

Uma Ferramenta de Autoria de Currículo Baseada em Grafos de Conhecimento

Girleide Silva¹, Igor Batista¹, Pedro Silva¹, Sarah Mascarenha¹,
Priscylla Silva^{1,2}, Leonardo Silva¹

¹Instituto Federal de Alagoas (IFAL)

²Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
Universidade de São Paulo (USP) - São Carlos, SP - Brasil

{gas27, isbl14, pass4, sasm4}@aluno.ifal.edu.br

priscylla.silva@usp.br

leonardo.silva@ifal.edu.br

Abstract. Curriculum organization poses a significant challenge for educators, particularly in disciplines with interconnected concepts. The lack of adequate tools may lead to disorganized structures that negatively impact teaching. This work presents an authoring tool based on knowledge graphs, designed to assist teachers in intuitively creating, visualizing, and reflecting on curricula. Preliminary results with a test user demonstrated high usability and intuitive understanding of the functionalities, validating its potential for pedagogical planning.

Resumo. A organização curricular é um desafio para docentes, especialmente em disciplinas com conceitos interconectados. A falta de ferramentas adequadas pode resultar em estruturas desorganizadas, impactando o ensino. Este trabalho apresenta uma ferramenta de autoria baseada em grafos de conhecimento, que auxilia professores na criação, visualização e reflexão sobre currículos de forma intuitiva. Resultados preliminares com um usuário demonstraram que a ferramenta possui uma alta usabilidade e compreensão intuitiva das funcionalidades, validando seu potencial para o planejamento pedagógico.

1. Introdução

A organização do currículo de uma disciplina é uma tarefa desafiadora para professores, especialmente em disciplinas que envolvem uma grande quantidade de conceitos interconectados. Professores geralmente constroem o currículo de suas disciplinas baseados na ementa da disciplina, apoio de outros professores e em sua experiência prévia [Deodato 2020]. A falta de uma ferramenta adequada para auxiliar os professores na estruturação e visualização dos tópicos e conceitos que fazem parte do currículo podem resultar em uma estruturação desorganizada, impactando negativamente o processo de ensino-aprendizagem [Chung e Kim 2016].

Nesse contexto, os grafos de conhecimento (do inglês *Knowledge Graphs*, KGs) surgem para apoiar a organização e a visualização de currículos educacionais. Os KGs são representações estruturadas de conhecimento que permitem modelar conceitos e relações entre conceitos [Hogan et al. 2021]. Estudos apontam que os KGs têm sido

aplicados com êxito em domínios como planejamento curricular, aprendizado adaptativo [Abu-Salih e Alotaibi 2024]. O uso de KGs para modelagem e representação de currículos facilita não apenas a compreensão das ligações entre os tópicos, mas também permite que o KG criado pelo professor possa ser utilizado por sistemas e ferramentas tecnológicas para criação de caminhos de aprendizagem personalizados e acompanhar o progresso do estudante [Chung e Kim 2016].

Este trabalho apresenta uma ferramenta de autoria de currículo baseada em KGs que foi projetada para auxiliar professores na criação, organização e visualização dos currículos de suas disciplinas de forma interativa e intuitiva. A ferramenta permite que os professores conectem conceitos de acordo com pré-requisitos, visualizem a estrutura em formato de grafo e reflitam sobre a coerência da organização que desejam para sua disciplina. Como trabalho em andamento, este artigo tem como objetivos: (1) apresentar o design conceitual e as funcionalidades da ferramenta, evidenciando seu potencial para o planejamento curricular; e (2) discutir os resultados preliminares obtidos a partir da avaliação de usabilidade realizada por um docente.

Este artigo está estruturado da seguinte forma: fundamentação teórica sobre autoria e grafos de conhecimento (Seção 2), metodologia de desenvolvimento (Seção 3), funcionalidades práticas (Seção 4), avaliação preliminar com docentes (Seção 5), análise de impactos educacionais (Seção 6) e conclusões finais (Seção 7).

2. Revisão da Literatura

KGs têm sido aplicados em diversos cenários na área de educação [Abu-Salih e Alotaibi 2024]. Nesta seção serão discutidos trabalhos que focam no uso e interação de grafos de conhecimento e currículos. Estudos como o de [Hubert et al. 2022], focam no uso de KGs para apoiar o estudante. Eles desenvolveram uma ontologia (EducOnto) e um grafo de conhecimento (EduKG) para auxiliar na recomendação de currículos universitários, focando na transição do ensino médio para o superior. No entanto, o trabalho de [Hubert et al. 2022] foca na criação de grafos de conhecimento de currículos para auxiliar o estudante na escolha de quais disciplinas cursar.

[Ke e Lin 2022] propõem um modelo dinâmico de grafo de conhecimento para gerar temas interdisciplinares em educação STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*, que em português significa Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática). A solução de [Ke e Lin 2022] é específica para o domínio de STEAM, não sendo adaptável a disciplinas fora do escopo. [Nunes e Schiel 2013] utilizam grafos de conhecimento para ajudar o professor, porém com o objetivo de verificar a qualidade do design instrucional. A Tabela 1 apresenta uma comparação entre os trabalhos relacionados e a ferramenta de autoria proposta neste trabalho.

3. Materiais e Métodos

A metodologia adotada para o desenvolvimento da ferramenta foi dividida em duas etapas: (1) definição dos requisitos e (2) design e implementação. Cada uma dessas etapas é apresentada nas próximas seções.

Tabela 1. Comparação entre abordagens existentes e a proposta deste trabalho.

Estudo	Público-Alvo	Domínio	Foco Principal	Escopo
Hubert et al. (2022)	Estudantes	Geral	Recomendação de disciplinas	Geral
Ke e Lin (2022)	Professores	STEAM	Autoria	Específico
Nunes e Schiel (2013)	Professores	Geral	Avaliação de currículos	Específico
Este trabalho	Professores	Geral	Autoria e visualização	Geral

3.1. Definição dos Requisitos

O público-alvo da ferramenta são professores de diversas áreas de conhecimento, especialmente aqueles que lidam com currículos complexos e professores iniciando uma nova disciplina. Com a ajuda de dois professores experientes na elaboração de currículos, foram levantados os seguintes requisitos para a elaboração da ferramenta:

- R1.** Permitir a modelagem do currículo em formato de grafo, permitindo a criação de tópicos e a interligação entre eles de forma visual;
- R2.** Oferecer uma visão clara das interconexões entre os tópicos, para o professor identificar lacunas, redundâncias e possíveis problemas; e
- R3.** Oferecer diferentes formas para salvar e guardar o currículo.

3.2. Design e Implementação

A ferramenta foi desenvolvida utilizando uma estrutura de *front-end* web, baseada em *HyperText Markup Language* (HTML) e *Cascading Style Sheets* (CSS), responsáveis pela organização e estilização da interface gráfica. O *front-end* refere-se à parte visual e interativa da aplicação, ou seja, os elementos com os quais o usuário interage diretamente, como botões, menus e layouts. Na ferramenta, esses elementos incluem funcionalidades como a criação e exclusão de nós, além da interface gráfica para visualização do grafo. Já o *back-end* corresponde à lógica e ao processamento dos dados que ocorrem nos bastidores da aplicação. Para essa funcionalidade, foi utilizado JavaScript. O *back-end* é essencial para garantir que as ações realizadas pelo usuário na interface resultem em mudanças estruturadas e coerentes dentro do grafo, assegurando a integridade dos dados e o funcionamento correto da ferramenta.

A interface gráfica da ferramenta permite aos professores adicionar tópicos e relacioná-los por meio de arestas direcionadas indicando uma relação de pré-requisito. A interface foi projetada para ser intuitiva, com funcionalidades de arrastar e soltar (*drag-and-drop*) para facilitar a criação do currículo, os tópicos são representados por quadrados e as arestas por setas.

Para a criação da interface web, foi utilizada a linguagem HTML, responsável pela estruturação dos elementos da página. A estilização e o design visual foram implementados com CSS, permitindo a personalização do layout, cores, tipografia e responsividade da aplicação.

Para a implementação dos grafos, foi utilizada a biblioteca *Cytoscape.js*, uma ferramenta baseada em JavaScript para a criação e visualização de grafos interativos. Com

essa biblioteca, é possível estruturar um grafo por meio de um bloco de código simples e, posteriormente, manipulá-lo dinamicamente conforme as preferências do usuário. O *Cytoscape.js* oferece suporte a diversos layouts automáticos, personalização de estilos, animações e interatividade, permitindo que nós e arestas sejam adicionados, removidos ou modificados em tempo real. Essa flexibilidade torna a biblioteca ideal para aplicações educacionais, facilitando a exploração e a visualização de conceitos estruturados em grafos.

4. Funcionalidades da Ferramenta

A ferramenta desenvolvida oferece um conjunto de funcionalidades projetadas para auxiliar professores na criação, visualização e gerenciamento de currículos baseados em grafos de conhecimento. Esta seção descreve as principais funcionalidades da ferramenta, organizadas em três componentes principais: criação, edição e exportação de currículos.

4.1. Interface e Design da Ferramenta

O design da ferramenta foi desenvolvido seguindo princípios do minimalismo proporcionando aos usuários um conforto visual e usabilidade que traz uma determinada objetividade ao processo de desenvolvimento de um grafo, com uma paleta monocromática em tons de roxo. Para os elementos que exigem maior destaque, como os botões exportação e organização visual do grafo, foram utilizadas as cores azul e verde, facilitando sua rápida identificação (Figura 1).

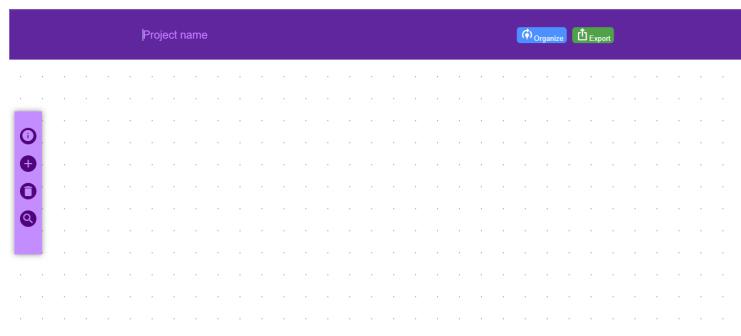


Figura 1. Tela principal da ferramenta de autoria.

A interface implementa padrões conhecidos de interação, como operações de *arrasta e solta*, reduzindo a curva de aprendizagem. A representação visual do grafo utiliza quadrados para representar os conceitos (nós do grafo) e setas direcionadas para relação de pré-requisito (arestas do grafo).

A ferramenta é composta por três componentes:

- **Menu superior:** possui uma entrada para nomear o arquivo antes da exportação, além de botões para organizar o grafo e realizar a exportação. Cada botão é acompanhado por um ícone representativo: o botão de organizar o grafo exibe uma lâmpada com uma seta, simbolizando a reorganização automática da estrutura, enquanto o botão de exportação possui um ícone de compartilhamento, indicando a opção de salvar ou distribuir o grafo em diferentes formatos. Esses elementos visuais facilitam a usabilidade, tornando a interface mais intuitiva para o usuário.

- **Menu lateral:** o botão de informações apresenta um ícone de "i", fornecendo instruções sobre como utilizar a ferramenta; o botão de adicionar nó traz um símbolo de adição (+), representando a criação de um novo nó; o botão de remover nó exibe uma lixeira, indicando a exclusão de um nó do grafo; e o botão de pesquisa de nó contém uma lupa, facilitando a busca por um nó específico dentro da estrutura. Esses elementos visuais tornam a interface mais intuitiva e melhoram a experiência do usuário.
- **Espaço de edição:** Nesse espaço, são exibidos os conceitos e conexões do currículo em formato de grafo, posicionando-se no centro da tela e ocupando a maior parte do espaço disponível.

4.2. Criação da Estrutura de Currículo

A ferramenta permite a construção incremental do currículo por meio da adição de conceitos e estabelecimento de conexões de pré-requisito. O menu lateral da ferramenta possui um botão de adição, que é utilizado para adicionar um novo conceito no espaço de edição. Ao adicionar um novo conceito, um diálogo modal solicita a identificação do nome do novo conceito (Figura 2), que é então renderizado no espaço de edição. Não existe limite para a quantidade de conceitos que o professor pode adicionar ao currículo.

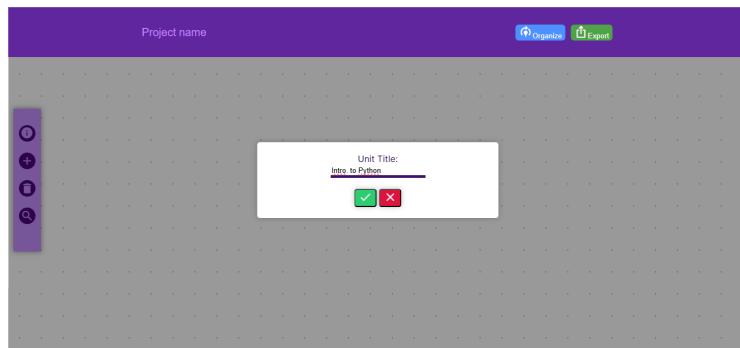


Figura 2. Tela de criação de um conceito/nó.

Para estabelecer uma relação de pré-requisito entre dois conceitos, o professor deve criar uma conexão ou aresta entre os conceitos. Para isso, é necessário selecionar sequencialmente o conceito de origem e destino, e a ferramenta gera uma aresta direcionada que representa a dependência entre os conceitos. A Figura 3 apresenta exemplo de currículo construído para ser utilizado em um curso introdutório de programação em Python, demonstrando a capacidade de modelagem de currículos pedagógicos complexos e que envolvem um conjunto expressivo de conceitos e pré-requisitos.

A coloração dos quadrados que representam os conceitos possui um significado semântico. À medida que um nó recebe mais pré-requisitos, sua coloração se torna mais quente, seguindo uma paleta de cores que varia do amarelo a um tom escuro de vermelho. Esse gradiente de cor, distribuído em aproximadamente cinco níveis, visa fornecer uma representação visual intuitiva da complexidade ou da interdependência dos conceitos dentro do grafo.

4.3. Edição e Navegação

Para dar suporte ao processo de criação e refinamento da estrutura de currículo, a ferramenta oferece as funcionalidades de busca, modificação e organização. Como mostrado

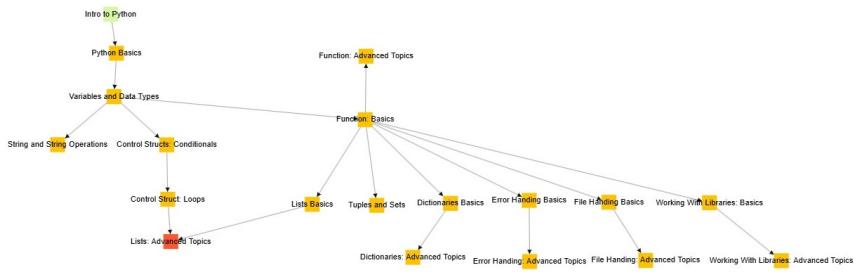


Figura 3. Exemplo de Currículo para um curso de introdução à Python.

na Figura 3, o currículo pode se tornar extenso, contendo diversos nós e arestas, a ferramenta permite a localização rápida de um nó específico por meio do botão de busca do menu lateral. Ao pressioná-lo e inserir o nome do conceito que deseja procurar, a ferramenta reposiciona automaticamente o grafo, centralizando o nó correspondente no espaço de edição, facilitando sua visualização.

A ferramenta é implementada através de um paradigma de reconstrução, onde os elementos do currículo são removidos e recriados com novas propriedades. Para editar um elemento no currículo, o professor precisa excluir e recriar a aresta ou o nó desejado. A escolha por essa abordagem é para garantir a consistência estrutural durante operações de atualização do currículo. Esse processo garante que a estrutura do grafo permaneça organizada e coerente, evitando conflitos na manipulação dos dados.

4.4. Exportação e Interoperabilidade do Currículo

A interoperabilidade com outros sistemas e formatos é um requisito essencial para a ferramenta de autoria, pois isso permitirá que o currículo criado pelo professor possa ser utilizado na integração com outros sistemas e ferramentas de aprendizagem existentes. Além disso, também permite que o currículo seja facilmente compartilhado com outros professores para obter feedback e colaborações ou com os alunos para que eles saibam como está estruturado o conhecimento que eles vão aprender na disciplina.

A ferramenta de autoria implementa um conjunto de diferentes formatos de exportação que atendem a duas principais necessidades pedagógicas e técnicas:

- **Documentação visual para compartilhamento com professores e alunos.** É possível exportar o currículo como uma imagem nos formatos PNG e JPG, preservando a posição e os nomes dos elementos do currículo exatamente como estão no grafo. A opção pelo uso de imagens foi realizada devido a facilidade de compartilhamento das mesmas.
- **Integração com outros sistemas e softwares.** A ferramenta permite a exportação do currículo nos formatos JSON e SQL. A opção por esses formatos facilita a utilização e integração do currículo com sistemas de gestão acadêmica e ambientes virtuais de aprendizagem. A exportação no formato JSON inclui informações como posição, identificador (nome) e relações entre os nós, permitindo a reconstrução exata da estrutura do grafo em diferentes aplicações. Com o uso do formato SQL, são geradas tabelas para os conceitos e relações do currículo, possibilitando o armazenamento estruturado do grafo em bancos de dados relacionais. A exportação para SQL permite o armazenamento e a recuperação eficiente da estrutura

do grafo, facilitando sua integração em sistemas de banco de dados e aplicações que necessitam de gerenciamento estruturado de informações.

5. Avaliação Preliminar

Para validar a usabilidade e eficácia da ferramenta, foi conduzido um estudo de caso com um professor do curso técnico em Logística, sem experiência prévia com a ferramenta de autoria. O professor recebeu uma breve demonstração de 3 minutos sobre as funcionalidades básicas (criação de nós, estabelecimento de relações e navegação no grafo), sem instruções específicas sobre procedimentos de salvamento ou o significado do esquema de cores. O professor foi orientado a modelar o conteúdo programático do primeiro bimestre de sua disciplina “Gestão da Produção e Operações”. O processo foi observado remotamente, com registro dos seguintes aspectos: (1)Tempo de adaptação à interface; (2) Dificuldades encontradas; (3) Compreensão intuitiva das funcionalidades; e (4) Avaliação subjetiva da usabilidade. O professor levou cerca de 4 minutos e 27 segundos para fazer a modelagem com 6 conceitos (nós) e 6 relações (arestas). Ao finalizar ele classificou a ferramenta como *muito fácil* (5/5) em escala Likert. Com relação às dificuldades encontradas, ele apresentou dificuldade inicial na criação da primeira conexão entre conceitos (cerca de 35 segundos de tentativa e erro), mas subsequentemente executou todas as operações corretamente na primeira tentativa. A Figura 4 apresenta a tela final com o currículo criado pelo professor na avaliação da ferramenta de autoria.

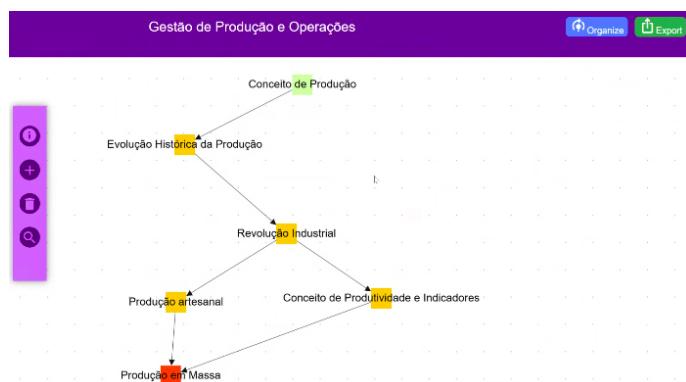


Figura 4. Tela final do currículo criado pelo professor na avaliação da ferramenta.

Ao finalizar a construção do grafo foi pedido para ele realizar a tarefa de exportar o currículo em formato de imagem, o objetivo era identificar se o uso das cores diferenciadas permitia uma identificação fácil e intuitiva da funcionalidade. O professor identificou rapidamente o mecanismo de exportação para PNG, realizando o procedimento sem assistência quando solicitado. Posteriormente foi perguntado ao professor qual o significado das cores dos nós no grafo, sua resposta foi que “*as cores parecem mudar como uma hierarquia, os conceitos que precisam de mais pré requisitos tem cores mais escuras*”. Com isso, podemos afirmar que ele inferiu corretamente que o gradiente de cores indicava complexidade conceitual, associando cores mais escuras a nós com maior número de pré-requisitos, conforme implementado na ferramenta. Os resultados preliminares da avaliação com o professor oferecem indícios de que a ferramenta atinge seu objetivo principal de proporcionar uma experiência intuitiva para modelagem curricular, mesmo para usuários sem treinamento extensivo. A avaliação positiva do professor, combinada com sua

capacidade de deduzir funcionalidades não explicadas, fornece uma validação preliminar das escolhas de design da interface, particularmente a eficácia dos ícones e metáforas visuais e a utilidade do sistema de codificação por cores.

6. Contribuições e Impacto Potencial

A ferramenta apresentada neste trabalho se diferencia dos outros trabalhos da literatura por focar no professor como usuário alvo e priorizar o processo criativo do docente. A ferramenta de autoria é independente de domínio e pode ser utilizada para modelar o currículo de disciplinas de diferentes áreas de conhecimento. A ferramenta tem o potencial de ser utilizada com diferentes finalidades, desde auxiliar o professor a refletir criticamente sobre a estrutura de sua disciplina, quanto para exibir o currículo para os estudantes, que podem se beneficiar por saberem previamente o caminho de sua aprendizagem e quais são os conceitos ou tópicos críticos de sua aprendizagem, por exemplo, um conceito que é pré-requisitos de vários outros é importante ser aprendido para não gerar dificuldade nos demais. Além disso, a exportação do currículo em vários formatos também possibilita a integração com ambientes virtuais e uso em sistemas educacionais no geral.

7. Conclusão e Trabalhos Futuros

Este trabalho desenvolveu uma ferramenta intuitiva baseada em grafos de conhecimento para auxiliar professores na organização e visualização de currículos. Os testes preliminares confirmaram sua usabilidade, destacando a eficácia da representação visual de pré-requisitos e do sistema de cores. Como próximos passos, planeja-se implementar: (1) edição colaborativa, (2) importação de grafos existentes e (3) sugestões automáticas via modelos de linguagem natural, aprimorando ainda mais o planejamento pedagógico.

Referências

- Abu-Salih, B. e Alotaibi, S. (2024). A systematic literature review of knowledge graph construction and application in education. *Helijon*, 10(3):e25383.
- Chung, H. e Kim, J. (2016). An ontological approach for semantic modeling of curriculum and syllabus in higher education. *International Journal of Information and Education Technology*, 6(5):365.
- Deodato, A. A. (2020). Experiências no planejamento da disciplina prática do ensino médio i. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, 3(2).
- Hogan, A., Blomqvist, E., Cochez, M., D'amato, C., Melo, G. D., Gutierrez, C., Kirrane, S., Gayo, J. E. L., Navigli, R., Neumaier, S., Ngomo, A.-C. N., Polleres, A., Rashid, S. M., Rula, A., Schmelzeisen, L., Sequeda, J., Staab, S., e Zimmermann, A. (2021). Knowledge graphs. *ACM Comput. Surv.*, 54(4).
- Hubert, N., Brun, A., e Monticolo, D. (2022). New Ontology and Knowledge Graph for University Curriculum Recommendation. In *ISWC 2022 - The 21st International Semantic Web Conference*, Hangzhou / Virtual, China.
- Ke, Q. e Lin, J. (2022). Dynamic generation of knowledge graph supporting steam learning theme design. *Applied Sciences*, 12(21).
- Nunes, I. e Schiel, U. (2013). Utilização de grafo de alcançabilidade para a verificação de design instrucional bem formado. In *Anais do II Workshop de Desafios da Computação aplicada à Educação*, pages 1396–1405, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.