (Unidade Acesso da FCT, 2025). Estas estratégias podem incluir desde sistemas simples, como símbolos, gestos e linguagem corporal, até soluções complexas que utilizam tecnologias mais sofisticadas para a produção de texto e som (Communication Matters, 2015; Institute on Disabilities at Temple University, 2024).

1. Sistemas de Símbolos Pictográficos

No contexto da CAA destacam-se diversos sistemas de símbolos pictográficos desenvolvidos para auxiliar na comunicação, como os sistemas *Bliss*, *Widgit* e *SPC*. Estes têm como objetivo facilitar a comunicação e a aprendizagem, promover a independência, o acesso à informação e apoiar o desenvolvimento da literacia, sendo escolhidos conforme as preferências e necessidades de cada indivíduo (Unidade Acesso da FCT, 2025).

Os símbolos pictográficos são imagens bidimensionais que representam palavras ou conceitos, por forma a clarificar e facilitar a sua compreensão. Estes são particularmente úteis para pessoas com dificuldades de aprendizagem específicas, necessidades cognitivas, intelectuais e auditivas, ou até mesmo para apoiar indivíduos que estejam a aprender uma nova língua (Bertola López, 2018; Unidade Acesso da FCT, 2025).

Os Sistemas de Símbolos apresentam vantagens significativas, tanto a nível de ensino como na aprendizagem, nomeadamente:

- **Transparência visual:** Os símbolos utilizados são altamente icónicos, o que facilita o seu reconhecimento, mesmo sem explicação verbal (Patel et al., 2007);
- **Apoio ao desenvolvimento da literacia:** A associação entre símbolos e palavras escritas contribui para o desenvolvimento da leitura e da linguagem expressiva, especialmente em crianças com dificuldades cognitivas (Beukelman & Light, 2020);

- **Inclusão e Autonomia:** A utilização dos pictogramas reduz a ansiedade em situações de interação social e favorece a participação ativa, promovendo a autonomia comunicativa dos seus utilizadores (Cohen & Sloan, 2007);
- **Eficiência pedagógica:** Para os docentes, os símbolos facilitam a estruturação de rotinas visuais e promovem uma comunicação mais eficaz com todos os alunos (Cohen & Sloan, 2007).

1.1. Sistema Bliss (*Blissymbols*)

O Sistema *Bliss* é um sistema pictográfico e ideográfico, criado na década de 1940 pelo engenheiro químico *Charles Bliss*. Este foi desenvolvido a partir de formas geométricas simples e elementos gráficos que representam conceitos de forma visual (Bertola López, 2018).

Atualmente, conta com mais de 5000 símbolos, sendo possível criar novos símbolos através da combinação de elementos existentes para formar significados mais complexos. Desta forma, permite expressar conceitos como pluralidade, tempos verbais, sinónimos e antónimos (Blissymbolics Communication International, 2025).

Os símbolos são representados a preto e branco, mantendo um design simples que facilita a sua reprodução manual (Figura 1). Além disso, estão organizados em categorias semânticas, cada uma associada a uma cor específica (Bertola López, 2018).

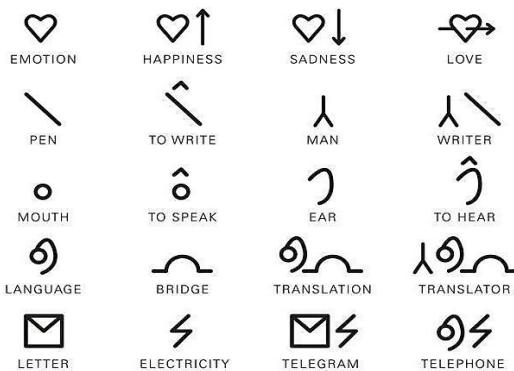


Figura 1: Pictogramas Sistema Bliss

1.2. Sistema Widgit

O sistema de símbolos *Widgit* teve origem nos símbolos *Rebus*, desenvolvidos no Reino Unido nos anos 60, para auxiliar o desenvolvimento da linguagem em alunos com dificuldades de aprendizagem. O seu principal objetivo era promover a alfabetização e tornar a informação mais acessível. Para isso, foram concebidos com uma estrutura esquemática e regras de uso que facilitam o processo de aprendizagem, sendo frequentemente utilizados como uma alternativa ao SPC em ambiente escolar (Bertola López, 2018; Unidade Acesso da FCT, 2025).

É composto por cerca de 35000 símbolos, disponíveis tanto a cores como em preto e branco (Figura 2). Além disso, inclui marcadores gramaticais para expressão literária, tornando-o adequado para níveis de literacia mais elevados. Estes pictogramas combinam palavras e símbolos visuais num design transparente e intuitivo, facilitando a compreensão dos seus utilizadores (Bertola López, 2018).



Figura 2: Pictogramas Sistema Widgit

1.3. Sistema SPC

O Sistema SPC é o sistema de símbolos mais amplamente utilizado em Portugal. Desenvolvido por *Roxana Mayer Johnson* em 1981, tem como objetivo de facilitar a comunicação de pessoas com dificuldade na linguagem verbal. É constituído por mais de 18000 pictogramas, a cores e a preto e branco, organizados em categorias semânticas e compostos por um desenho acompanhado da palavra correspondente (Figura 3). Estes símbolos, quando agregados, permitem representar desde conceitos simples até mensagens completas (Bertola López, 2018; Unidade Acesso da FCT, 2025).

O seu *design* simples, intuitivo e universal, constitui um conjunto de fatores que favorecem a fácil compreensão por crianças com dificuldades cognitivas, mesmo na ausência de instruções formais (Patel et al., 2007). Para além destas qualidades visuais, o baixo custo e a elevada adaptabilidade contribuem para a sua ampla adoção em contextos de CAA, evidenciando a sua eficácia tanto para alunos como para docentes, ao promoverem a comunicação autónoma, a participação social e a aprendizagem em ambientes educativos inclusivos (Cohen & Sloan, 2007; Unidade Acesso da FCT, 2025).



Figura 3: Pictogramas Sistema SPC

Revisão de Aplicações Existentes

Para compreender o panorama atual das soluções de CAA disponíveis, foi realizada uma análise das aplicações disponíveis tanto para dispositivos móveis como para computador. A partir desta revisão, será possível identificar as principais funcionalidades e limitações das ferramentas existentes, servindo de base para a definição da proposta de valor da solução desenvolvida neste projeto.

1. Aplicações Móveis

Atualmente, existem diversas aplicações móveis desenvolvidas para apoiar a comunicação de pessoas com dificuldades na expressão verbal. Ao longo da nossa pesquisa destacamos as seguintes: *Speech to Symbol*, *Pictalk AAC* e *UKAPO*.

Estas aplicações são gratuitas e destacam-se pela portabilidade e facilidade de uso, embora numa primeira análise não sejam muito intuitivas (Figura 4). O facto de utilizarem texto e voz para converter mensagens em formatos mais acessíveis, recorrendo a áudio ou simbologia SPC, garante que os utilizadores tenham sempre uma ferramenta de apoio acessível. No entanto, apresentam algumas limitações, como a dependência da precisão do reconhecimento de voz e restrições na personalização dos conteúdos.

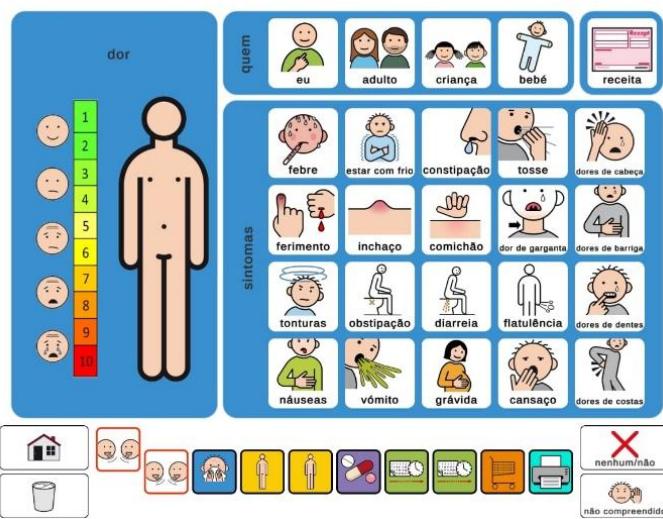


Figura 4: Exemplo de Aplicação Móvel - UKAPO

2. Plataformas para Computador

No contexto das plataformas disponíveis para computador, estas destacam-se pela oferta de recursos gráficos mais complexos e materiais adaptados para CAA. Ferramentas como *Arasaac*, *Mind Express* e *Boardmaker* são vastamente utilizadas para facilitar a comunicação e a acessibilidade de pessoas com dificuldades na expressão verbal, proporcionando uma interface personalizável que se adapta às necessidades individuais dos utilizadores.

Algumas fornecem bases de dados de símbolos utilizados na CAA e materiais visuais para apoiar a comunicação, enquanto outras permitem a criação de conteúdos personalizados e adaptáveis a diferentes contextos educativos (Figura 5).

No entanto, constatamos que, geralmente, as plataformas exigem adesão a um plano pago para acesso a conteúdos e funcionalidades mais exclusivas, como materiais educativos ou a possibilidade de descargar recursos elaborados pelos docentes. Embora ofereçam um período de avaliação gratuito ou versões *demo*, estes são limitados, variando entre 7 e 30 dias, o que dificulta a sua utilização gratuita a longo prazo.

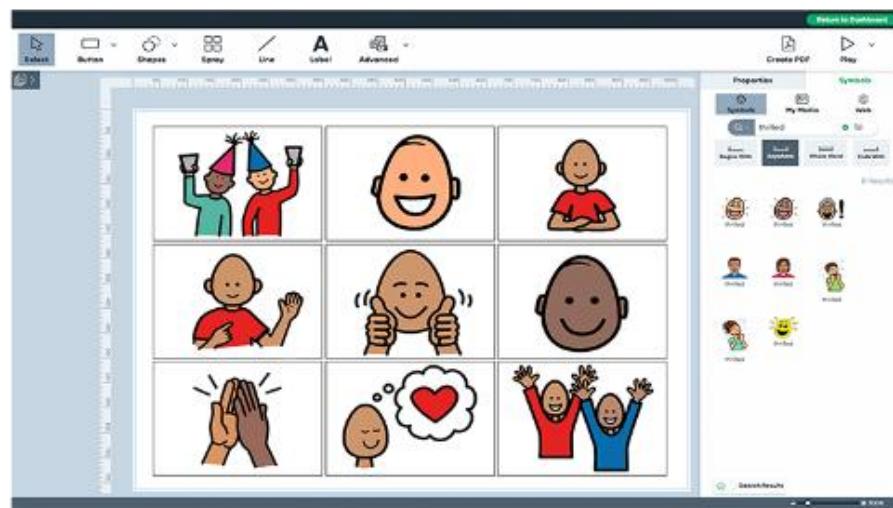


Figura 5: Exemplo de Plataforma para Computador - Boardmaker

ANÁLISE SWOT

Com base na análise realizada ao mercado, o *EdEquity* pretende colmatar algumas das limitações das soluções existentes, proporcionando uma ferramenta gratuita e acessível para docentes de Educação Especial orientada para a CAA.

O *EdEquity* distingue-se pela sua facilidade de uso e elevado grau de personalização, permitindo aos docentes criar materiais pedagógicos de forma intuitiva através de um sistema simples de *Drag and Drop* com símbolos SPC. Adicionalmente, oferece uma funcionalidade inovadora que permite a conversão automática de documentos de texto em matérias com pictogramas SPC, facilitando a adaptação de conteúdos às necessidades específicas dos alunos com dificuldades de comunicação e reduzindo o esforço de preparação por parte dos docentes.

Na Figura 6 é apresentada a análise *SWOT* desta *framework*, destacando os seus pontos fortes (S), fraquezas (W), oportunidades (O) e ameaças (T) no contexto das soluções atualmente disponíveis no mercado.

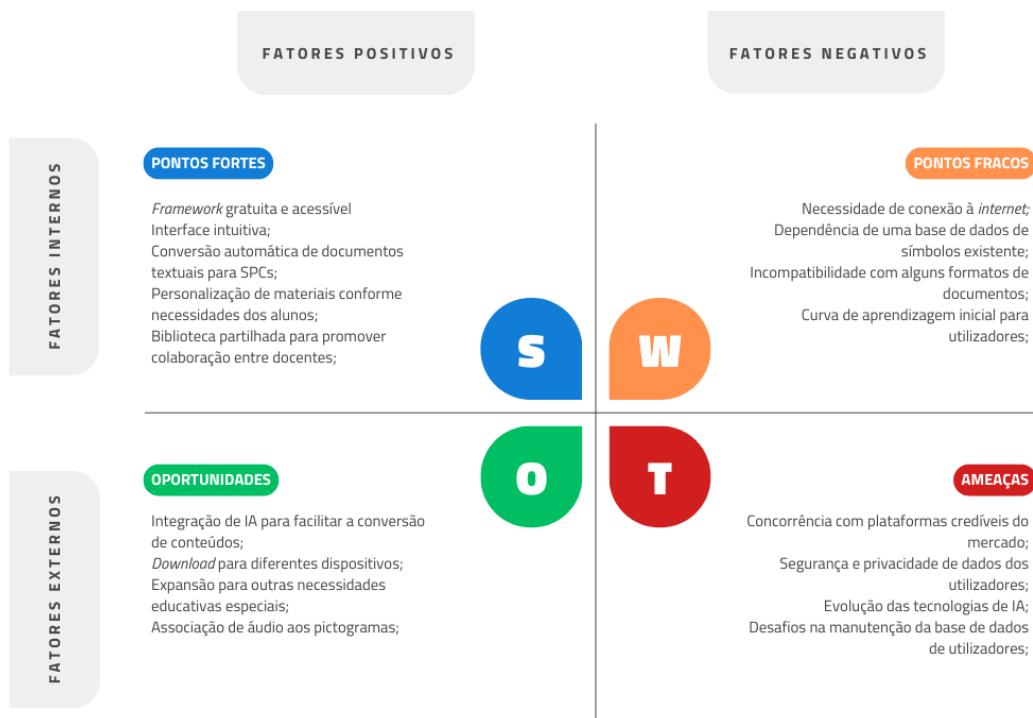


Figura 6: Análise SWOT da framework *EdEquity*

DESENVOLVIMENTO FUNCIONAL

Levantamento de Requisitos

O processo de levantamento de requisitos constituiu uma etapa fundamental na fase inicial do desenvolvimento da plataforma digital, por forma a assegurar que esta respondia efetivamente às necessidades identificadas. No contexto do *EdEquity*, os requisitos funcionais e não funcionais foram definidos com base em três pilares fundamentais: (i) o contacto direto com docentes de Educação Especial, (ii) a análise das limitações das ferramentas existentes no mercado, e (iii) os princípios de acessibilidade e inclusão educativa.

Os requisitos funcionais dizem respeito às funcionalidades essenciais que a aplicação deve garantir para cumprir os seus objetivos pedagógicos, colaborativos e operacionais. Já os requisitos não funcionais referem-se à qualidade da experiência do utilizador, incluindo desempenho, acessibilidade, segurança e compatibilidade.

Com base na análise e validação das funcionalidades mais relevantes, foram definidos os seguintes requisitos:

1. Requisitos Funcionais

1.1. Autenticação

RF1 → Registo de Utilizador

- **Descrição:** O sistema deve permitir o registo de utilizadores através da introdução de informações pessoais, como e-mail, *username*, palavra-passe e instituição de ensino.

RF2 → Autenticação de Credenciais

- **Descrição:** O sistema deve verificar a identidade do utilizador com base nas credenciais fornecidas, nomeadamente, *username* e palavra-passe.

RF3 → Gestão de Sessão

- **Descrição:** O sistema deve gerir as sessões de utilizador de forma segura, garantindo que os utilizadores não permanecem ligados indefinidamente, fornecendo assim opções para encerrar a sessão.

1.2. Gestão de Perfil

RF4 → Edição de Perfil

- **Descrição:** O utilizador deve poder editar dados pessoais como e-mail, palavra-passe, instituição de ensino e fotografia de perfil.

1.3. Criação e Configuração de Materiais Pedagógicos

RF5 → Criação de Materiais

- **Descrição:** Permiti que os docentes criem materiais personalizados utilizando uma interface *Drag and Drop* com símbolos SPC e outros elementos visuais.

RF6 → Conversão Automática de Documentos

- **Descrição:** Converter automaticamente documentos de texto para versões adaptadas com símbolos SPC.

RF7 → Upload de Materiais Existentes

- **Descrição:** O sistema deve permitir o *upload* de materiais para posterior conversão ou apenas para armazenamento pessoal dos utilizadores.

RF8 → Compatibilidade com Formato PDF

- **Descrição:** Suporta a importação de documentos em formatos .pdf, para posterior conversão em SPC.

RF9 → Exportação de Materiais para o Dispositivo

- **Descrição:** Os utilizadores devem poder descarregar os materiais adaptados para o seu computador.

1.4. Organização de Conteúdos

RF10 → Armazenamento e Gestão de Materiais

- **Descrição:** Permite operações *CRUD* (*Create, Read, Update and Delete*) em materiais criados pelos utilizadores, bem como guardar e organizar os mesmos na plataforma.

RF11 → Gestão de Visibilidade

- **Descrição:** O utilizador pode definir a visibilidade dos seus materiais como públicos (exibidos para toda a comunidade) ou privados (apenas visíveis para si).

1.5. Pesquisa e Comunidade

RF12 → Pesquisa de Utilizadores

- **Descrição:** O sistema disponibiliza um motor de pesquisa para encontrar materiais públicos de outros utilizadores da plataforma.

RF13 → Partilha de Recursos

- **Descrição:** Permite a partilha de materiais entre utilizadores, através de uma Biblioteca Partilhada, incentivando a colaboração e reutilização dos mesmos.

1.6. Apoio ao Utilizador

RF14 → Secção de Ajuda e Informações

- **Descrição:** A *framework* deve incluir uma secção com perguntas frequentes (*FAQs*) e informações úteis.

2. Requisitos Não Funcionais

2.1. Acesso e Disponibilidade

RNF1 → Disponibilidade e Conectividade

- **Descrição:** A plataforma deve funcionar em ambiente *web*, com acesso remoto e armazenamento na nuvem.

2.2. Desempenho e Escalabilidade

RNF2 → Usabilidade e Simplicidade

- **Descrição:** A navegação deve ser clara, com menus e fluxos intuitivos, mesmo para utilizadores com baixa literacia digital.

RNF3 → Desempenho e Eficiência

- **Descrição:** A conversão e reprodução de conteúdos deve ocorrer sem atrasos perceptíveis.

RNF4 → Escalabilidade Modular

- **Descrição:** A arquitetura deve permitir crescimento, com possibilidade de integrar novos módulos e funcionalidade, como outros sistemas de símbolos.

RNF5 → Manutenibilidade

- **Descrição:** O sistema deve ser de fácil manutenção, permitindo atualizações e correções de *bugs*, com impacto reduzido no funcionamento do mesmo.

2.3. Segurança e Privacidade

RNF6 → Proteção de Dados Pessoais

- **Descrição:** O sistema deve assegurar a confidencialidade dos dados dos utilizadores, cumprindo o Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD).

2.4. Compatibilidade Técnica

RNF7 → Multiplataforma

- **Descrição:** A aplicação deve ser compatível com os principais sistemas operativos (*Windows, macOS, Linux*), através da execução em navegadores *web* modernos.

2.5. Acessibilidade

RNF8 → Acessibilidade

- **Descrição:** A aplicação deve respeitar as diretrizes internacionais de acessibilidade do *WCAG 2.1*.

RNF9 → Contraste e Conforto Visual

- **Descrição:** A aplicação deve oferecer um modo escuro (*dark mode*) para melhorar o contraste e proporcionar conforto visual em ambientes com pouca luz, facilitando a utilização por pessoas com sensibilidade à luz ou necessidades visuais específicas.

RNF10 → Navegação por Teclado

- **Descrição:** A aplicação deve permitir a navegação completa através do teclado, garantindo acesso para utilizadores que não usam dispositivos apontadores.

Metodologia

O desenvolvimento do *EdEquity* seguiu uma abordagem centrada no utilizador, com o objetivo de garantir que a solução final fosse simples, acessível e eficaz para todos os docentes de Educação Especial, mesmo para aqueles com literacia digital reduzida.

A metodologia adotada combinou princípios de *design* inclusivo com práticas iterativas de desenvolvimento baseadas na análise de necessidades reais e no *feedback* contínuo da equipa de orientação. O projeto foi estruturado em sete fases principais, conforme detalhado no plano de trabalho apresentado (Figura 7), com início em fevereiro e conclusão prevista para meados de junho:



Figura 7: Calendarização Gráfico de Gantt

1. **Levantamento do Estado da Arte:** Análise de NEE, bases teóricas da CAA, diferentes tipos de pictogramas utilizados, e revisão das ferramentas digitais presentes no mercado atual;
2. **Identificação dos Requisitos:** Com base na investigação teórica e nas necessidades principais apresentadas por docentes de Educação Especial, foram definidos os requisitos funcionais e não funcionais da *framework*;
3. **Design da Aplicação:** Criação de *mockups* na plataforma *Canva*, respeitando os princípios da acessibilidade digital e do design inclusivo. A disposição dos elementos foi posteriormente refinada com base no *feedback* da equipa de orientação;

4. **Implementação da Framework:** Desenvolvimento do *Frontend* com recurso a *HTML*, *CSS* e *JavaScript*; *Backend* em *Python* e *MySQL*; e integração de ficheiros *CSV* contendo a base de dados dos pictogramas SPC e conjugações verbais essenciais para a conversão textual;
5. **Avaliação de Acessibilidade:** A plataforma foi submetida a testes de acessibilidade através da ferramenta *AccessMonitor*, disponibilizada pelo Governo de Portugal, com base nas diretrizes *WCAG 2.1*. Após esta análise automática, foram implementadas as correções necessárias;
6. **Análise Crítica dos Resultados:** Embora não tenham sido realizados testes formais com utilizadores externos, a plataforma foi apresentada à equipa de orientação, que forneceu *feedback* sobre a estrutura e as funcionalidades, contribuindo para melhorias na interface e na experiência do utilizador.
7. **Escrita do Relatório e Documentação Final:** Durante toda a implementação, foi mantida documentação estruturada do processo, culminando na redação do presente relatório.

As decisões de design e implementação foram tomadas com base em três fontes principais: o *feedback* da equipa de orientação, a análise crítica de plataformas existentes e a investigação própria realizada pelos autores. Esta abordagem permitiu construir uma solução capaz de aliar inovação tecnológica e aplicabilidade pedagógica, respondendo às necessidades reais dos docentes de Educação Especial.

A versão funcional do protótipo da *framework EdEquity*, com todos os ficheiros necessários à sua execução local, encontra-se descrita no **Anexo A**.

Evolução da Interface e Melhorias

Ao longo do desenvolvimento da aplicação, a interface passou por diversas fases de refinamento. Embora o *design* inicial mantivesse já uma estrutura funcional próxima da versão final, foram implementadas alterações significativas com o objetivo de melhorar a coerência visual, a acessibilidade e a experiência de utilização. Estas melhorias foram introduzidas com base em *feedback* da equipa de orientação, princípios de *design* inclusivo e práticas comuns observadas em plataformas semelhantes.

Esta secção apresenta uma descrição das principais páginas da plataforma *EdEquity*, destacando as respetivas funcionalidades e as melhorias introduzidas ao longo da elaboração da mesma.

Para além das alterações implementadas nesta fase, foram posteriormente realizados testes de acessibilidade automática, cujos resultados e correções correspondentes são apresentados na Secção “Avaliação de Acessibilidade” do presente relatório.

1. Página de Abertura

A página de abertura da *framework* constitui o ponto de entrada para os utilizadores, disponibilizando opções de criação de conta – *Sign in* – ou de autenticação – *Log in*.

O design inicial (Figura 8) apresentava inconsistências em relação ao restante sistema, nomeadamente na paleta de cores, comprometendo a coerência visual. Em resposta ao *feedback* da equipa de orientação, esta inconsistência foi corrigida e os elementos gráficos foram uniformizados de acordo com a identidade global das restantes páginas, contribuindo para uma primeira interação mais fluida e profissional (Figura 9).



Figura 8: Página de Abertura - Primeira Versão

EdEquity

Adaptação de materiais para diferentes necessidades educativas especiais. Personalização e partilha recursos com facilidade.

Figura 9: Página de Abertura - Versão Final

1.1. Registo e Autenticação de Utilizadores

No processo de registo, o utilizador deve introduzir dados como o *username* que irá utilizar, e-mail, instituição de ensino e palavra-passe (Figura 10). Já na autenticação na plataforma, necessita de inserir o seu *username* e respetiva palavra-passe (Figura 11).

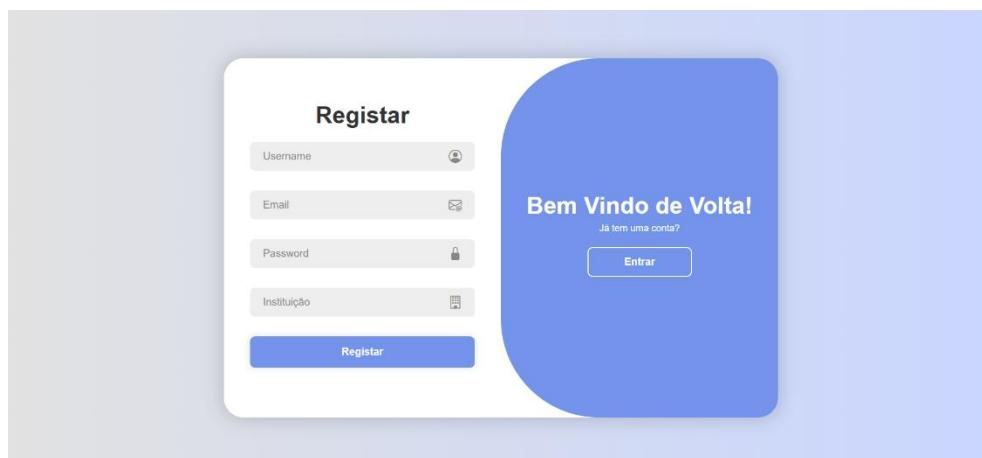


Figura 10: Registo de Novos Utilizadores



Figura 11: Autenticação de Utilizadores

2. Página Inicial

Após a autenticação, o utilizador é direcionado para a página principal, que funciona como o seu espaço pessoal, “Meus Materiais”. Nesta interface, é possível visualizar, eliminar, descarregar e alterar a visibilidade (pública ou privada) dos seus materiais pedagógicos.

Na versão preliminar da plataforma, quando um material era selecionado, os botões de edição estavam posicionados na base da interface (Figura 12). Esta disposição dificultava a sua percepção, sobretudo quando o número de materiais excedia a área visível da página, resultando na sobreposição de elementos. Para colmatar este inconveniente, os botões foram reposicionados na parte superior da interface, facilitando a sua visibilidade e promovendo uma navegação mais eficiente (Figura 13).

Adicionalmente, foram integradas etiquetas textuais aos ícones de ação, permitindo a sua identificação imediata ao passar o cursor. Estas melhorias contribuíram para reforçar a acessibilidade visual e proporcionar uma experiência de utilização mais clara e intuitiva.

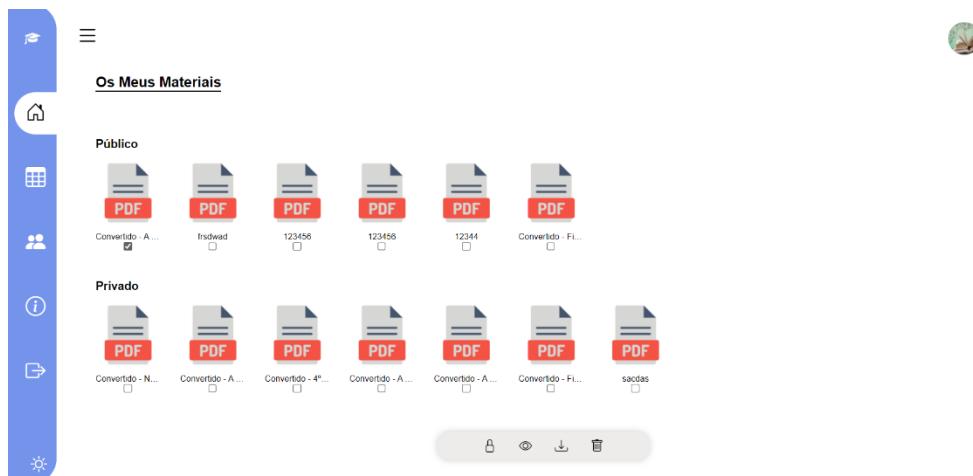


Figura 12: Página Inicial - Primeira Versão

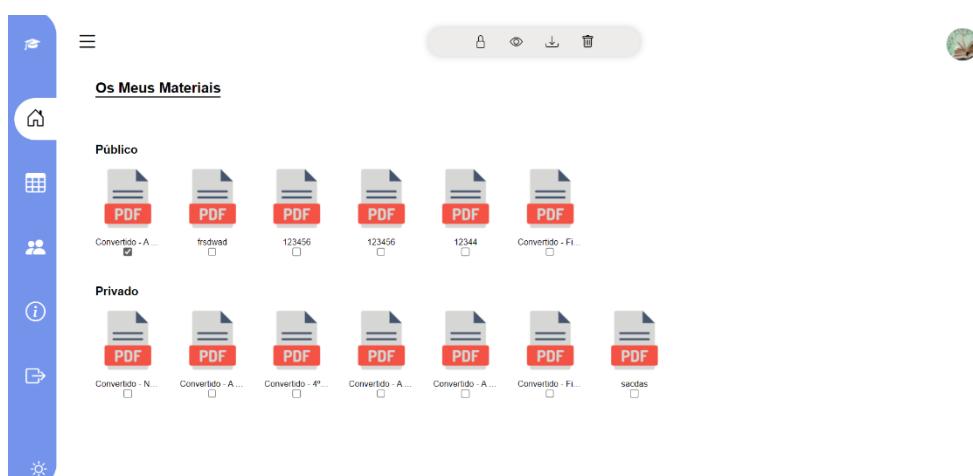


Figura 13: Página Inicial - Versão Final

3. Painel

Esta área concentra as funcionalidades pedagógicas centrais da plataforma (Figura 14), prontas para responder às necessidades específicas de cada docente. A partir desta secção, o utilizador pode:

- Fazer o *upload* de ficheiros a partir do computador;
- Converter documentos, em formato PDF, para materiais adaptados a CAA;
- Criar novos materiais utilizando um sistema de *Drag and Drop*.

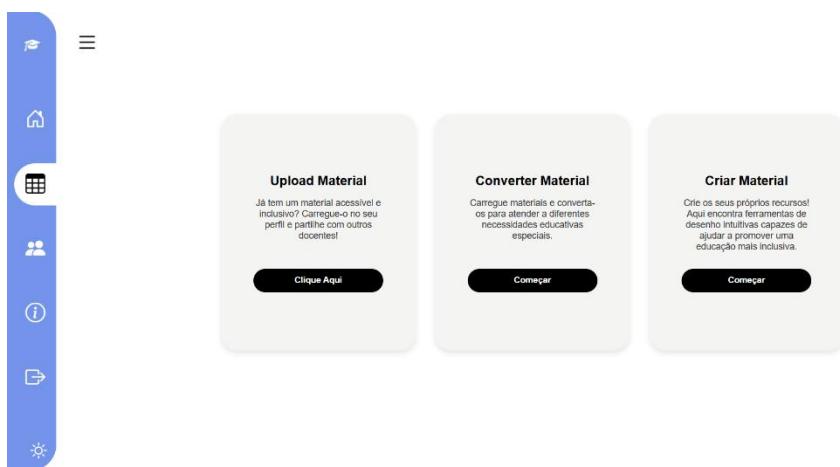


Figura 14: Painel (Dashboard)

3.1. Upload de Materiais

O *upload* de materiais serve para os utilizadores que já possuírem algum material pedagógico e que estejam dispostos a partilhá-lo com a Comunidade o possam fazer. Quando o material é carregado para a aplicação web, fica armazenado na área privada do perfil do utilizador, para que este o possa publicar assim que desejar.

3.2. Conversão de Materiais

A funcionalidade de conversão de materiais permite ao utilizador carregar um documento em formato PDF e gerar uma versão adaptada do mesmo com símbolos SPC, adequada para utilização em contextos de Educação Especial e CAA.

Na versão inicial, a interface limitava-se à exibição de um ícone de *upload*, com um botão de conversão situado mais abaixo (Figura 15). Após a conversão, o conteúdo gerado apenas podia ser visualizado mediante o *download* do ficheiro, o que dificultava a validação imediata do resultado e obrigava o utilizador a um processo adicional para confirmar a eficácia da conversão.

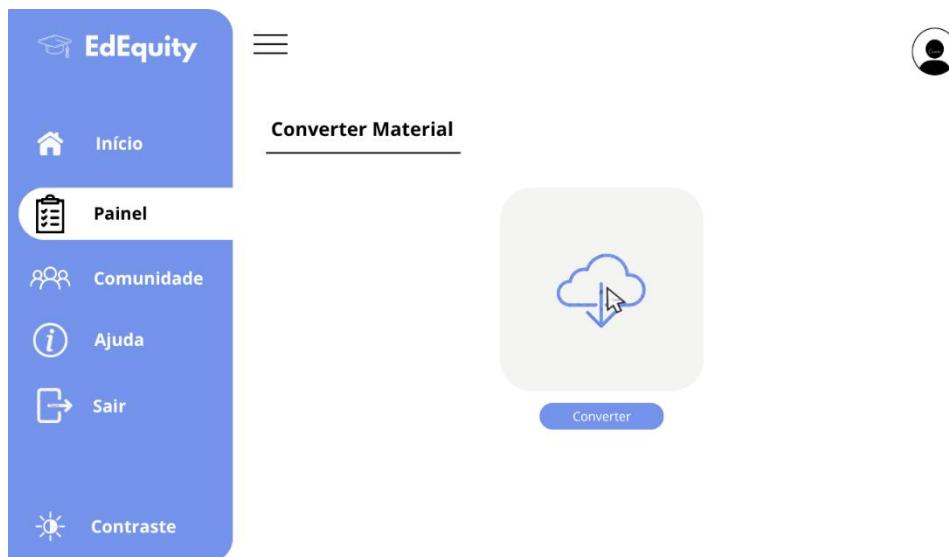


Figura 15: Painel - Primeira Versão

Com o objetivo de melhorar a experiência do utilizador e a transparência funcional do sistema, foram introduzidas alterações significativas na interface:

- Inclusão de uma área de pré-visualização, permitindo ao utilizador observar diretamente na plataforma, o conteúdo convertido;
- Organização do espaço de forma a separar claramente a área de carregamento, o nome do ficheiro, o botão de ação e o conteúdo convertido.

Estas mudanças visaram proporcionar *feedback* imediato ao utilizador, permitindo-lhe confirmar visualmente a conversão realizada, sem necessidade de descarregar o material. A nova estrutura facilita a interação, reduz erros e melhora a confiança do docente no funcionamento da ferramenta (Figura 16).

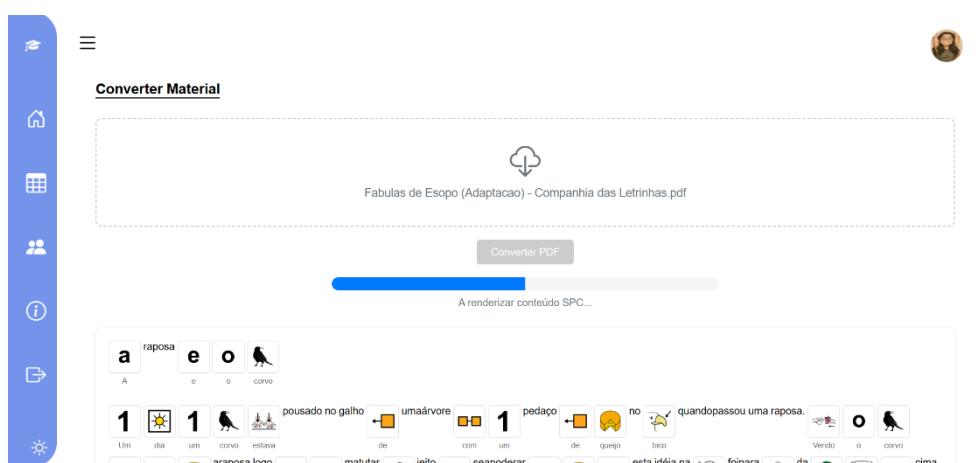


Figura 16: Painel - Versão Final

3.3. Criação de Materiais

A funcionalidade de criação de materiais constitui uma das componentes principais do *EdEquity*. A partir do painel, o utilizador tem a possibilidade de iniciar a construção de um novo recurso pedagógico, definindo previamente alguns parâmetros fundamentais (Figura 17).

Após esta configuração inicial, o utilizador é redirecionado para o editor de materiais, uma interface que opera com base no sistema *Drag and Drop*, permitindo arrastar elementos visuais, como símbolos SPC, caixas de texto e formas, diretamente para a área de trabalho (Figura 18).

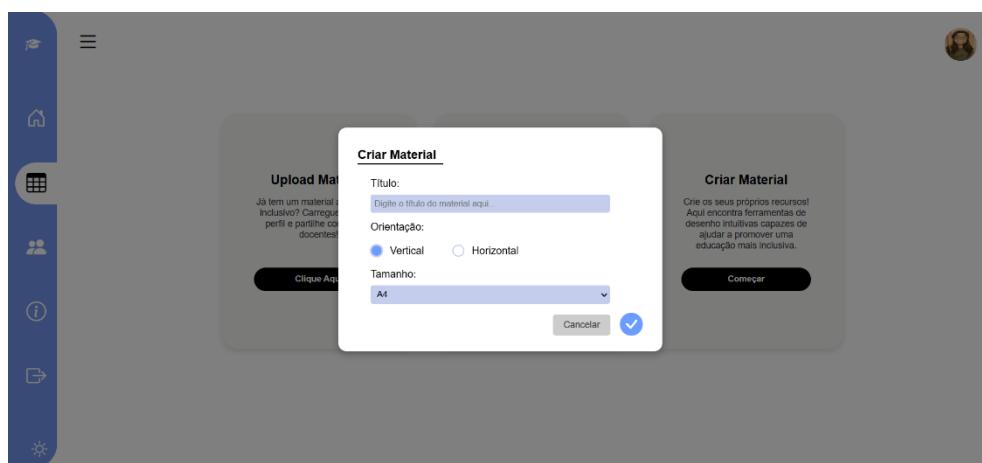


Figura 17: Definição de parâmetros para novo material



Figura 18: Editor de Materiais (*Drag and Drop*)

4. Comunidade

A secção “Comunidade” foi concebida como uma biblioteca partilhada, com o propósito de fomentar a colaboração entre os utilizadores da plataforma. Nesta área, é possível pesquisar perfis de outros docentes registados e aceder aos materiais pedagógicos que estes disponibilizaram publicamente (Figura 19). Os utilizadores têm a possibilidade de visualizar ou descarregar diretamente os conteúdos partilhados, promovendo, assim, um ecossistema colaborativo e acessível de recursos adaptados.

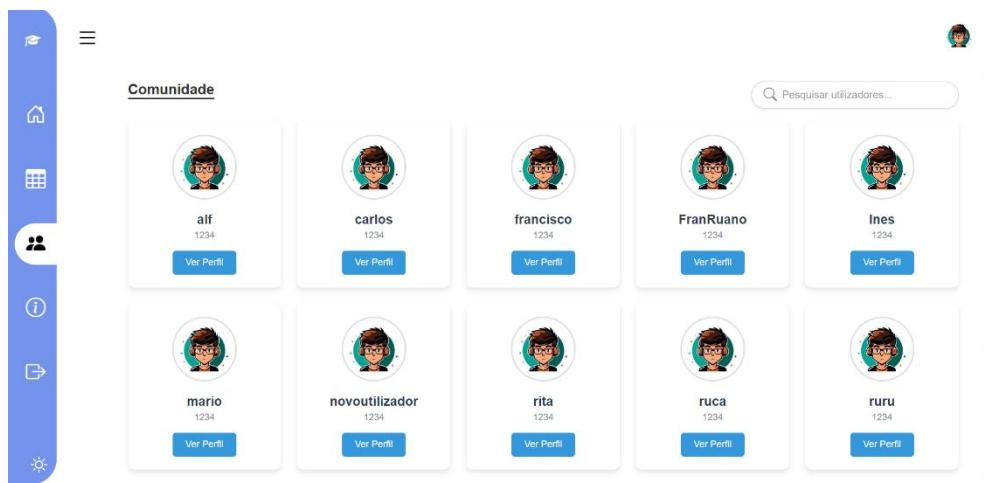


Figura 19: Biblioteca Partilhada - Comunidade

Inicialmente, ao aceder ao perfil de outro utilizador, apenas era possível visualizar os materiais públicos partilhados, juntamente com a fotografia de perfil e o *username* (Figura 20). Com o intuito de promover uma maior transparência e colaboração entre docentes, foram adicionadas informações adicionais aos perfis públicos (Figura 21). Esta alteração visa facilitar o contacto direto e fomentar a criação de redes colaborativas, respeitando sempre a distinção entre conteúdos públicos e privados.

Paralelamente, os materiais partilhados encontravam-se disponíveis apenas para *download* (Figura 20). Contudo, identificou-se a necessidade de permitir uma avaliação mais rápida e informada dos conteúdos antes da sua transferência. Assim, foi introduzida a funcionalidade de pré-visualização, permitindo ao utilizador consultar o conteúdo partilhado diretamente na plataforma, sem necessidade de o descarregar previamente (Figura 21).

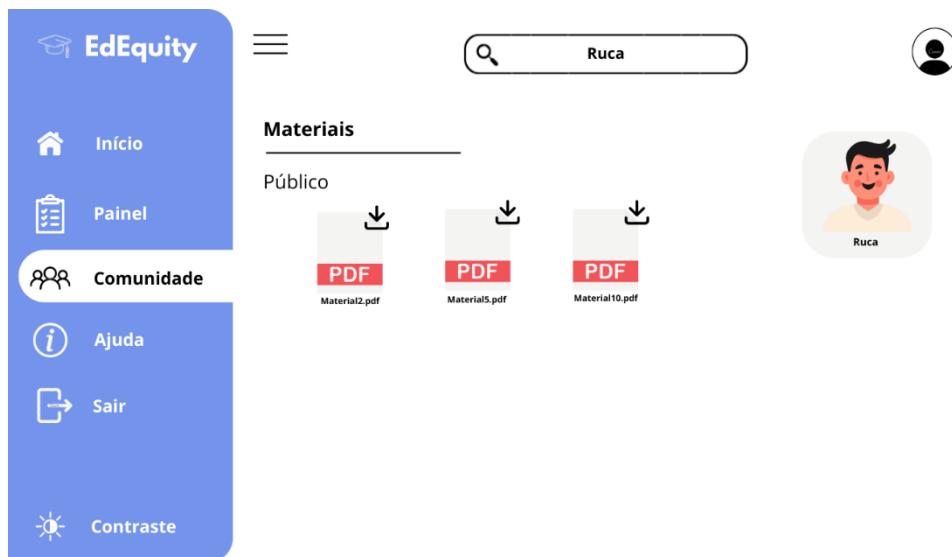


Figura 20: Comunidade - Primeira Versão

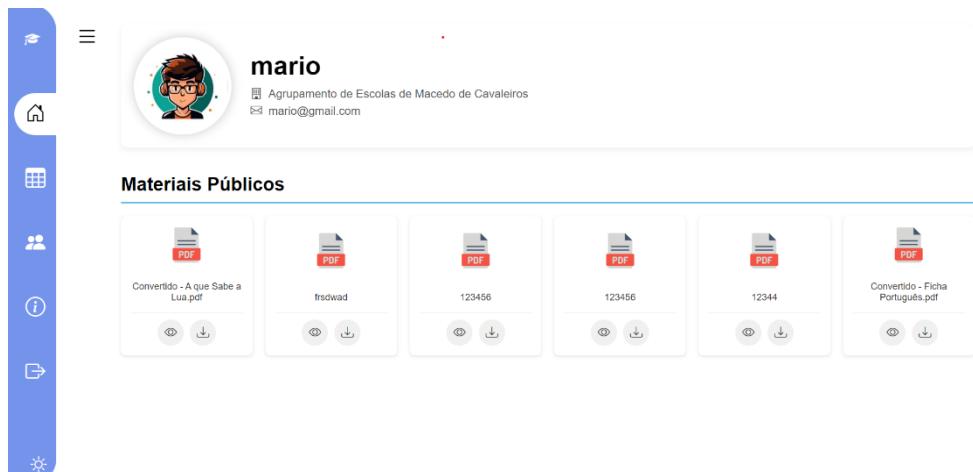


Figura 21: Comunidade - Versão Final

5. Ajuda

A página de ajuda reúne respostas às perguntas mais frequentes, acompanhadas de descrições breves sobre as funcionalidades e secções principais da plataforma (Figura 22). Inclui ainda uma introdução ao conceito do projeto *EdEquity* e à sua proposta pedagógica.

Esta secção foi estruturada de forma clara e direta, mantendo-se consistente desde o início do desenvolvimento, sem necessidade de alterações no seu *design* ou estrutura.

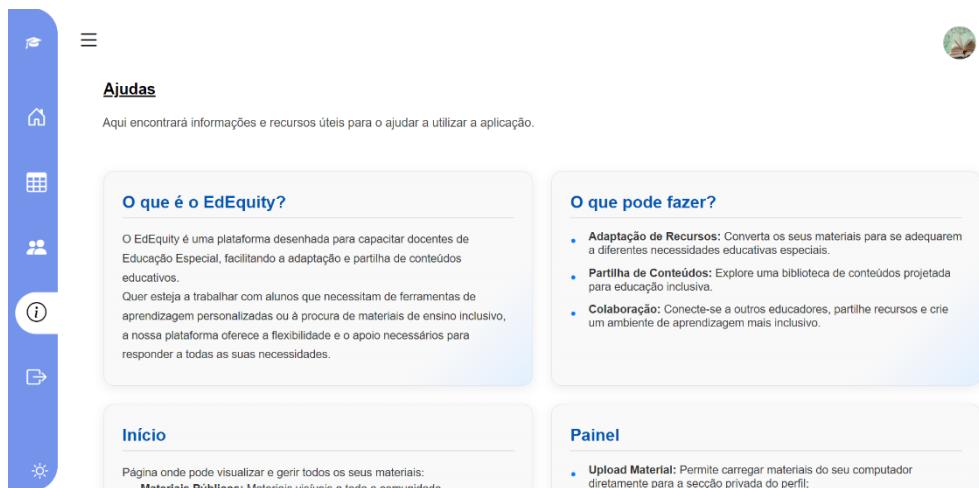


Figura 22: Secção de Ajuda

6. Funcionalidades Extras

6.1. Gestão de Perfil

A funcionalidade de gestão de perfil permite ao utilizador editar os seus dados pessoais, nomeadamente o e-mail, a instituição de ensino, a palavra-passe e a fotografia de perfil (Figura 23). Para alteração da palavra-passe, é solicitado o preenchimento da palavra-passe atual, da nova e da confirmação da nova, garantindo validação básica e segurança no processo de atualização (Figura 24).

Durante o processo de desenvolvimento, com base no *feedback* da equipa de orientação, foi adicionada a informação da instituição de ensino como atributo do perfil do utilizador, por forma a promover uma maior contextualização e credibilidade nas interações entre utilizadores.

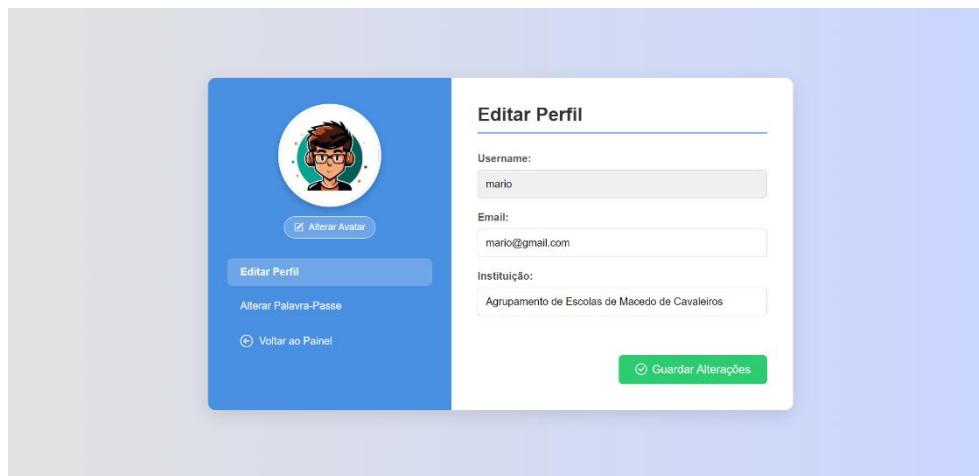


Figura 23: Edição de Perfil do Utilizador

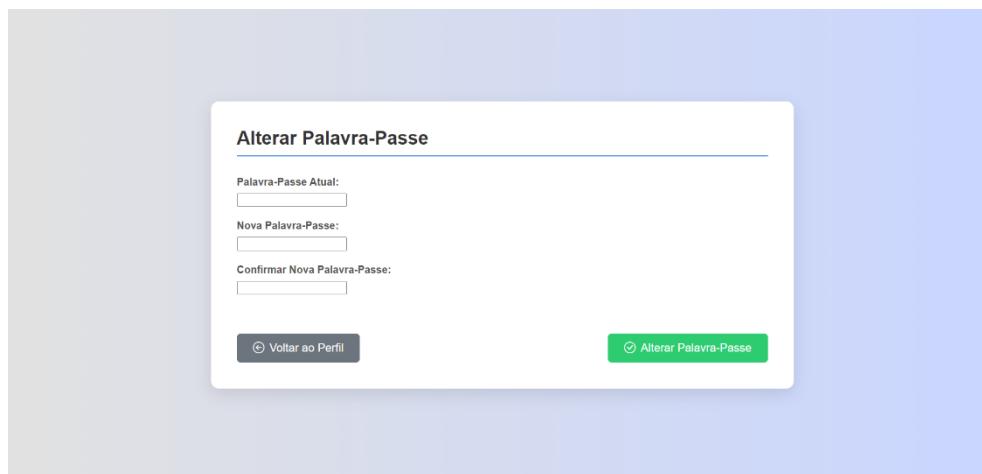


Figura 24: Alteração de palavra-passe

6.2. Menu Lateral

A navegação na plataforma é realizada maioritariamente através de um menu lateral vertical, presente em todas as páginas. Numa fase inicial, este menu encontrava-se permanentemente aberto, ocupando um espaço considerável da interface.

De modo a otimizar a área útil da interface e melhorar a legibilidade dos conteúdos, foi implementado um sistema de colapso e expansão, no estilo "hambúrguer" (Figura 25). Por defeito, o menu aparece colapsado, podendo ser expandido ou recolhido pelo utilizador mediante clique (Figura 26).

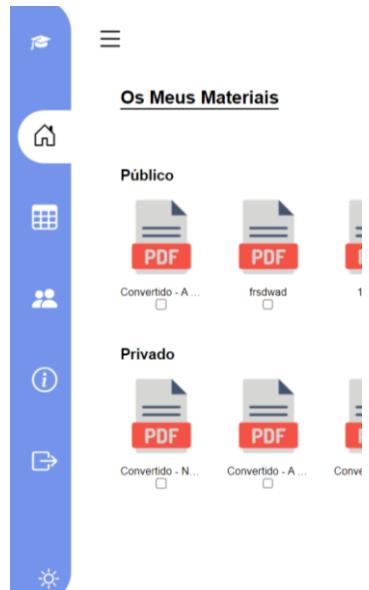


Figura 25: Menu Lateral Fechado



Figura 26: Menu Lateral Aberto

6.3. Modo Escuro

Com o propósito de oferecer maior conforto visual e melhorar a acessibilidade em diferentes condições de luminosidade, foi implementada a funcionalidade de um modo escuro (*dark mode*) na *framework* (Figura 27). Este pode ser ativado ou desativado manualmente pelo utilizador através de um botão presente no menu lateral (“Contraste”), aplicando-se de forma uniforme a toda a interface da aplicação.

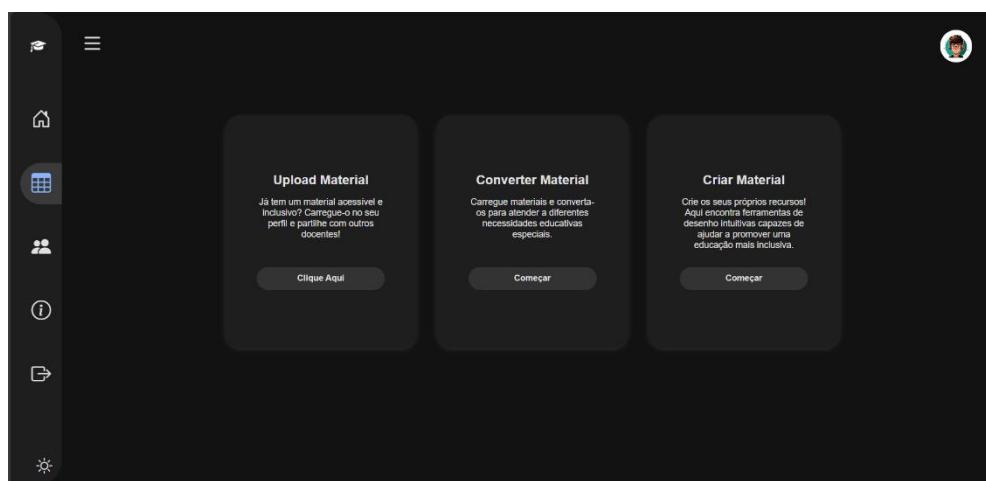


Figura 27: Exemplo de Dark Mode

6.4. Log out Seguro

A funcionalidade de *Log out* permite ao utilizador encerrar a sua sessão na *framework* de forma segura, sendo automaticamente redirecionado para a página de abertura (Figura 9).

Embora não tenha sido incluído um sistema de confirmação prévia de saída, esta funcionalidade assegura o encerramento da sessão ativa e a proteção dos dados do utilizador, bloqueando o retorno à página anterior através do botão de retroceder do navegador, após *Log out*. Desta forma, é possível garantir que os conteúdos de cada utilizador permanecem inacessíveis até nova autenticação.

DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

O desenvolvimento da *framework EdEquity* envolveu uma abordagem modular e iterativa, aliando simplicidade tecnológica à funcionalidade pedagógica. Foram utilizadas tecnologias de programação *web* e *scripts* personalizados, na tentativa de proporcionar uma aplicação acessível, leve e de fácil manutenção.

Tecnologias Utilizadas

O *frontend* da aplicação foi desenvolvido com *HTML*, *CSS* e *JavaScript*, permitindo uma interface responsiva, intuitiva e funcional. O *backend* foi construído em *Python*, com ligação a uma base de dados *MySQL* (**Anexo B**), responsável pela gestão de utilizadores e persistência de dados relacionados com os materiais educativos.

Adicionalmente, foram utilizados ficheiros *CSV* para representar a base de dados dos símbolos SPC e das conjugações verbais, facilitando a leitura rápida e o mapeamento de texto durante o processo de conversão de documentos.

Estrutura do Projeto

O projeto está organizado em diretórios separados, refletindo uma divisão funcional das responsabilidades:

- **/assets/**: contém subpastas para ficheiros *CSS* e *JavaScript*;
- **/spcs/**: armazena as imagens, em formato *png*, dos símbolos SPC, em subpastas organizadas por letra inicial;
- **/uploads/**: local onde os documentos carregados temporariamente são armazenados para processamento;
- **Ficheiros HTML**: encontram-se na raiz do projeto, cada um representando uma página específica da interface;
- **Ficheiros CSV**: dois ficheiros principais que contêm os dados dos símbolos SPC (“nomes_spc.csv”) e das conjugações verbais (“Verbos.csv”).
- **Ficheiro Python**: *script* responsável pela comunicação com os dados *CSV* para a conversão textual com símbolos SPC.

Além disso, destaca-se o ficheiro “index.js”, que funciona como o servidor principal da aplicação, desenvolvido com *Node.js* e *Express.js*. Este componente centraliza a lógica de *backend*.

da plataforma, incluindo a gestão da autenticação, manipulação de perfis, operações com a base de dados *MySQL* e o tratamento de *uploads* de ficheiros.

Esta organização modular facilitou o desenvolvimento, teste e manutenção de cada componente da aplicação.

Funcionalidades Principais

1. Base de Dados dos Símbolos SPC

A base de dados de símbolos SPC foi estruturada em formato *CSV*, contendo as palavras-chave e os respetivos caminhos para os ficheiros de imagem. Estes símbolos encontram-se armazenados na pasta */spcs/*, organizada por ordem alfabética, permitindo acesso rápido e eficiente durante o processo de conversão.

A separação entre a base de dados (“nomes_spc.csv”) e os ficheiros gráficos (imagens png) simplifica a manutenção e possibilita a expansão futura do repositório de símbolos.

2. Conversão de Documentos PDF

A funcionalidade de conversão de materiais permite o carregamento de documentos em formato PDF, a partir dos quais o sistema extrai o texto do ficheiro, através de blocos textuais. Cada palavra é analisada e comparada com as entradas do ficheiro “nomes_spc.csv”, que as associa aos símbolos SPC correspondentes, presentes na pasta */spcs/*.

Quando uma correspondência é encontrada, o sistema constrói automaticamente um documento adaptado que representa visualmente o conteúdo original com pictogramas. O material convertido pode ser pré-visualizado na plataforma, descarregado para o dispositivo ou guardado na área privada da conta do utilizador.

Dificuldades Técnicas e Limitações

Durante o desenvolvimento da *framework*, surgiram diversos desafios técnicos que exigiram adaptações, reestruturações e decisões estratégicas. Alguns foram ultrapassados com sucesso, enquanto outros permaneceram como limitações, servindo de base para possíveis melhorias futuras.

1. Organização dos Símbolos SPC

Um dos primeiros e principais desafios encontrados neste projeto foi a organização dos símbolos SPC por categorias temáticas na interface de *Drag and Drop*. A base de dados utilizada (obtida a partir do Arasaac - <https://arasaac.org/>) disponibiliza os pictogramas em formato de pastas, divididas por ordem alfabética. Esta procura por uma base de dados ideal, gratuita e fidedigna demorou algum tempo e atrasou ligeiramente a implementação inicial.

Apesar da integração dos pictogramas na plataforma ter sido bem-sucedida, não foi possível categorizar os mais de 11 000 símbolos, uma vez que esta tarefa teria de ser realizada manualmente, exigindo muito mais tempo do que o previsto para esta fase e comprometendo a execução do restante trabalho.

Assim, considera-se que a ausência de uma estrutura previamente classificada e passível de integração automática no projeto, representa uma limitação atual da plataforma.

2. Conversão de Verbos Conjugados

Outro desafio relevante esteve relacionado com a conversão de texto em símbolos SPC, nomeadamente a identificação de verbos conjugados. Inicialmente, o sistema utilizava ciclos simples para detetar sufixos verbais e associá-los ao infinitivo correspondente. No entanto, este método falhava perante verbos irregulares ou tempos verbais menos comuns.

Para colmatar esta limitação, foi criado um ficheiro *CSV* contendo as diferentes formas conjugadas e a respetiva correspondência com o infinitivo de todos os verbos da língua portuguesa. Esta solução permitiu melhorar significativamente o reconhecimento automático de verbos durante o processo de conversão.

3. Extração de Texto em PDFs mal formatados

Durante o processo de conversão, foram também identificadas dificuldades na extração de texto a partir de certos documentos PDF, sobretudo quando mal formatados ou com erros de codificação. Nestes casos, algumas palavras eram extraídas de forma incompleta ou fundidas, impedindo a sua correspondência com os símbolos SPC.

Embora tenham sido testadas abordagens alternativas, como a leitura linha a linha, o problema persiste em casos mais extremos e poderá, no futuro, ser mitigado com a adoção de técnicas de análise semântica mais avançadas.

4. Geração de Ficheiros PDF após conversão

Apesar de funcionais, verificaram-se algumas dificuldades menores relacionadas com a geração de ficheiros PDF após a sua conversão, nomeadamente com margens excessivas ou a criação de páginas em branco não intencionais. Embora a funcionalidade se encontre operacional, a apresentação visual dos documentos poderá beneficiar de ajustes futuros para assegurar uma estrutura mais limpa e ajustada ao conteúdo convertido.

Potencial de Melhoria

Em suma, as dificuldades encontradas permitiram não só aperfeiçoar a plataforma ao longo do seu desenvolvimento, como também abriram caminho para futuras evoluções. A documentação e a modularidade do código garantem que estas limitações poderão ser resolvidas de forma incremental em versões futuras.

ANÁLISE DE ACESSIBILIDADE

A avaliação da acessibilidade digital da plataforma *EdEquity* constituiu uma etapa essencial no processo de desenvolvimento, refletindo o compromisso com os princípios de inclusão e equidade educativa. Considerando que o público-alvo da aplicação são, em grande parte, docentes de Educação Especial, foi prioritário garantir que a interface estivesse alinhada com as diretrizes internacionais de acessibilidade, nomeadamente as *WCAG 2.1*.

Esta análise técnica complementou as melhorias visuais e estruturais descritas na secção “Evolução da Interface e Melhorias” do presente relatório, permitindo identificar e corrigir aspectos críticos como o contraste cromático, a estrutura semântica do conteúdo e a presença de descrições alternativas em elementos visuais.

Ferramenta de Avaliação

A verificação da conformidade com as normas de acessibilidade foi realizada com recurso ao *AccessMonitor*, uma ferramenta automática disponibilizada pelo Governo de Portugal. Esta solução permite avaliar páginas web de acordo com os critérios estabelecidos pelas *WCAG 2.1*, que incluem aspectos técnicos e semânticos fundamentais, como:

- Contraste de cores entre elementos sobrepostos;
- Existência de texto alternativo (*alt-text*) em imagens;
- Estrutura e hierarquia correta de títulos (*headings*);
- Navegabilidade por teclado;
- Coerência e semântica do código *HTML*.

A avaliação foi conduzida através de *snapshots* representativos das principais secções da interface, nomeadamente: registo/autenticação, painel de utilizador, editor de materiais, perfil individual e biblioteca partilhada. Uma vez que o projeto ainda se encontra em ambiente local, os testes foram realizados sobre versões simuladas da interface.

Estes testes automáticos realizados avaliam o nível de conformidade da aplicação, de acordo com padrões estabelecidos pelos níveis A, AA e AAA da *WCAG 2.1*. A avaliação considera quatro princípios fundamentais: (i) Percetível, (ii) Operável, (iii) Compreensível, e (iv) Robusto.

Resultados Obtidos

Os testes iniciais de acessibilidade revelaram algumas inconformidades com as diretrizes *WCAG 2.1*, com maior incidência nas seguintes áreas:

- **Contraste de cores insuficiente** entre texto e fundo em certos botões e ícones, particularmente no modo escuro;
- **Ausência de texto alternativo** em botões ou imagens informativas;
- **Estrutura semântica incorreta**, com saltos hierárquicos entre títulos e blocos textuais (por exemplo: de *<h1>* para *<h3>*, sem interseção por *<h2>*);
- **Associação incompleta** entre rótulos e campos de formulário, limitando a acessibilidade a tecnologias assistivas.

Melhorias Implementadas

Com base nos resultados fornecidos pela ferramenta e após uma análise manual complementar, foram introduzidas as seguintes correções:

- **Revisão e uniformização do contraste de cores**, garantindo rácios mínimos exigidos pelas *WCAG 2.1*;
- **Atribuição de texto alternativo (*alt-text*)** às imagens relevantes, permitindo a sua interpretação por leitores de ecrã;
- **Reorganização da estrutura** de títulos e subtítulos, refletindo a hierarquia semântica correta do conteúdo;
- **Definição explícita do idioma** da página *HTML* (*lang="pt"*), contribuindo para melhor interpretação por tecnologias assistivas;
- **Ajustes na associação de campos de formulário e respetivos rótulos**, melhorando a naveabilidade por teclado e *software auxiliar*.

Após a aplicação destas melhorias, prevê-se que uma nova submissão ao *AccessMonitor* demonstraria um índice de conformidade superior a 90%, validando o empenho contínuo em garantir a inclusividade e acessibilidade da *framework*.

Limitações e Perspetivas Futuras

Apesar da utilidade de ferramentas automáticas de avaliação, reconhece-se que estas apresentam limitações no que diz respeito à deteção de problemas de acessibilidade em contextos reais de utilização. A validação automatizada não contempla, por exemplo, a usabilidade da aplicação por indivíduos com diferentes tipos de limitações sensoriais, motoras ou cognitivas, nem avalia a clareza da navegação ou a eficiência das interações do ponto de vista do utilizador final.

Nesse sentido, enquanto perspetiva de desenvolvimento futuro da plataforma, destaca-se a importância de:

- Conduzir sessões de teste com utilizadores reais, para recolha de *feedback* qualitativo sobre a experiência de utilização;
- Realizar ensaios com tecnologias assistivas, de forma a garantir a compatibilidade e usabilidade plena da interface com este tipo de ferramentas;
- Desenvolver um manual técnico de acessibilidade, que sistematize as boas práticas seguidas neste projeto e possa orientar futuras iterações ou a replicação futura da *framework* por outros programadores.

Estas ações complementariam a análise automática já efetuada, contribuindo para um processo de melhoria contínua e para a consolidação da acessibilidade digital como um pilar central do *EdEquity*, promovendo uma utilização mais justa, inclusiva e eficaz da tecnologia no contexto educativo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da *framework EdEquity* constituiu uma resposta concreta a necessidades identificadas no domínio da Educação Especial, nomeadamente no que respeita à criação e adaptação de materiais pedagógicos através de pictogramas para CAA. A solução proposta destaca-se pela sua natureza acessível e centrada no utilizador, reunindo funcionalidades pensadas especificamente para docentes com diferentes níveis de literacia digital.

Ao longo deste projeto, foi possível articular investigação teórica, levantamento de requisitos, *design* inclusivo e desenvolvimento tecnológico, culminando numa ferramenta funcional, que reforça o papel da tecnologia como ferramenta promotora da inclusão e da equidade educativa.

Destaca-se ainda a preocupação transversal com a acessibilidade digital, reconhecendo que a eficácia de uma ferramenta educativa depende da sua capacidade de ser utilizada por todos, independentemente das suas limitações. A avaliação técnica baseada nas *WCAG 2.1*, complementada com melhorias estruturais e visuais, demonstra o compromisso com boas práticas e com os valores da equidade e inclusão.

Naturalmente, durante o processo foram identificadas limitações, como a extração imperfeita de texto em alguns PDFs ou a categorização rudimentar de símbolos SPC, que apesar de não comprometerem o funcionamento global da aplicação, abrem caminho para novas melhorias.

Com base nas aprendizagens obtidas, propõem-se como desenvolvimentos futuros:

- Integração de novos sistemas de símbolos e suportes visuais para CAA;
- Inclusão de suporte multilingue, alargando a aplicabilidade da ferramenta;
- Reforço do sistema de categorização e pesquisa de pictogramas;
- Incorporação de algoritmos baseados em IA, suporte à recomendação e à conversão contextualizada de conteúdos.

De forma geral, a *framework EdEquity* afirma-se como um contributo relevante para o panorama nacional de recursos digitais na área da Educação Especial. O seu desenvolvimento evidencia como a escuta ativa das necessidades dos utilizadores, aliada à tecnologia, pode resultar em soluções eficazes, adaptáveis e com verdadeiro impacto educativo. Este trabalho reforça, assim, a importância de uma abordagem centrada no utilizador na criação de ferramentas digitais educativas, colocando a inclusão no centro do processo de inovação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Europeia para o Desenvolvimento da Educação especial. (2009). *Princípios-Chave para a promoção da qualidade na educação inclusiva: Recomendações para decisores políticos*. European Agency for Development in Special Needs Education. https://www.european-agency.org/sites/default/files/key-principles-for-promoting-quality-in-inclusive-education_key-principles-PT.pdf

Bertola López, E. (2018). Análisis empírico de las características formales de los símbolos pictográficos ARASAAC [Universidad de Murcia]. In *DIGITUM - Biblioteca Universitaria*. <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/56121>

Beukelman, D. R., & Light, J. C. (2020). Augmentative and alternative communication processes for children and adults with complex communication needs. In *Augmentative & Alternative Communication* (5th ed., pp. 1–17). Paul H. Brookes. <https://brookespublishing.com/wp-content/uploads/2020/02/Beukelman-Excerpt-wTOC.pdf>

Blissymbolics Communication International. (2025). *Blissymbolics Communication International*. Retrieved March 18, 2025, from <https://www.blissymbolics.org/>

Cohen, M. J., & Sloan, D. L. (2007). Visual Supports for People with Autism : A guide for parents and professionals. In *Internet Archive* (1st ed.). Woodbine House. <https://archive.org/details/visualsupportso0000cohe>

Communication Matters. (2015). Introduction to augmentative and alternative communication. *Communication Matters*. <https://www.communicationmatters.org.uk/wp-content/uploads/2019/02/What-is-AAC.pdf>

Crespo, A., Croca, F., Brela, G., & Micaelo, M. (2011). Educação inclusiva e educação especial: Indicadores-chave para o desenvolvimento das escolas. In *Direção-Geral Da Educação*. Direção-Geral de inovação e de desenvolvimento curricular. https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/EEspecial/guia_diretor_16_9_net.pdf

Institute on Disabilities at Temple University. (2024). *AAC - Augmentative & Alternative Communication*. Tech Owl - AAC Community. Retrieved March 17, 2025, from <https://aaccommunity.net/ccc/aac-aac/>

Izquierdo, T. M. R. (2006). *Necessidades educativas especiais: a mudança pelo relatório Warnock* [MA dissertation, Universidade de Aveiro]. <https://www.proquest.com/openview/2bbd3fcf3b5cfbb0174ba6f1c7a6a7e5/1?cbl=2026366&diss=y&pq-origsite=gscholar>

Marcelo, J. (2023, October 22). *O que é a educação?* LinkedIn. Retrieved March 5, 2025, from <https://www.linkedin.com/pulse/o-que-%C3%A9-educa%C3%A7%C3%A3o-jean-marcelo/>

Meireles-Coelho, C., Izquierdo, T., & Santos, C. (2007). Educação para todos e sucesso de cada um: Do relatório Warnock à declaração de Salamanca. In *Actas do IX Congresso da Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação* (Vol. 2, pp. 178–189). Universidade de Aveiro. <https://core.ac.uk/download/pdf/15567176.pdf>

Mestrinho, A. (2024). *Comunicação Aumentativa e Alternativa*. Instituto De Apoio E Desenvolvimento - ITAD. Retrieved March 14, 2025, from <https://www.itad.pt/comunicacao-aumentativa-e-alternativa/>

Patel, R., Schooley, K., & Wilner, J. (2007). Visual features that convey meaning in graphic symbols: a comparison of PCS and artists' depictions. *Assistive Technology Outcomes and Benefits*, 4(1), 62–80. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ899368.pdf>

Unidade Acesso da FCT. (2025). Tecnologias de apoio à comunicação. In *Tecnologias de apoio para pessoas com deficiência*. Retrieved March 17, 2025, from https://www.acessibilidade.gov.pt/livros/tapd/html/8_tecnologias_apoio_comunicacao.html

ANEXOS

Anexo A – Protótipo Funcional da *Framework*

Para efeitos de validação e experimentação, disponibiliza-se como “Entregável do Projeto” o protótipo funcional da *framework EdEquity*, acessível através do seguinte link de *GitHub*:
<https://github.com/franciscoruano/ProjetoLAB-ID202425083.git>

A pasta inclui todos os componentes necessários para a execução local da aplicação. Na raiz da pasta encontra-se o documento README, com instruções detalhadas para instalação e configuração prévia. Para o correto funcionamento da plataforma, é necessário:

- Ter o MySQL instalado no dispositivo;
- Definir o nome de utilizador (*user*) e a palavra-passe (*password*) da base de dados diretamente na função *mysql.createPool*, localizada no ficheiro “index.js”;
- Seguir todos os passos descritos no “README.md” incluído na pasta comprimida.

Anexo B – Base de Dados MySQL

```
CREATE DATABASE edequity;
```

```
USE edequity;
```

```
CREATE TABLE Utilizador (
```

Username	VARCHAR(50)	PRIMARY KEY,
Password	VARCHAR(255)	NOT NULL,
Email	VARCHAR(200)	NOT NULL,
Instituicao	VARCHAR(200)	NOT NULL,
Avatar	VARCHAR(100)	DEFAULT 'default_avatar.png',
Caminho_Avatar	VARCHAR(255)	NULL DEFAULT NULL

```
);
```

```
CREATE TABLE Material (
```

ID_Material	INT	AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
Titulo	VARCHAR(200)	NOT NULL,
Descricao	TEXT	NULL,
Criador_User	VARCHAR(50)	NOT NULL,
Data_Criacao	DATETIME	DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
Estado	TINYINT(1)	DEFAULT 0,
Tipo	TINYINT	NOT NULL,
Data_Partilha	DATETIME	NULL,
Caminho_Ficheiro	VARCHAR(255)	NULL,
Conteudo	LONGTEXT	NULL, -- HTML do editor
Preview	LONGTEXT	NULL, -- imagem de preview
Tamanho	VARCHAR(20)	NULL, -- tamanho da folha
Orientacao	VARCHAR(20)	NULL, -- orientação da folha

```
FOREIGN KEY (Criador_User) REFERENCES Utilizador.Username)
```

```
);
```

```
CREATE TABLE Conversao (
```

ID_Conversao	INT	AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
ID_Original	INT	NOT NULL,
Convertido_ID	INT	NOT NULL,
Data_Conversao	DATETIME	DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,

```
FOREIGN KEY (ID_Original) REFERENCES Material(ID_Material) ON DELETE CASCADE,  

FOREIGN KEY (Convertido_ID) REFERENCES Material(ID_Material) ON DELETE  

CASCADE
```

```
);
```