

STAIRWAYS: UMA PLATAFORMA WEB COLABORATIVA COM ROADMAPS PARA AUTODIDATAS

STAIRWAYS: A COLLABORATIVE WEB PLATFORM WITH ROADMAPS FOR SELF-LEARNERS

Ênio Carlos Rebouças Bezerra
Ricardo Lenz Cesar (Orientador)

RESUMO

Esse artigo apresenta uma plataforma web chamada Stairways, cuja finalidade é de guiar pessoas no estudo autodirigido por meio de representações visuais conhecidas como *roadmaps*, que parte da ideia de criar uma sequência lógica de estudo para um determinado assunto. A plataforma permite a criação e compartilhamento de *roadmaps* educacionais personalizados criados pelos próprios usuários. Espera-se com isso fornecer meios para criações de grupos e comunidades de aprendizado colaborativo que possam usufruir de roteiros para aquisição de novos conhecimentos e habilidades para diferentes perfis e áreas do conhecimento.

Palavras-chave: Roadmaps. Trilhas de conhecimento. Plataforma Web Colaborativa. Aprendizado Autodidata.

ABSTRACT

This article presents a web platform called Stairways, which aims to guide people in self-directed study through visual representations known as roadmaps, which are based on the idea of creating a logical sequence of study for a given subject. The platform allows the creation and sharing of personalized educational roadmaps created by the users themselves. The aim is to provide means for the creation of collaborative learning groups and communities that can benefit from roadmaps for acquiring new knowledge and skills for different profiles and areas of knowledge.

Keywords: Roadmaps. Knowledge paths. Collaborative Web Platform. Self-learning.

1 INTRODUÇÃO

Na era atual, caracterizada por ritmos acelerados de transformações tecnológicas, sociais, culturais e econômicas — a chamada “Era da Informação” — emerge a necessidade de formar indivíduos adaptáveis e responsivos às mudanças contínuas. Esse contexto gera uma demanda

crecente por novas qualificações e conhecimentos, visando atender tanto às novas exigências do mercado de trabalho quanto às novas oportunidades que aparecem. Diversos autores destacam a cultura do *lifelong learning*, ou aprendizado contínuo ao longo da vida, que pode ocorrer tanto de maneira formal quanto informal, mas sempre com ênfase na autonomia do indivíduo, que se responsabiliza por buscar atualização e requalificação constante (DAWSON et al., 2012).

Esse cenário de mudanças rápidas também afeta o campo educacional. Nesse sentido, o chamado paradigma da *Educação 4.0* surge como uma resposta às “mudanças rápidas e profundas impulsionadas pela tecnologia” (JÚNIOR et al., 2023), reconhecendo a importância de preparar os alunos não apenas com conhecimentos acadêmicos mas também com “habilidades essenciais para o mundo digital” (OLIVEIRA et al., 2024). Torna-se, assim, fundamental investir no desenvolvimento de novas tecnologias educacionais e em abordagens pedagógicas inovadoras, que preparem os estudantes para os desafios da era digital.

Nesse contexto, entre as diversas tendências no mundo contemporâneo da educação, destacam-se o uso crescente de ferramentas digitais para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem, a consolidação do aprendizado online e híbrido, acelerada pela pandemia de Covid-19, a aplicação de inteligência artificial, especialmente a IA generativa, por meio de ferramentas como o ChatGPT, que se popularizaram nos últimos anos (BAIDOO-ANU; ANSAH, 2023); a gamificação na educação, que utiliza mecânicas e estéticas de jogos para engajar e promover o aprendizado e a resolução de problemas (DETERDING et al., 2011; KAPP, 2012), além da formação de microconteúdos, voltados para a rápida apreensão e domínio, como parte da microaprendizagem, que foca em atividades práticas de curto prazo (BRUNO, 2022).

O uso de tecnologias digitais no ensino moderno tem um papel central. De fato, a educação caminha “cada vez mais para ferramentas que promovem o senso crítico e a aquisição de autonomia do aluno, para que acompanhe as mudanças constantes na sociedade” (BRUNO, 2022). Nesse sentido, “as ferramentas digitais e virtuais assumem um papel de destaque e oferecem novas formas de trabalho e de aprendizagem” (BRUNO, 2022).

No cenário atual, o acesso ao conhecimento não está mais restrito aos limites físicos das salas de aula. A vasta disponibilidade de conteúdos online permite que as pessoas adquiram conhecimento de forma autônoma e personalizada, atravessando barreiras geográficas e temporais. Na área de desenvolvimento de sistemas, por exemplo, uma pesquisa recente da plataforma StackOverflow (2024) com mais de 60 mil pessoas mostrou que 82% dos entrevistados utilizam recursos online para aprendizado relacionado à programação, enquanto os entrevistados mais jovens (18 a 24 anos) tendem a buscar esse aprendizado em instituições tradicionais de ensino, o que sugere uma consolidação do uso de recursos online (tais como vídeos, blogs, fóruns, etc.) após esse período de formação.

Além disso, entre 2020 e 2022 observou-se um aumento de mais de 400% no número de profissionais brasileiros que trabalham remotamente para empresas estrangeiras, especialmente no setor de tecnologia da informação. A pandemia do Covid-19 e a alta do dólar tornaram o trabalho remoto (pagando em dólar ou euro) para companhias internacionais economica-

mente atrativo para muitos brasileiros ¹. Esses profissionais, frequentemente atuando de forma autônoma, precisam constantemente adquirir novos conhecimentos e habilidades.

Os fatores mencionados refletem algumas das profundas transformações nos processos de ensino e aprendizagem. O uso integrado de ferramentas e plataformas digitais amplia o aprendizado para além das salas de aula presenciais, com a predominância do consumo de recursos online, como microconteúdos personalizados, de rápida apreensão. Esse contexto favorece uma mentalidade de *lifelong learning*, uma aquisição contínua de novos conhecimentos, e que requer autonomia e uma constante atualização de habilidades, especialmente para aqueles que trabalham em mercados globais. No entanto, a imensa quantidade de dados disponíveis na internet pode gerar entropia da distribuição de informações (CASTELLS, 2005), tornando o aprendizado autodirigido desafiador. Isso ressalta a necessidade de ferramentas que não apenas facilitem, mas também potencializem o processo de aprendizado autônomo.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo discutir a concepção e o desenvolvimento de uma plataforma online voltada para o aprendizado autônomo, utilizando representações visuais conhecidas como *roadmaps*. Esses *roadmaps* consistem em uma forma de organizar o “passo a passo” necessário para dominar um determinado assunto. A ferramenta proposta, Stairways, visa oferecer um ambiente onde os usuários possam criar e compartilhar a sequência lógica de etapas que seguiram e recomendam para adquirir determinado conhecimento. Isso permite usufruir de maneira mais organizada as amplas possibilidades de construção de conhecimento com a internet e a tecnologia disponível em geral (DIAS, 2000). A plataforma educacional proposta tem, assim, o intuito de incentivar esse aprendizado autônomo, auxiliando os usuários na busca por conhecimento na forma de roteiros bem estruturados, compartilhados e adaptados às demandas do cenário atual.

Durante o uso da ferramenta, o que selecionar numa trilha de conhecimento não é necessariamente uma tarefa fácil. Há muitas fontes de informações disponíveis. A abundância de informações é um dos traços marcantes da época atual. Como selecionar o que é mais importante, fundamental e relevante para uma pessoa? Há aqui um outro tipo de habilidade: a de selecionar algo e a de não selecionar algo. Há muito “ruído”, e a escassez de tempo demanda por critérios inteligentes de seleção. Não selecionar algo para um aprendizado, pelo menos para um determinado momento, também faz parte de uma certa arte ou sabedoria por parte do aprendiz. Daí a importância de acompanhar *roadmaps* de outras pessoas que percorreram a mesma área também.

O restante deste trabalho está dividido da seguinte forma: a Seção 2 trata do referencial teórico, comentando mais sobre *roadmaps*, apresentação gráfica na web e questões tecnológicas subjacentes à ferramenta. A Seção 3 apresenta alguns trabalhos relacionados de forma comparativa; a Seção 4 descreve a proposta atual em maiores detalhes, e a Seção 5 apresenta os resultados

¹ Conforme pode ser conferido igualmente em sites como <https://tiinside.com.br/26/01/2023/cresce-491-o-numero-de-brasileiros-prestando-servicos-remotos-para-empresas-no-exterior/> ou <https://www.terra.com.br/economia/profissionais-de-ti-ganham-em-dolar-fazendo-home-office-no-brasil,90948a3fc7ce4b9fbec92b07853cf5cf7x1lkjq2.html>

obtidos. Por fim, a Seção 6 traz as conclusões e sugestões de trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Essa seção apresenta fundamentos teóricos e questões tecnológicas de base para respaldar a concepção de uma plataforma online voltada para a colaboração e estudo autodirigido.

2.1 Roadmaps Educacionais

Um roadmap (usado aqui no sentido de um roteiro ou trilha de conhecimento) é uma ferramenta útil pois é uma forma de estruturar de forma sequencial as etapas necessárias para alcançar um objetivo. A plataforma incorpora essa ideia ao permitir a criação e avaliação de roadmaps personalizados que poderão guiar usuários no estudo das mais diversas áreas do conhecimento. Para fins de visualização, a Figura 1 mostra um exemplo de um roadmap retirado do site Roadmap.sh ². Na figura, pode-se ver parte do caminho de estudo necessário para o domínio da área de back-end.

Um roadmap expõe relações entre os diferentes objetos de aprendizagem, os diversos tópicos de interesse, as diferentes “skills” ou habilidades e competências que serão buscadas, etc. A sequência com que os tópicos são vistos, como os diferentes assuntos podem ser agrupados em itens menores, e mesmo os critérios de seleção sobre o que incluir ou deixar de fora, fazem parte de uma estratégia instrucional. A organização e sequenciamento das informações é fundamental para uma experiência eficaz de aprendizado.

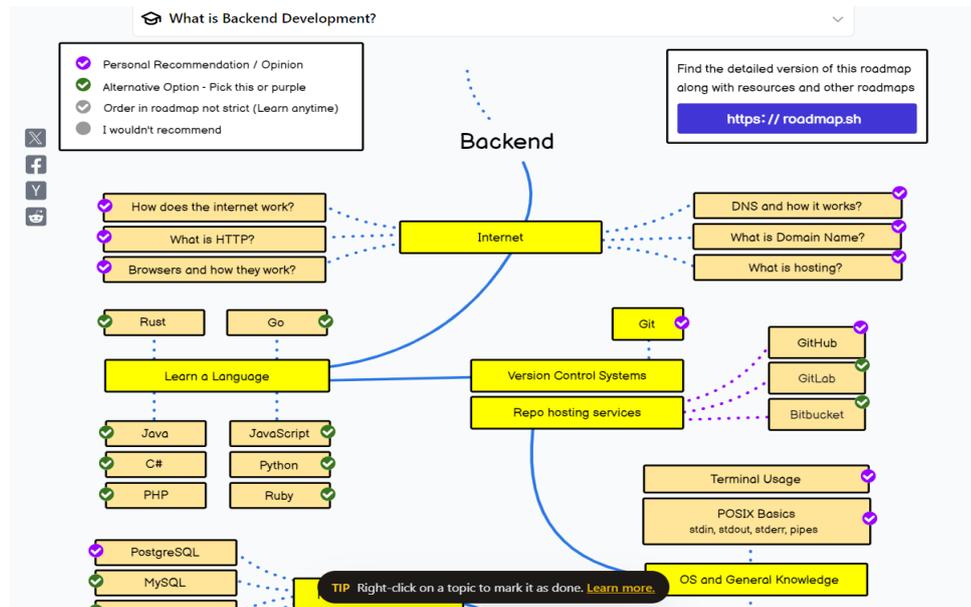
A visão do roadmap como um todo também permite ao aluno ter certa noção do que lhe espera, também despertando interesse para várias partes do seu processo de aprendizado. Nem todos, porém, desejarão abordar os objetos de aprendizagem da mesma forma. Diferentes perfis de alunos certamente podem refletir em diferentes roadmaps. O estilo de aprendizagem “é uma característica pessoal de cada aluno” (BOTTURI, 2003). De fato, estilos de aprendizagem são uma área aberta e vívida de pesquisa.

Ao invés de um modelo de aprendizado igual para todo mundo, diferentes caminhos podem ser projetados de forma personalizada. Achor (2022) comenta que “a ideia de instrução personalizada ou diferenciada não é nova, mas o potencial da tecnologia para facilitar a diferenciação tem sido atraente para muitos educadores mais recentemente”. Para esse autor, “os esforços futuros para melhorar a instrução e a aprendizagem usando tecnologias educacionais ³ ainda precisarão se concentrar em fornecer aos alunos e professores acesso fácil a novas tecnologias e recursos educacionais”. Assim, a plataforma proposta visa servir como intermediadora para que adeptos de determinadas áreas auxiliem aqueles que estão iniciando no processo de aprendizado, fornecendo planos de estudo que servirão de guias na busca pelo conhecimento.

² <https://roadmap.sh>. Acesso em: 24 jul. 2024

³ Sobre o conceito mencionado de tecnologia educacional, esse autor a define como “qualquer ferramenta, equipamento ou dispositivo, eletrônico ou mecânico, que pode ser usado para ajudar os alunos a atingir objetivos de aprendizagem específicos”.

Figura 1 – Roadmap educacional da área de back-end



Fonte: Roadmap.sh. Acesso em: 24 jul. 2024

2.2 Roadmaps para usuários autodidatas

Várias condições podem contribuir para alguém se tornar autodidata. A necessidade de se atualizar constantemente, aliada a certas restrições de tempo e espaço que muitas pessoas têm em suas jornadas de trabalho, em conjunto com a farta acessibilidade de informação na internet, convergem em um cenário atual onde várias pessoas passam a buscar aprender algo por sua própria conta.

Para Gusdorf (1995), o autodidata é aquele que chega muito tarde à preocupação do conhecimento, devendo então a si próprio sua iniciação. Ou seja, o autodidata é aquela pessoa que, por variados fatores, não dispõe da presença e mentoria de um mestre, ficando a cargo de si próprio a busca e organização do conhecimento.

Entretanto, o autodidatismo pode ser considerado uma tarefa árdua no que tange à organização e ao planejamento do conteúdo a ser estudado. Uma das maneiras de reduzir essa dificuldade é tentar seguir os passos de outros que já percorreram o mesmo caminho ou que têm considerável conhecimento e experiência na área de interesse. Nesse sentido, os roadmaps funcionam como o meio compartilhado pelo qual diferentes indivíduos compartilham suas buscas de conhecimentos e habilidades necessárias para o exercício de suas profissões no mercado atual.

2.3 Roadmaps na web: opções visuais interativas

Os primeiros navegadores não possuíam suporte para trabalhar com gráficos 2D manipuláveis dinamicamente. As opções estavam restritas à imagens já prontas em formatos como PNG, JPEG e GIF, imagens matriciais (bitmaps) bastante limitadas em relação à interatividade (DUCE; HERMAN; HOPGOOD, 2002).

Dessa forma, ao longo da evolução tecnológica da web novas opções gráficas apareceram, permitindo contornar essas essas dificuldades. Deixando de fora algumas tecnologias antigas ou descontinuadas de plug-ins (como Flash, VRML, etc), algumas das quais eram proprietárias, fechadas, não padronizadas, com várias vulnerabilidades de segurança, problemas de compatibilidade em diferentes sistemas e navegadores, problemas de alto consumo de memória e recursos, entre outros, as tecnologias nativas instituídas atualmente podem ser listadas como:

- Tecnologia de Canvas (2D) do HTML, que possibilita composição de imagens 2D em formato matricial (bitmap) manipuláveis dinamicamente via JavaScript;
- Tecnologia de gráficos vetoriais SVG, que permite trabalhar com linhas, curvas, textos e formas geométricas diversas como objetos manipuláveis com suas próprias propriedades, produzindo figuras de qualidade em resoluções maiores (como todo gráfico vetorial, permitindo livremente “zoom” sem perda de qualidade);
- Tecnologia de WebGL (usando a mesma *tag* de Canvas) para gráficos 3D acelerados por GPUs e manipuláveis via JavaScript, seguindo o tradicional padrão OpenGL usado para jogos e aplicações gráficas complexas na indústria.

Mesmo à parte dessas tecnologias, no próprio HTML pode-se usar elementos personalizados com CSS e manipuláveis até certo ponto para vários fins. Em todo caso, a tecnologia SVG é especialmente importante para esse trabalho, pois fornece uma ampla gama de possibilidades para trabalhar com gráficos 2D com uma implementação de base eficiente e padronizada, servindo como um dos pilares para o desenvolvimento da plataforma.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Levando em consideração a proposta de criar uma plataforma online para auxiliar pessoas autodidatas na busca por determinado conhecimento, pode-se citar alguns trabalhos relacionados, listados adiante considerando pontos onde convergem e divergem da plataforma Stairways aqui apresentada.

Roadmap.sh (citado anteriormente) é uma plataforma que apresenta roadmaps interativos relacionados à área de tecnologia. Ao clicar em um tópico específico, é exibida uma breve explicação do mesmo e alguns links úteis para estudo, além de possibilitar a marcação dos tópicos concluídos. O site conta com um sistema de grupos onde usuários podem criar seus próprios roadmaps e compartilhar-los com outros integrantes do seu grupo.

Não obstante essa funcionalidade, roadmaps criados por outros usuários não podem ser disponibilizados para acesso público na plataforma, podendo apenas serem acessados por integrantes de um mesmo grupo. Além disso, não é possível avaliar os roadmaps disponíveis.

OverApi ⁴ é uma plataforma que propõe a agregação de *Reference cards*. Ou seja, o site organiza seus vários tópicos em cards relacionados à área de tecnologia, e ao clicar em um deles, é possível visualizar links contendo material de estudo para o assunto do card. Ele se assemelha assim ao Stairways por fornecer um material didático estruturado, não chegando no entanto no formato de um roadmap.

O Quadro 1 apresenta uma comparação entre algumas características presentes nas plataformas citadas e o Stairways.

Quadro 1 – Comparativo entre programas relacionados

Plataforma	Roadmaps interativos	Conteúdo separado em tópicos	Colaborativo	Avaliação do conteúdo	Sugestões com base no conteúdo no processo de criação
Stairways	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Roadmap.sh	Sim	Sim	Sim	Não	Não
OverApi	Não	Sim	Não	Não	Não

4 METODOLOGIA

Essa seção tem como objetivo explicar como foi estruturado o software e como se deu a implementação de cada parte do mesmo. Ao longo dela, são apresentados conceitos importantes que fundamentam o processo de criação do sistema.

Para melhor entendimento do funcionamento do software, o Quadro 2 mostra uma lista de funcionalidades que serão implementadas e integradas à plataforma.

⁴ <https://overapi.com>

Quadro 2 – Lista de funcionalidades do sistema.

#	Funcionalidade	Descrição
1	Visualização de roadmaps	Uma vez no site, os usuários podem ter acesso aos roadmaps criados por outros usuários e disponibilizados na plataforma.
2	Criação de Roadmaps	A plataforma oferece um editor para a criação e publicação de roadmaps, cuja estrutura e conteúdo são definidas pelo próprio usuário.
3	Compartilhamento de subárvores	No processo de criação, o sistema fornecerá sugestões com tópicos e subtópicos oriundos de outros roadmaps.
4	Alterar visibilidade	Usuários podem alterar a visibilidade de seus próprios roadmaps. Ou seja, é possível escolher se estes estarão disponíveis para a visualização por parte de outros usuários ou somente para o próprio autor.
5	Avaliar	É possível avaliar de forma positiva os roadmaps criados por outros usuários. Roadmaps com mais avaliações serão recomendados para um número maior de usuários.
6	Pesquisa	O sistema conta com uma barra de pesquisa que pode ser usada para pesquisar por roadmaps existentes bem como filtrá-los por área de conhecimento.
7	Cooperação	Usuários podem fornecer privilégios de edição para outros de sua escolha, afim de possibilitar a construção dos roadmaps de forma colaborativa.
8	Progresso	Uma vez que concluem o estudo de determinado tópico em um roadmap específico, os usuários podem marcá-lo como concluído, assim é possível salvar e acompanhar seu progresso.
9	Recomendação de tópicos	No processo de criação, o usuário receberá recomendações de outros tópicos existentes no banco de dados que possuam relação com algum tópico específico presente no seu roadmap.

4.1 Tecnologias utilizadas

Este tópico destina-se a explicar as tecnologias utilizadas em cada parte do software e como elas interagem umas com as outras para compor a estrutura completa do sistema.

4.1.1 *Front-end*

A interface da aplicação que será utilizada diretamente pelo usuário final, assim chamada de Front-end, foi criada utilizando as seguintes tecnologias:

- **Vue.js:** O Vue.js é um conhecido *framework* destinado à construção de *Single Page Applications* (SPA). Uma SPA recebe esse nome devido ao funcionamento dinâmico onde uma página é composta por componentes que são atualizados automaticamente em resposta a alteração de dados ou às interações do usuário sem a necessidade do recarregamento completo da página (JADHAV; SAWANT; DESHMUKH, 2015). Ademais, Vue.js adota um sistema de reatividade. Ser “reativo” aqui significa que a interface gráfica e outras partes do programa podem ser atualizadas automaticamente em resposta a mudanças nos dados de forma eficiente e automática. Assim como numa planilha, ao alterar uma célula, outras que dependem dela são atualizadas automaticamente (por exemplo, a célula B com a fórmula =A1+A2 é atualizada quando a célula A1 muda), um framework reativo faz algo similar, propagando mudanças de forma coordenada (KAMBONA; BOIX; MEUTER, 2013).

O sistema de reatividade do Vue.js é um grande aliado na construção de SPAs, uma vez que abstrai grande parte da complexidade relacionada à sua implementação. Pode-se, por exemplo, criar componentes que reagem à mudanças aplicadas em outras partes da aplicação de forma automática, proporcionando mais fluidez e facilidade no processo de desenvolvimento. Além disso, o *framework* conta com um sistema de modularização que permite a criação de componentes reutilizáveis, tornando o desenvolvimento mais eficiente e o código mais organizado.

- **SVG:** Scalable Vector Graphics (SVG) é um formato de imagem vetorial composto por vários blocos de *tags* (baseado no formato XML). Cada *tag* possui uma funcionalidade específica e é capaz de gerar diferentes formas dentro do SVG. Por exemplo, o SVG descrito na Figura 2 gera como resultado um círculo vermelho com borda preta em uma área de 100x100 pixels.

Figura 2 – Exemplo de código SVG

```
1 <svg width="100" height="100">
2   <circle cx="50" cy="50" r="40" stroke="black" stroke-width="3" fill="red" />
3 </svg>
```

Fonte: Autoria própria

A composição da imagem por objetos no SVG torna simples sua manipulação, sendo possível adicionar e remover elementos dentro de um SVG. Além disso, por se tratar de imagens vetoriais, elas podem ser esticadas e visualizadas em dimensões maiores sem que haja perda de qualidade. Esses aspectos foram fundamentais para o desenvolvimento da presente plataforma.

- **Local Storage:** Em diversas aplicações pode ser desejável guardar certos dados de forma local na máquina do usuário, até mesmo para melhorar a experiência e usabilidade. O *Local Storage* refere-se a uma funcionalidade que os navegadores oferecem que permite

persistir dados no disco local da máquina do usuário. O Stairways armazena o progresso do usuário quando o mesmo inicia o processo de criação de um roadmap. Dessa forma, se por acaso a página for recarregada, fechada ou se até mesmo o dispositivo for reiniciado, o trabalho não será perdido, melhorando assim a experiência do usuário em situações problemáticas desse tipo. No entanto, vale ressaltar que uma vez publicados no site, os roadmaps serão armazenados no banco de dados da aplicação de forma remota: assim não haverá mais risco de perdê-los por parte do usuário a menos que este opte por apagar suas criações.

4.1.2 *Back-end*

Aqui estão as tecnologias usadas no desenvolvimento do cerne da aplicação, que fica hospedada em um servidor remoto. Essa parte do projeto fornece toda a infraestrutura necessária para o usuário e se comunica diretamente com a interface gráfica do cliente. Dentre as tecnologias e paradigmas usados aqui estão:

- **C-Sharp:** C# ou C-Sharp ⁵ é uma linguagem fortemente tipada criada pela Microsoft⁶ para o ambiente .NET. Tendo sido influenciada por linguagens como C, C++ e principalmente Java, o C# possui suporte para os paradigmas de orientação a objeto, concorrente, funcional, imperativa, entre outros. A linguagem é atualmente uma das cinco mais utilizadas no mundo segundo o índice Tiobe ⁷, tendo popularidade no segmento de Back-end.
- **.NET SDK:** É um *framework* criado pela Microsoft de código aberto e multiplataforma. O seu kit de desenvolvimento de software (SDK) provê os meios para criar aplicações para múltiplos segmentos (Desktop, Web, Mobile, etc.). No desenvolvimento da presente aplicação foi utilizado o .NET SDK versão 8.0 ⁸ em conjunto com a linguagem C#.
- **PostgreSQL:** PostgreSQL é um sistema gerenciador de banco de dados relacional de código aberto. Essa foi a principal ferramenta utilizada no gerenciamento do banco de dados da aplicação e é, com efeito, imprescindível para persistir toda informação de forma íntegra e segura, bem como o processamento de consultas do sistema.
- **REST:** Representational State Transfer (REST), idealizado por Fielding (2000), é um padrão arquitetural onde a comunicação entre cliente e servidor ocorre sobre recursos (identificados por URLs e operados por métodos HTTP como GET, POST, PUT e DELETE), usando representação de dados como XML ou JSON e sendo *stateless*, isto é, o servidor web não armazena o estado de seus clientes e vice-versa, de modo que cada requisição é independente (NIELSEN et al., 1999).

⁵ <https://learn.microsoft.com/pt-br/dotnet/csharp/tour-of-csharp/>

⁶ <https://pt.wikipedia.org/wiki/Microsoft>

⁷ <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>

⁸ <https://dotnet.microsoft.com/pt-br/download>

- **Clean Architecture** A *Clean Architecture* (MARTIN, 2017) baseia-se principalmente na ideia da separação de conceitos e nos princípios S.O.L.I.D (MARTIN, 2000). Esse padrão foi utilizado na construção do Back-end da aplicação. O padrão propõe que a aplicação deve ser separada em camadas, onde cada uma possui uma funcionalidade específica, a saber: Camada de Infraestrutura, responsável por gerenciar repositórios e softwares externos integrados à aplicação (por exemplo, banco de dados, *frameworks*); Camada de Aplicação, que contém adaptadores que traduzem as informações de um formato para outro; essa camada permite que a lógica de negócio seja independente das interfaces de entrada e saída; e, por fim, a Camada de Domínio, sendo essa a mais importante, pois guarda toda a lógica da aplicação e regras de negócio.

Além disso, a Clean Architecture defende que as camadas mais externas devem depender somente das mais internas; com isso, a camada de domínio que deve ser a base da aplicação, não possuindo nenhuma dependência com as camadas acima.

4.2 Autenticação:

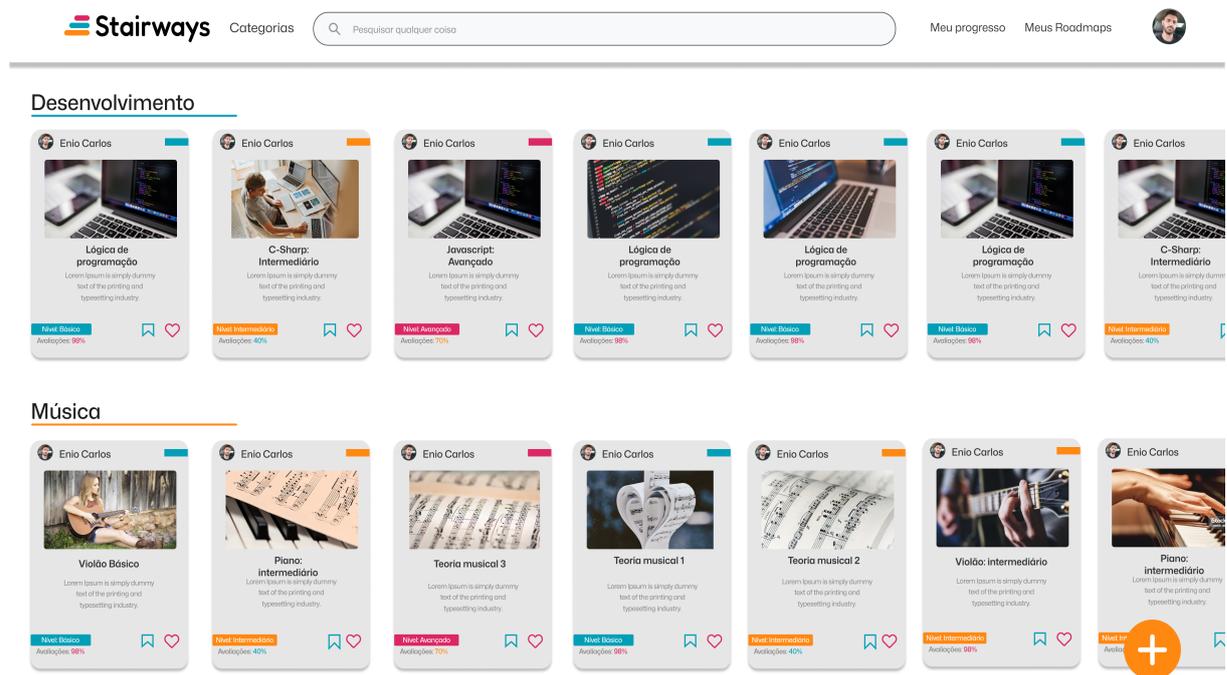
Um fator importante para a segurança da aplicação é um sistema de autenticação bem estruturado, a fim de evitar possíveis invasões ou ações de usuários mal intencionados. A seguir estão as tecnologias utilizadas na implementação:

- **JWT:** JSON Web Token (JWT) é um formato compacto de representação de requisições. É amplamente utilizado para garantir que o emissor e o receptor de uma mensagem possam confiar na sua integridade. (JONES; BRADLEY; SAKIMURA, 2015). Uma vez registrado e autenticado na plataforma, o usuário recebe um token JWT que contém uma chave secreta validada pelo backend do sistema. Assim, sempre que o usuário acessar alguma funcionalidade restrita da aplicação, o token é enviado novamente para o backend e o mesmo faz a validação para confirmar a chave e as credenciais desse usuário. Caso o token seja rejeitado, este usuário não possuirá acesso aos recursos destinados aos membros cadastrados.

4.3 Interface

Uma vez definidas as funcionalidades, deu-se início à implementação de algumas telas que compõem a aplicação. Para criá-las foi usado o *framework* Vue.js. A Figura 3 mostra a tela inicial da plataforma onde é possível visualizar as últimas postagens de outros usuários.

Figura 3 – Tela inicial



Fonte: Autoria Própria

Ao clicar em qualquer um dos *cards*, o usuário é levado a uma tela onde pode visualizar o roadmap. Cada roadmap possui, além dos elementos gráficos, informações importantes como: título, descrição, nome do autor, nível de complexidade e quantidade de avaliações positivas. Além disso, se o usuário for cadastrado na plataforma e estiver autenticado, o mesmo pode marcar os itens do plano de estudo como concluídos; estes serão apresentados com uma cor diferente dos demais. Além disso, uma barra de progresso fornece ao usuário a capacidade de acompanhar o seu progresso. A Figura 4 mostra um protótipo dessa tela.

Figura 4 – Tela de visualização

Fonte: Autoria Própria

4.3.1 Criação de roadmaps

A funcionalidade primordial da plataforma é a criação de roadmaps, por meio dela é possível que usuários que possuam um conhecimento em alguma área, possam compartilhar com outros, o caminho que trilharam para obter tal domínio. Todo o processo de criação se dá por meio de um editor gráfico (Figura 5) desenvolvido para possibilitar a manipulação total dos elementos gráficos. Na interface, a coluna da esquerda fornece uma lista dos elementos disponíveis para uso, que são eles:

- **Tópicos:** Os tópicos (representados em laranja) simbolizam os temas mais abrangentes de uma área. Geralmente apontam para os conceitos mais abstratos da mesma, sendo na maioria das vezes, a porta de entrada para o estudo de conteúdos mais específicos.
- **Subtópicos:** Os subtópicos (representados em laranja-claro) são as partes que compõem um conceito maior e mais amplo. São eles que fornecem a base para o domínio de um assunto específico. Dessa forma ao liga-los aos "Tópicos" nos roadmaps, podemos obter uma representação visual clara de como se compõe determinado assunto ou conceito.
- **Texto:** O elemento "Texto", fornece a possibilidade de adicionar blocos textuais à estrutura do roadmap. Textos podem ser úteis, por exemplo, para adicionar um título à criação ou até mesmo fornecer informações adicionais importantes em determinados pontos.
- **Links:** Os links (representados na cor magenta), fornecem a possibilidade de referenciar outros roadmaps da plataforma. Assim, ao criar um roadmap, o autor pode referenciar

outras criações suas ou até mesmo de outros usuários afim de fornecer sugestões de estudo que são condizentes com o assunto em questão.

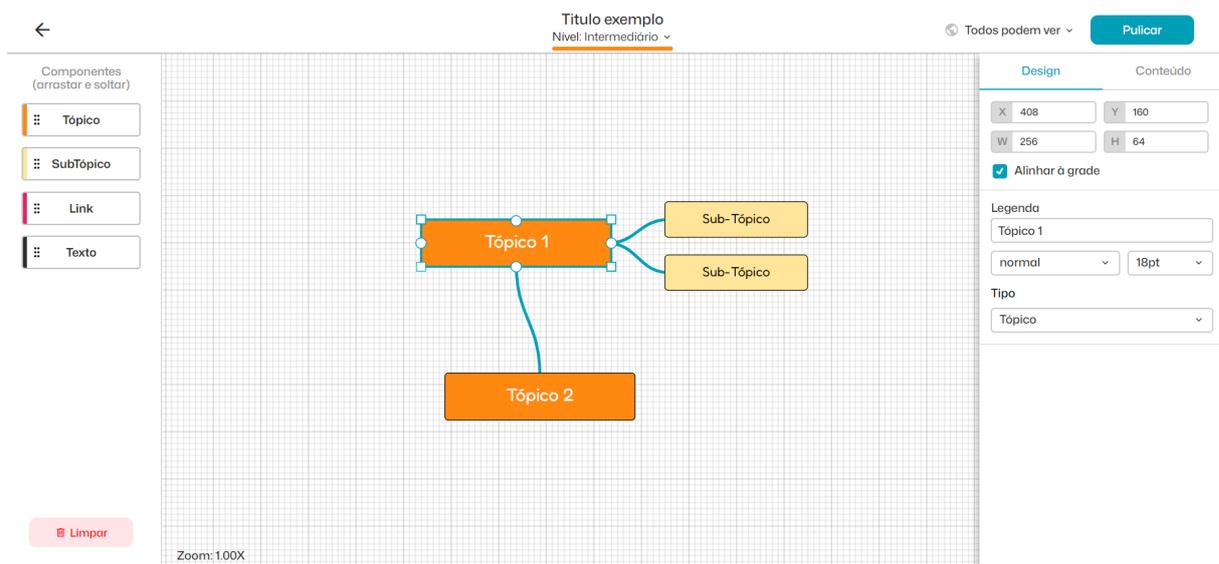
- **Linhas:** As linhas são um elemento importante na criação. Elas fazem a ligação entre dois ou mais itens de um roadmap, dessa forma, funcionam como a representação visual de um caminho a ser percorrido.

caixas de texto e até mesmo links para outros roadmaps. Assim, cabe ao usuário adicioná-los à grade central através da ação de arrastar e soltar (*Drag and Drop*).

Cada elemento possui configurações inerentes a ele, representadas por um menu na parte lateral direita da tela. Esse menu possui duas abas, sendo uma para configurações relacionadas ao design do item (tais como posição, tamanho, título, tamanho da fonte, etc.) e outra relacionada ao conteúdo que será exibido quando alguém visualizar o roadmap publicado e clicar no item em questão. Neste conteúdo, o autor pode fornecer uma breve explicação do que se trata aquele item, além de links úteis que o estudante pode usar para acessar páginas da web que o ajudem a aprender o assunto daquele tópico.

A grade central, funciona como uma área de trabalho cujo intuito é permitir a manipulação total do roadmap, ou seja, todos os itens presente nela podem ser movidos, modificados ou excluídos pelo usuário. Além disso, é possível adicionar ligações entre os itens que são representadas como linhas na cor azul. As linhas, como os demais elementos, podem ser editadas. Dessa forma, o usuário pode definir seu estilo e formato conforme desejar.

Figura 5 – Tela de criação



Fonte: Autoria Própria

Essa facilidade na manipulação gráfica é possível devido a grande flexibilidade proporcionada pela tecnologia SVG integrada aos navegadores modernos. Assim, de forma mais aprofundada, a grade central da ferramenta é em ultima análise uma grande imagem no formato

SVG. Dito isto, ao adicionar novos itens para edição, o usuário está simplesmente adicionando novas *tags* dentro do código SVG que será responsável por renderizar os elementos na tela.

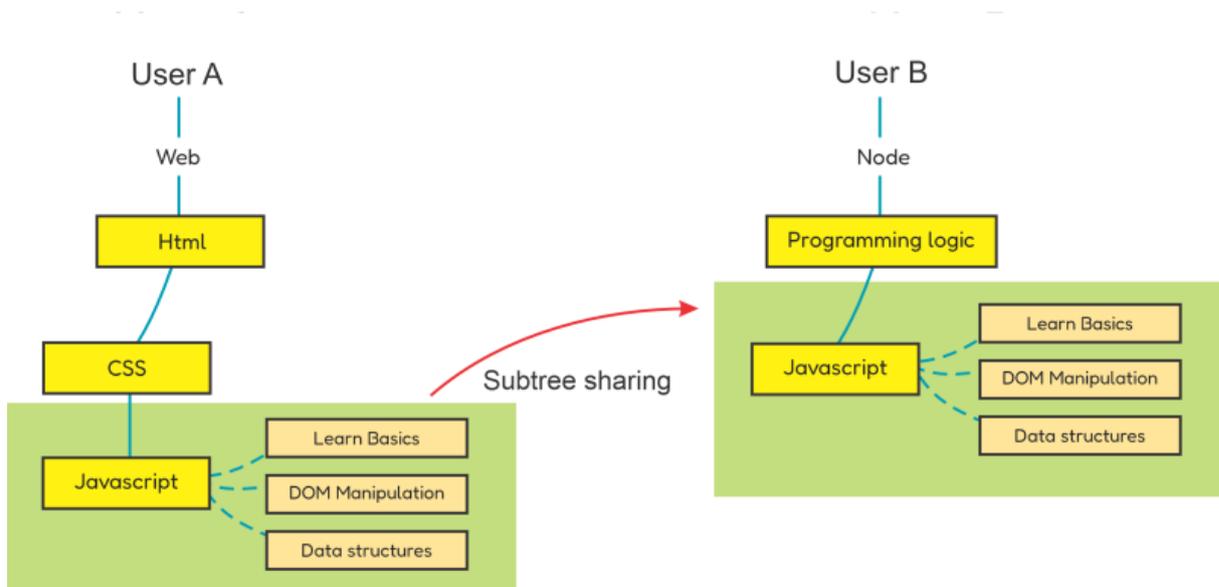
Toda essa interação é feita internamente usando as ferramentas nativas do Vue.js. Através das mesmas é possível mapear as ações realizadas pelo usuário e adicionar lógicas que serão atreladas. Isto permite, por exemplo, remodelar a estrutura do SVG conforme o usuário clica e arrasta os elementos; exibir o menu de configuração quando um item estiver selecionado ou destacar os itens selecionados com uma caixa de marcação.

Quando se trata de gráficos em SVG, tem-se total flexibilidade para adicionar as mais variadas funcionalidades. Tudo isso somado à natureza reativa do Vue.js permite usufruir de todo o potencial das SPAs e aplicar alterações aos elementos visualizando-as em tempo real sem a necessidade do recarregamento completo da página, ampliando assim a experiência e mobilidade do usuário no processo de criação.

4.4 Compartilhamento de subárvores

Uma das funcionalidades-chave do Stairways é o compartilhamento de subárvores. No momento em que um usuário adiciona um novo tópico em seu roadmap, a plataforma identifica o título do tópico e realiza uma busca no banco de dados à procura de roadmaps que possuam tópicos com títulos semelhantes. Caso o sistema encontre algo, o usuário receberá sugestões com subárvores criadas por outros usuários que possam se encaixar na montagem do seu roadmap. A Figura 6 fornece uma representação do funcionamento desse recurso.

Figura 6 – Conceito de compartilhamento de subárvores



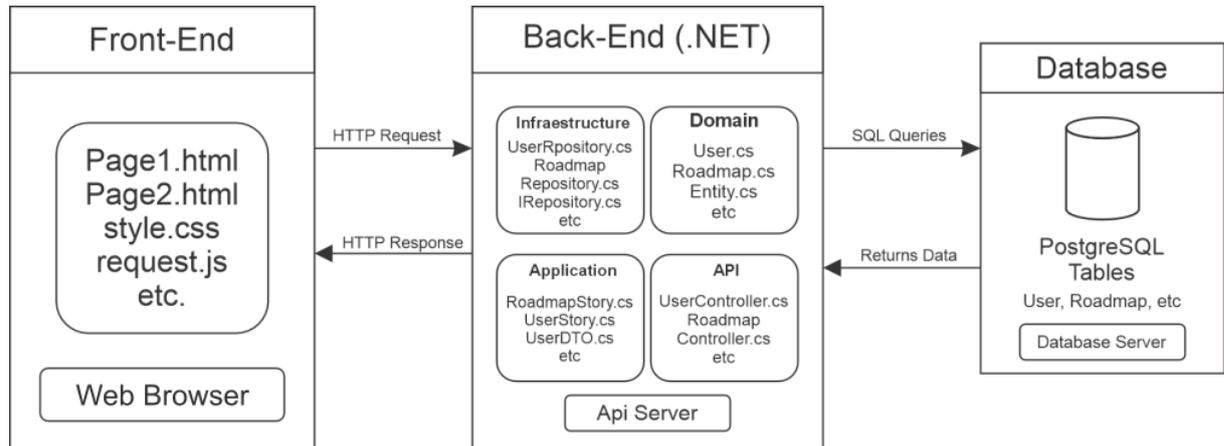
Fonte: Autoria própria

4.5 Arquitetura

O funcionamento da plataforma segue o paradigma cliente-servidor, isto é, onde toda a comunicação acontece sobretudo através de requisições e respostas (BERSON, 1996). Dessa

forma, o usuário interage por meio de uma interface gráfica (*front-end*) e esta por sua vez faz requisições ao servidor que hospeda a lógica da aplicação (*back-end*). O servidor então obtém os dados necessários por meio do seu sistema de banco de dados e os retorna como resultado da consulta (ver Figura 7).

Figura 7 – Arquitetura Cliente/Servidor



Fonte: Autoria própria

Esse modelo foi concebido como forma de resolver problemas recorrentes de vários tipos de aplicações que utilizam rede, como desempenho, escalabilidade, compatibilidade, segurança, etc. Assim, funcionalidades como autenticação, autorização, acesso à banco de dados e fornecimento de dados ficam à cargo do servidor. A interface gráfica, por sua vez, cuidará tão somente da experiência visual do usuário enquanto envia e obtém os dados necessários de forma segura e remota através de uma *API* fornecida pelo servidor.

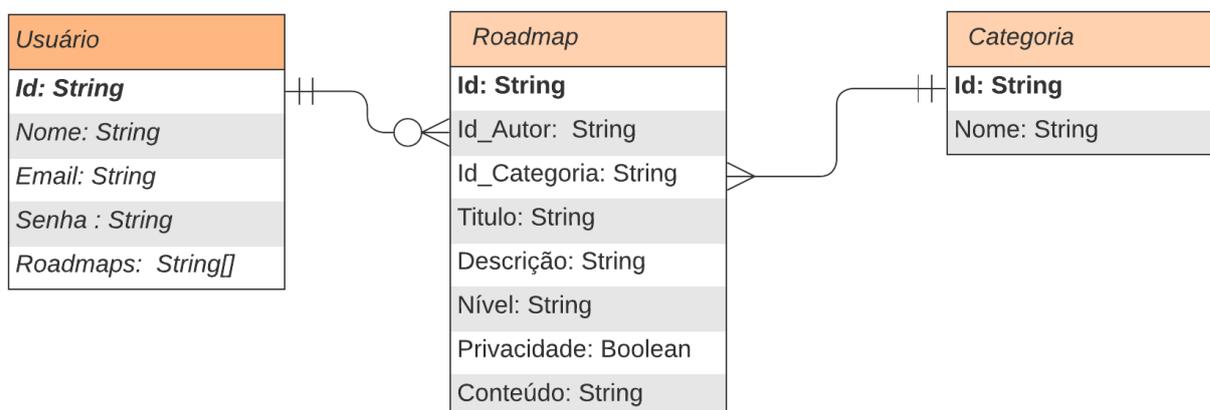
Dessa maneira, a arquitetura segue um dos princípios mais importantes da computação: A Separação de Conceitos (DIJKSTRA; DIJKSTRA, 1982). Sua premissa parte da ideia de que cada parte de um software deve ser modularizada, ou seja, o código deve ser separado em seções onde cada uma delas se preocupa com um conceito específico. Com isso, cada módulo do código possui sua lógica encapsulada em si mesma, favorecendo a manutenção e escalabilidade.

A separação de conceitos é um axioma importante pois serviu de base para a criação de outros padrões arquiteturais conceituados na literatura que foram amplamente utilizados na criação do Stairways.

4.6 Persistência de dados

O banco de dados da aplicação foi modelado tendo como base as três principais entidades que fundamentam o sistema: Usuário, Roadmap e Categoria. Toda a modelagem de dados da aplicação foi pensada de forma que as três entidades obedeçam uma relação de Um para Muitos, conforme a Figura 8.

Figura 8 – Diagrama entidade relacionamento



Fonte: Autoria própria

Dessa forma pode-se garantir que um usuário pode publicar vários roadmaps e estes possuam um único autor. Além disso, é importante que cada roadmap possua uma única categoria associada, afim de que seja possível filtrar as tabelas por áreas do conhecimento específicas. Ao ser persistido, todo o conteúdo do roadmap (inicialmente em formato SVG) é convertido em texto, sendo este formatado em um padrão cuja estrutura se baseia na sintaxe de objetos em javascript, conhecido como Javascript Object Notation (JSON). O texto é então guardado juntamente com os metadados do roadmap em uma tabela própria. Dessa forma é possível, ao consultar determinado roadmap no banco de dados, visualizar seu conteúdo convertendo-o de volta em formato SVG.

5 RESULTADOS

No desenvolvimento, o Vue.js foi fundamental para garantir uma interface interativa e intuitiva. Sua simplicidade e flexibilidade abstraíram grande parte da dificuldade relacionada à construção de funcionalidades complexas, como o editor gráfico de roadmaps, por exemplo. Além disso, o desenvolvimento tornou-se mais modular e escalável, facilitando futuras expansões do sistema.

O uso da aplicação implementada traz algumas reflexões. Com sua interface gráfica para web, a ferramenta permite a criação de roadmaps de forma intuitiva. Ao visualizar roadmaps, o usuário vai delineando e vendo opções de caminho; vai explorando o assunto. Quando não se sabe direito por onde seguir numa vasta gama de assuntos, é mais fácil se perder num certo ecossistema, fazendo algum caminho qualquer, não necessariamente um bom caminho. É fundamental ter algum norte. No final das contas, é isso que um roadmap produzido aqui proporciona: ele viabiliza um roteiro para o iniciante num assunto. A pessoa quer adquirir um determinado conhecimento; e pode ter, com um roteiro bem construído, um melhor controle sobre esse processo.

A ferramenta proposta não precisa ser de uso exclusivo para alunos. De fato, diversas ferramentas digitais de ensino mais novas não são ainda plenamente conhecidas ou integradas

por vários professores em suas práticas, havendo a necessidade também de equipar docentes com recursos para lidar com os alunos nessa atmosfera digital. No caso da presente plataforma proposta, uma das possibilidades para docentes é de envolver os alunos na elaboração de vários roadmaps, onde o professor atua como um mediador no processo, ajudando a diferenciar o que é pertinente e o que não é, promovendo o desenvolvimento de senso crítico e autonomia por parte de seus alunos.

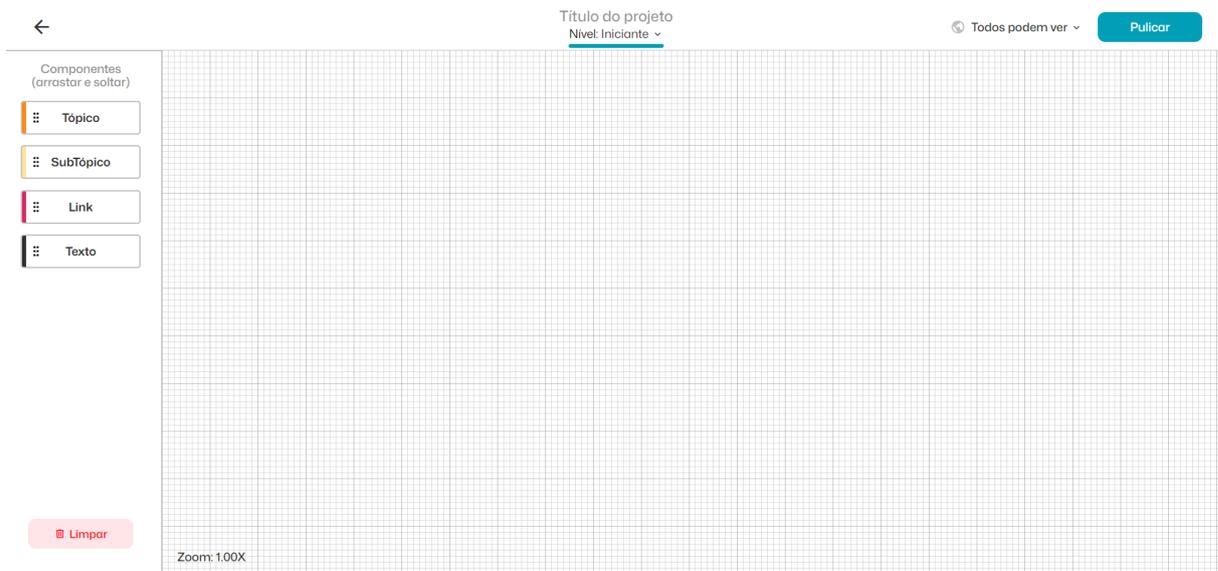
O estabelecimento de um roteiro de estudo pode fazer parte até mesmo de um processo de gamificação com educação, onde o professor estimula os alunos a criarem seus próprios roteiros com conexões criativas de diferentes tópicos, introduzindo pontuações e outros elementos lúdicos, além de discutir sobre a melhor ordem de trilhar as diferentes rotas de conhecimento e fazer uma exposição dos roteiros em sala para apreciação de todos e feedback coletivo construtivo. Isso poderia gerar um ganho interessante para o aprendizado da turma, ajudando alunos a se tornarem protagonistas de sua própria jornada de conhecimento.

Ademais, a autonomia do aluno, mesmo sem a presença de um professor, não implica necessariamente em isolamento. Ao contrário, o ambiente digital atual oferece uma ampla gama de recursos, como redes sociais, fóruns e ferramentas educativas online que permitem a interação e colaboração entre estudantes para além de fronteiras geográficas tradicionais. Esses espaços de troca podem favorecer um rico compartilhamento de experiências, conhecimentos e estratégias de estudo. A utilização de ferramentas e tecnologias que possam promover essa atmosfera colaborativa potencializa o aprendizado ao fortalecer o intercâmbio de ideias e roteiros numa construção em conjunto, onde o aluno desenvolve um aprendizado mais diversificado e desenvolve maior autoconfiança.

Por fim, algumas telas são apresentadas da plataforma já implementada e com as principais funcionalidades debatidas em pleno funcionamento. Vale destacar inicialmente a mais importante delas, que é a ferramenta de criação.

A Figura 9 mostra o ambiente de criação de roadmaps sem itens adicionados.

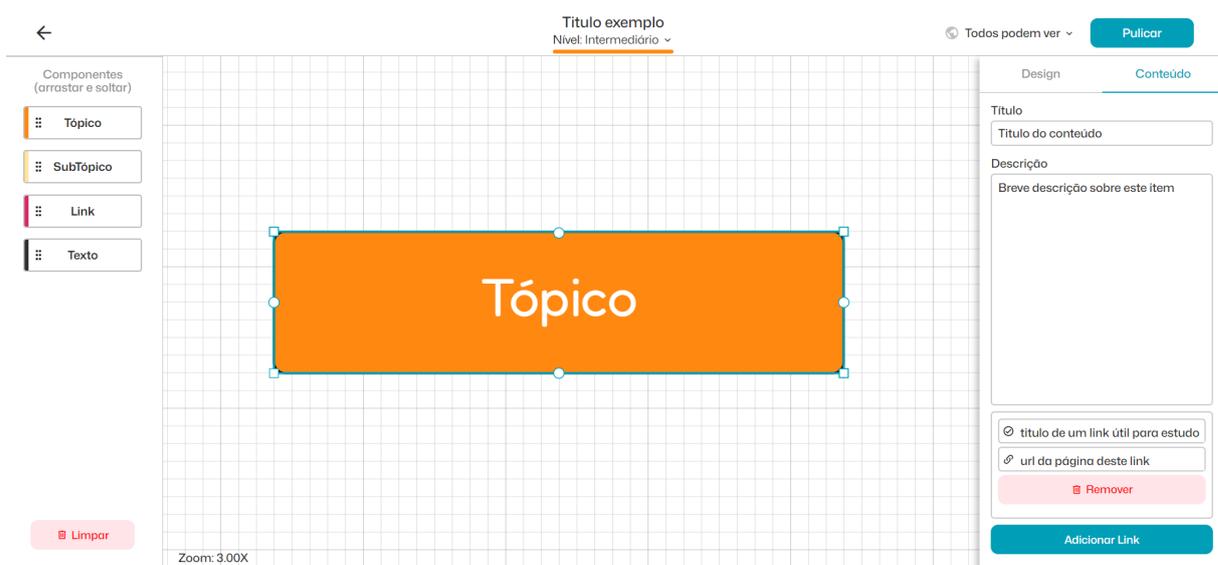
Figura 9 – Tela de criação limpa



Fonte: Autoria própria

Ao clicar, por exemplo, no botão com o nome de "tópico" na parte lateral esquerda da aplicação e arrastá-lo para dentro da grade, é criado um novo tópico de um roadmap, como mostrado na Figura 10. Ao clicar em um item, este é marcado com uma caixa de seleção exibida na cor azul. Essa demarcação, além de fornecer uma confirmação visual da seleção de um item, funciona como uma ferramenta de redimensionamento. Ao clicar nas bordas da caixa, pode-se alterar seu tamanho e formato. Além disso, é possível adicionar linhas que ligam dois ou mais itens clicando nas âncoras representadas por círculos nas partes centrais nas bordas da caixa.

Figura 10 – Tela de criação com tópico adicionado

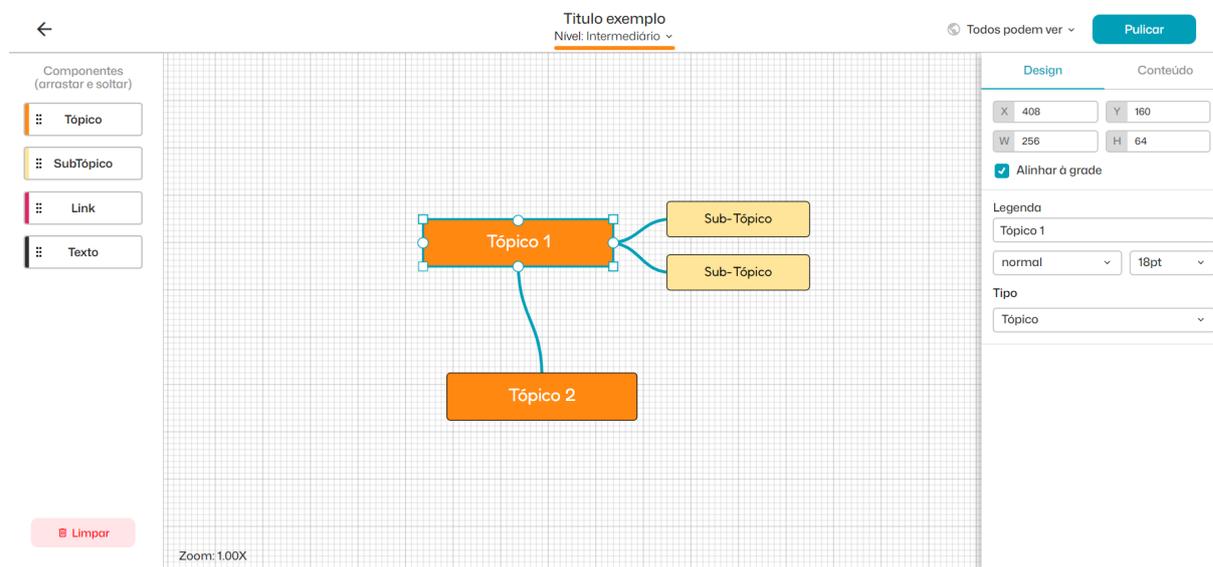


Fonte: Autoria própria

Ao clicar em uma âncora qualquer pode-se puxar uma linha que ligará o item selecionado a outros itens, formando assim um caminho entre eles. Para servir de exemplo, pode-se adicionar

mais alguns itens no editor e fazer uma ligação entre eles usando essa funcionalidade (Figura 11).

Figura 11 – Adicionando ligações entre itens

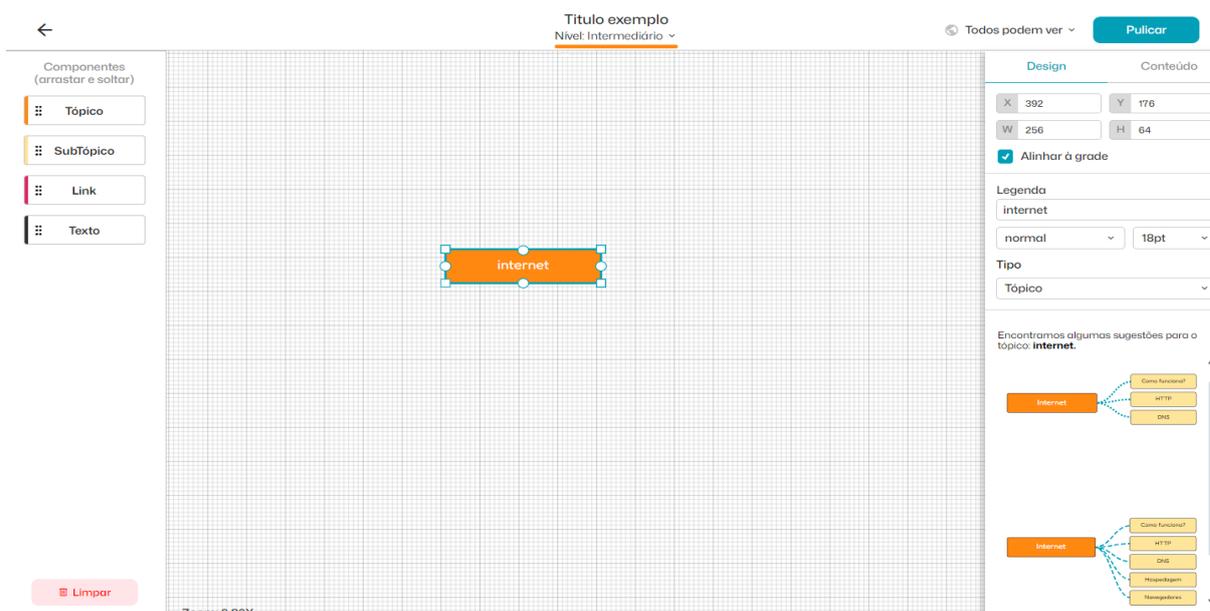


Fonte: Autoria própria

Entretanto, adicionar itens e ligações de forma manual pode ser um processo trabalhoso dependendo do tamanho e da complexidade do roadmap. Pensando nisso foi implementado o sistema de sugestões discutido na seção 4.2. Nessa funcionalidade, ao criar um tópico e definir seu título, o sistema busca no banco de dados outros tópicos em outros roadmaps que contenham este título juntamente com os subtópicos ligados a ele.

Para servir de exemplo, pode-se analisar o roadmap da área de backend mostrado na Figura 4. Nele tem-se um tópico intitulado "Internet". Ao adicionar na ferramenta de criação um tópico de mesmo título, obtém-se uma sugestão oriunda diretamente do roadmap de backend contendo o tópico de mesmo título e os subtópicos ligados a ele, além de quaisquer outros resultados encontrados em outros roadmaps. A Figura 12 mostra todas as sugestões encontradas, observadas logo abaixo das configurações do item no menu lateral direito.

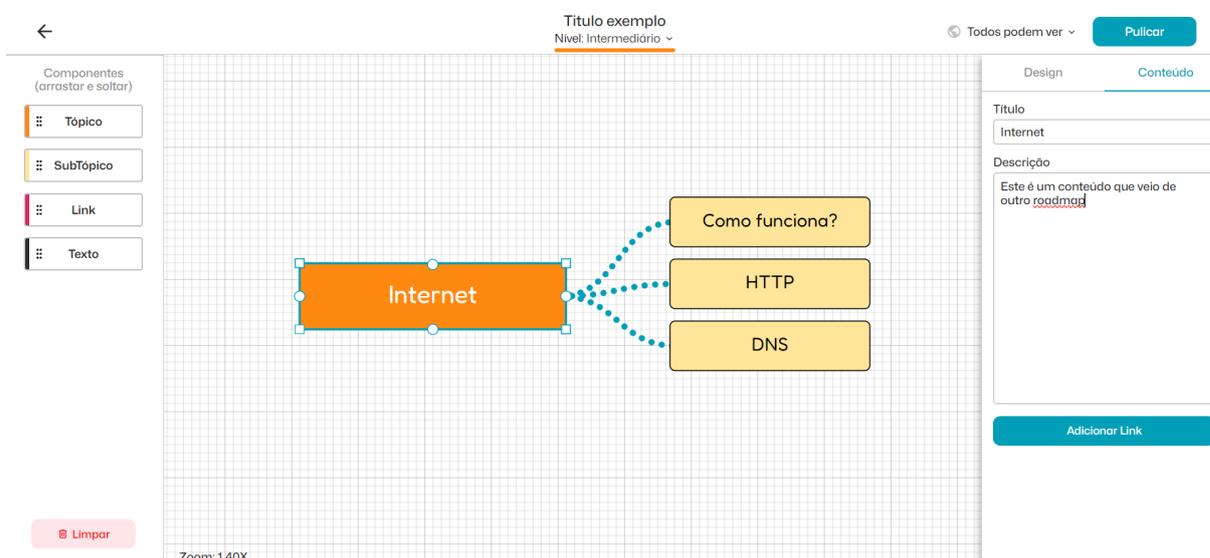
Figura 12 – Sugestões para o tópico "Internet"



Fonte: Autoria própria

Ao clicar em uma sugestão, os itens contidos nela e seus respectivos conteúdos e configurações serão adicionados automaticamente no editor. Veja a Figura 13.

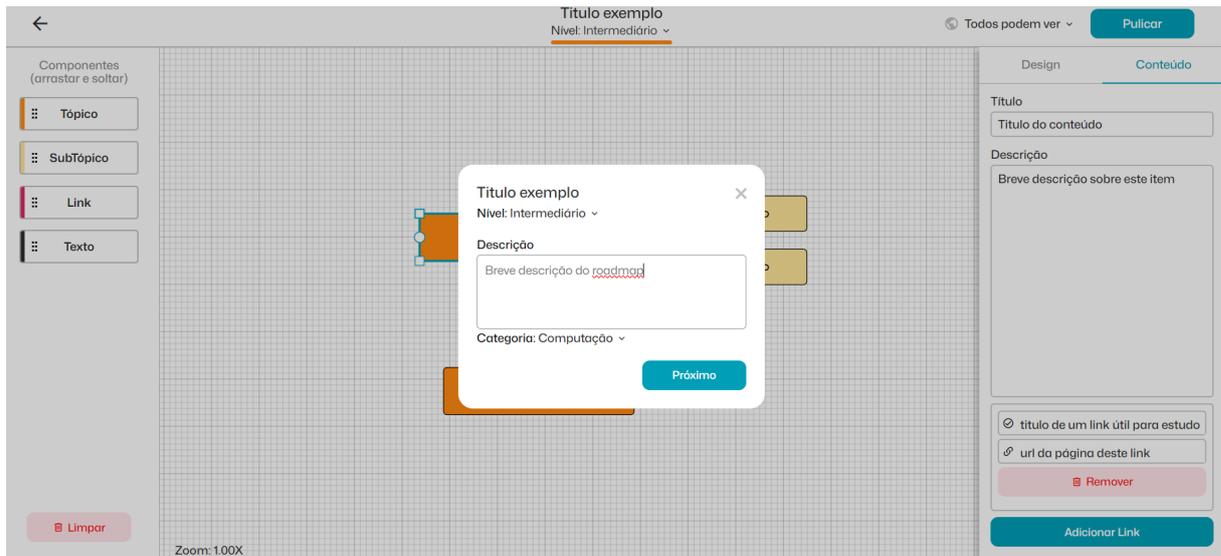
Figura 13 – Sugestão adicionada ao editor



Fonte: Autoria própria

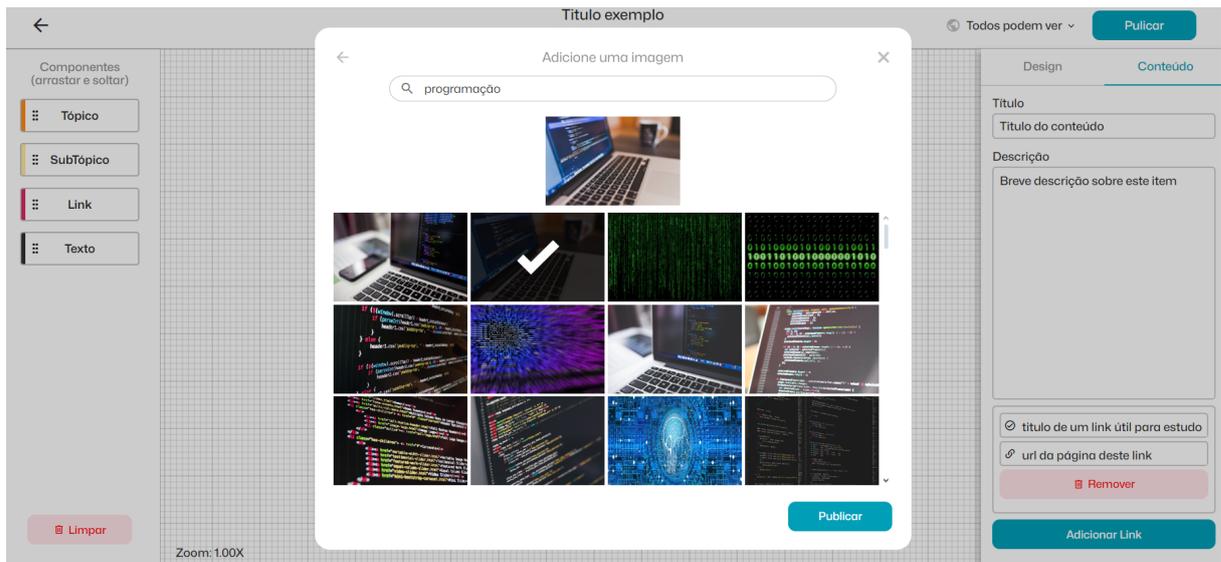
Uma vez definidos todos os tópicos do roadmap, pode-se publicá-lo para a visualização de outros usuários usando o botão "Publicar" localizado na parte superior direita da tela. Uma vez clicado, é aberto um menu para adicionar alguns dados importantes do roadmap como: título, descrição, categoria e uma imagem que servirá de capa para a postagem (ver as Figuras 14 e 15).

Figura 14 – Menu de postagem inicial



Fonte: Autoria própria

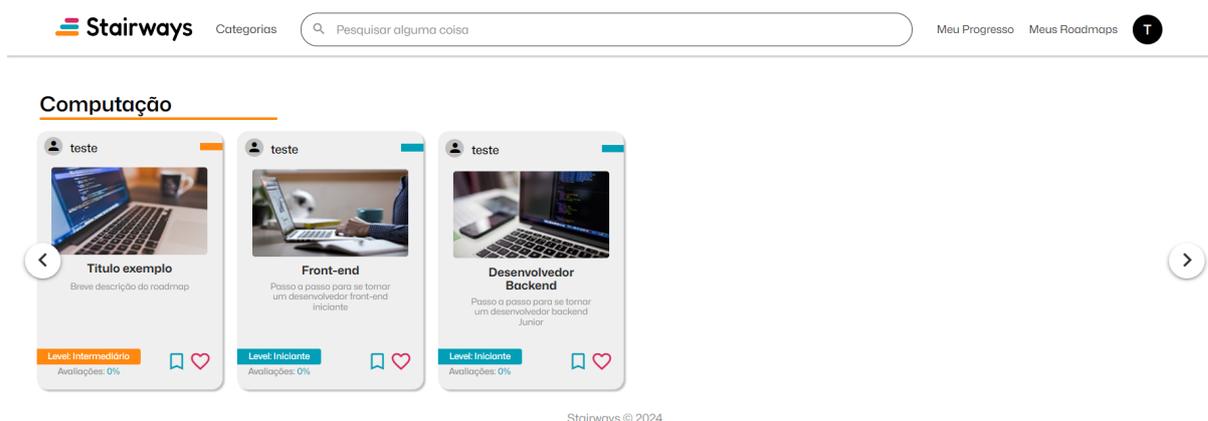
Figura 15 – Menu de postagem, adicionando imagem



Fonte: Autoria própria

Uma vez postado, o roadmap ficará disponível para visualização na página inicial da aplicação juntamente com as outras postagens de uma mesma categoria feitas por quaisquer outros usuários (Figura 16).

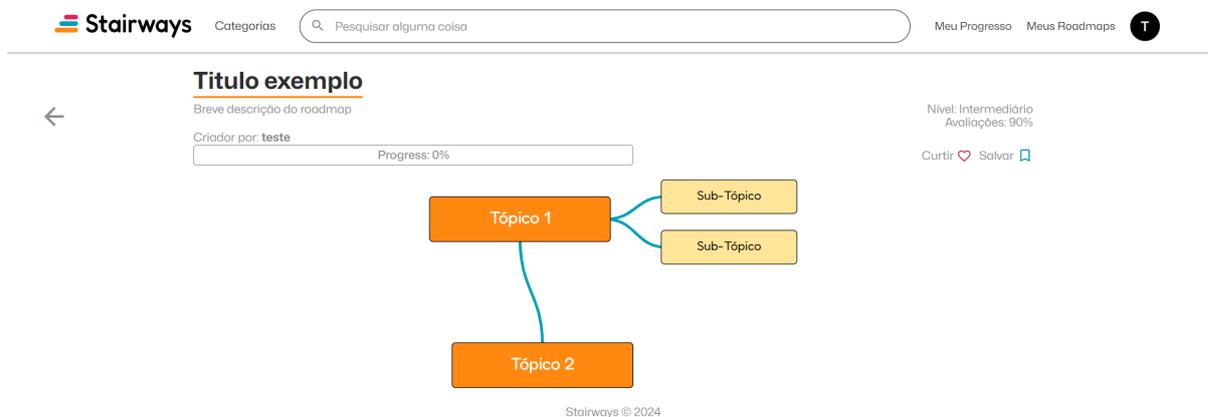
Figura 16 – Roadmaps postados



Fonte: Autoria própria

A Figura 17 mostra a página aberta ao clicar, por exemplo, no roadmap que foi acabado de ser criado. Nela, é possível ver todos os seus itens e as ligações entre eles.

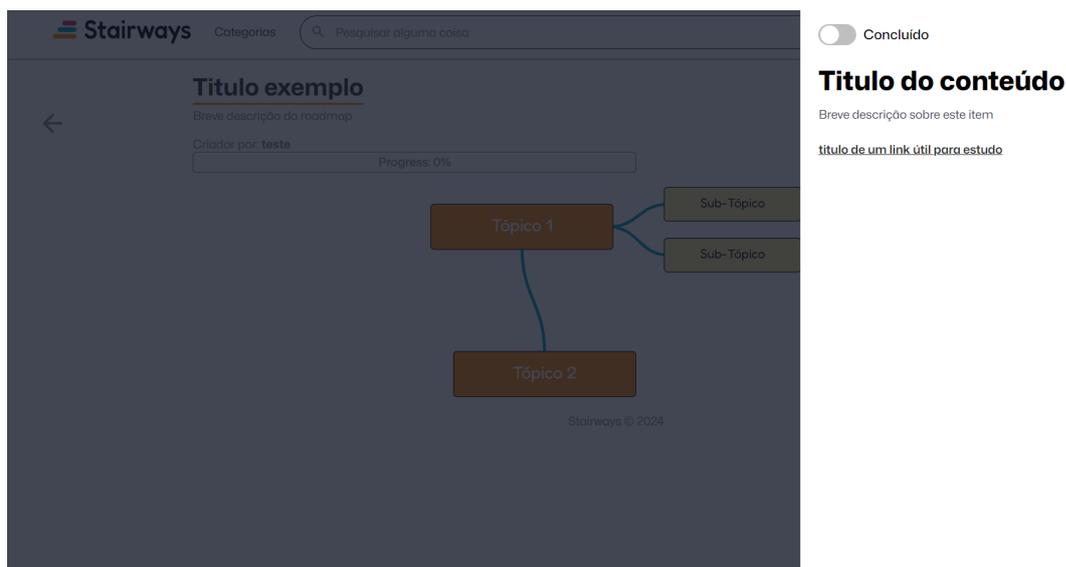
Figura 17 – Visualização do roadmap de exemplo



Fonte: Autoria própria

Ao clicar em um item é possível ver seu conteúdo contendo o título, descrição e os links úteis para estudo, além de um botão com a opção de marcar aquele item como concluído, conforme a Figura 18.

Figura 18 – Visualização de conteúdo



Fonte: Autoria própria

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou uma plataforma web colaborativa chamada Stairways, voltada para a criação de roadmaps. A plataforma oferece um ambiente onde os usuários podem criar e compartilhar caminhos lógicos que achem interessantes para aprender determinado assunto, viabilizando um aprendizado autônomo com auxílio de recomendações propostas também por outros em comunidade. Uma implementação foi realizada e testada com sucesso, demonstrando as funcionalidades intencionadas, com destaque para o aspecto de sugestões na construção do roadmap com base em outros cadastrados na plataforma. Os aspectos conceituais e tecnológicos relacionados à ferramenta foram também introduzidos no trabalho, e um comparativo com outras ferramentas do tipo também foi discutido. Os resultados mostram a ferramenta criada e seus recursos para a criação de roadmaps.

A sociedade atual vive um tempo de abundância de informações, onde materiais novos em diversas áreas do conhecimento são lançados na internet todos os dias. Para iniciantes num determinado assunto, é fundamental ter algum norte e direção para não se perder entre tantas áreas e possíveis tecnologias. Um roadmap, assim, provê um roteiro para o iniciante, iluminando o seu caminho na aquisição de novos conhecimentos. A plataforma aqui descrita se insere nesse espaço. As possibilidades de plataformas desse tipo são diversas, e certamente há mais elementos que poderão ser abordados nesse sentido por mais e mais plataformas ligadas de alguma maneira ao ensino e aprendizado.

Para trabalhos futuros, pode-se citar a possibilidade de criação de sistemas de recomendação usando inteligência artificial, com a própria plataforma sugerindo outros roadmaps distintos, mas possivelmente de interesse para o usuário, dado seu histórico de tópicos vistos. Outra funcionalidade útil é a de roadmaps serem criados por mais de um usuário simultaneamente, onde cada usuário pode visualizar as alterações feitas por outros em tempo real, tornando o

processo de criação altamente colaborativo. Outra possibilidade é a de caixas de mensagens de feedback para os roadmaps por parte dos usuários da plataforma, assim alguém pode editar algo com base num comentário feito por outra pessoa, incentivando dessa maneira ainda mais a livre troca de ideias. Outra possibilidade ainda seria de integrar a ferramenta numa plataforma maior de gamificação, ou mesmo fazendo algum tipo de integração tecnológica com aplicações educativas de realidade virtual (um tópico novamente em discussão em tempos recentes com os avanços tecnológicos e produtos novos relacionados). Por fim, um recurso de importar e exportar os roadmaps gravados em diferentes formatos de dados pode ser útil, dando ao usuário mais opções sobre seus trabalhos criados.

REFERÊNCIAS

- ACHOR, E. E. Integrating technologies in curriculum development. **Journal of Curriculum and Instruction**, v. 13, n. 2022, p. 4–33, 2022.
- BAIDOO-ANU, D.; ANSAH, L. O. Education in the era of generative artificial intelligence (ai): Understanding the potential benefits of chatgpt in promoting teaching and learning. **Journal of AI**, İzmir Academy Association, v. 7, n. 1, p. 52–62, 2023.
- BERSON, A. **Client/server architecture**. [S.l.]: McGraw-Hill, Inc., 1996.
- BOTTURI, L. Instructional design & learning technology standards. **ICeF - Quaderni dell'Istituto**, 2003.
- BRUNO, M. L. P. **Tendências emergentes na certificação da aprendizagem e das competências digitais: estudo de boas práticas**. Tese (Doutorado) — Universidade Aberta, 2022.
- CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. [S.l.]: Paz e terra São Paulo, 2005. v. 1.
- DAWSON, S. et al. Using technology to encourage self-directed learning: The collaborative lecture annotation system. In: **ASCILITE 2012-Annual conference of the Australian Society for Computers in Tertiary Education**. [S.l.: s.n.], 2012. p. 246–255.
- DETERDING, S. et al. From game design elements to gamefulness: defining "gamification". In: **Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments**. [S.l.: s.n.], 2011. p. 9–15.
- DIAS, P. Hipertexto, hipermídia e media do conhecimento: representação distribuída e aprendizagens flexíveis e colaborativas na web. **Revista Portuguesa de educação**, Universidade do Minho, v. 13, n. 1, p. 141–167, 2000.
- DIJKSTRA, E. W.; DIJKSTRA, E. W. On the role of scientific thought. **Selected writings on computing: a personal perspective**, Springer, p. 60–66, 1982.
- DUCE, D.; HERMAN, I.; HOPGOOD, B. Web 2d graphics file formats. In: WILEY ONLINE LIBRARY. **Computer Graphics forum**. [S.l.], 2002. v. 21, n. 1, p. 43–64.
- FIELDING, R. Representational state transfer. **Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architecture**, p. 76–85, 2000.

- GUSDORF, G. **Professores para quê?: para uma pedagogia da pedagogia**. São Paulo: Martins Fontes, 1995.
- JADHAV, M. A.; SAWANT, B. R.; DESHMUKH, A. Single page application using angularjs. **International Journal of Computer Science and Information Technologies**, v. 6, n. 3, p. 2876–2879, 2015.
- JONES, M.; BRADLEY, J.; SAKIMURA, N. **Rfc 7519: Json web token (jwt)**. [S.l.]: RFC Editor, 2015.
- JÚNIOR, J. F. C. et al. O futuro da aprendizagem com a inteligência artificial aplicada à educação 4.0. **Revista Educação, Humanidades e Ciências Sociais**, p. e00094–e00094, 2023.
- KAMBONA, K.; BOIX, E. G.; MEUTER, W. D. An evaluation of reactive programming and promises for structuring collaborative web applications. In: **Proceedings of the 7th Workshop on Dynamic Languages and Applications**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2013. (DYLA '13). ISBN 9781450320412. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/2489798.2489802>>.
- KAPP, K. M. **The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education**. [S.l.]: Pfeiffer, 2012.
- MARTIN, R. C. Design principles and design patterns. **Object Mentor**, v. 1, n. 34, p. 597, 2000.
- MARTIN, R. C. **Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structure and Design**. Boston, MA: Prentice Hall, 2017. (Robert C. Martin Series).
- NIELSEN, H. et al. **Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.1**. RFC Editor, 1999. RFC 2616. (Request for Comments, 2616). Disponível em: <<https://www.rfc-editor.org/info/rfc2616>>.
- OLIVEIRA, F. B. S. de et al. Educação 4.0: preparando alunos para o mundo digital através da gamificação. **Caderno Pedagógico**, v. 21, n. 6, p. e4714–e4714, 2024.
- STACKOVERFLOW. **Developer Profile What we know about the global community of developers**. 2024. Disponível em: <<https://survey.stackoverflow.co/2024/developer-profile#learning-to-code-learn-code>>.