



SimBraRedes

III Simpósio Brasileiro de Teoria
e Ciência de Redes

COMUNIDADES DE PALAVRAS EM REDES SEMÂNTICAS BASEADAS EM LIVROS DIDÁTICOS DE MATEMÁTICA

Samara dos Santos Ferreira¹; Matheus Oliveira dos Santos², Marcos Grilo³

¹ Graduanda em Engenharia de Computação/Bolsista CNPq, Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) e samaradosantosf@gmail.com;

² Licenciando em Licenciatura em Matemática/Bolsista PROBIC, Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) e matheusods10@gmail.com;

³ Doutor em Difusão do Conhecimento, Universidade Estadual de Feira de Santana e grilo@uefs.br;

RESUMO

Este artigo tem como objetivo identificar comunidades de palavras em redes semânticas de cliques baseadas em livros didáticos de Matemática. Utilizamos uma ferramenta computacional escrita em código *Python*, denominada TEX-2-NET, que otimiza o processo de conversão do conteúdo textual de um arquivo em formato TEX, facilitando a construção de uma rede semântica por meio do *software* NetPal. Utilizamos o Pajek, que aplica o método Louvain para a identificação das comunidades de palavras. Os resultados sugerem que há uma separação entre as situações-problema contextualizadas abordadas pelo livro didático e a sistematização da teoria matemática sobre matrizes e determinantes.

PALAVRAS-CHAVE: redes semânticas; cliques; comunidades; matrizes; determinantes

<http://doi.org/10.55664/simbraredes2024.009>

1 INTRODUÇÃO

Os livros didáticos desempenham um papel fundamental no processo de ensino e aprendizagem nas escolas públicas, sendo constantemente objeto de estudo quanto ao seu papel no cenário educacional.¹ Esses recursos são essenciais para os docentes, pois servem como base para a elaboração dos planejamentos das aulas ao longo do período letivo. Nesse contexto, a seleção criteriosa de livros didáticos alinhados ao plano de ensino torna-se imprescindível. Essa prática auxilia o docente na organização do conteúdo, minimizando a necessidade de mudanças significativas ao longo do ano letivo, o que proporciona estabilidade e consistência ao processo educacional.

Na literatura sobre análise de livros didáticos de Matemática¹⁻⁵, observa-se uma lacuna em investigações que abordam as relações entre as palavras que constituem os seus respectivos vocabulários. Especificamente, não foram encontrados estudos que avaliam grupos de palavras em livros didáticos densamente relacionados. O presente trabalho objetiva identificar comunidades de palavras em redes semânticas de cliques baseadas em capítulos de livros didáticos de Matemática. A abordagem por meio de redes semânticas possibilita a identificação das relações predominantes nos conteúdos dos livros didáticos, proporcionando aos educadores uma visão diferenciada do que é abordado nas obras para uma seleção de materiais alinhada ao planejamento educacional. A análise de livros didáticos por meio de redes semânticas pode apoiar professores no processo de seleção do livro didático na Educação Básica e aprimorar o processo de implementação de políticas públicas de escolha de livros didáticos.

Este trabalho está organizado como segue: na Seção 2, são descritos os procedimentos metodológicos; na Seção 3, discutem-se os resultados; e na Seção 4, são apresentadas algumas considerações.

2 METODOLOGIA

Nesta seção, são apresentados os passos metodológicos adotados para a análise de redes semânticas de cliques a partir de livros didáticos de Matemática.

2.1 Coleta de Dados

Os dados foram obtidos do livro *Matemática: Contexto & Aplicações*, volume 2, 3ª edição, de 2016, do autor Luiz Roberto Dante. A obra foi selecionada pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2018¹⁷. Esse livro foi publicado antes da implementação da Base Nacional Curricular Comum (BNCC), período em que havia uma separação muito clara entre os conteúdos por capítulo. O tópico matemático escolhido foi



SimBraRedes

III Simpósio Brasileiro de Teoria
e Ciência de Redes

“Determinantes de Matrizes”, que está presente nos currículos de Matemática do Ensino Médio e dos Cursos de Engenharia de Computação e Licenciatura em Matemática no Brasil.

2.2 Mineração dos Dados

Com o livro didático disponível em formato PDF, utilizamos o software Mathpix⁶ para realizar um processo de "engenharia reversa" do texto em LaTeX. Dessa forma, com um arquivo já renderizado, o Mathpix retorna em um texto em formato TEX, com as marcações das fórmulas correspondentes ao texto original. O Mathpix utiliza inteligência artificial para reconhecer os símbolos/notações matemáticas e reescrevê-los em LaTeX, identificando as partes do texto que são imagens e as que estão em linguagem natural. O LaTeX, por ser uma linguagem de marcação amplamente utilizada na escrita de textos científicos, facilitou a padronização da forma como expressões, variáveis e símbolos/notações matemáticas (e.g. matriz) são convertidas em palavras, permitindo a representação daqueles na rede semântica.

De um modo geral, um livro didático utiliza diversas estratégias visuais para ser mais atrativo para os estudantes. O software Mathpix está sujeito a cometer algumas imprecisões no processo de conversão do arquivo no formato PDF para o formato TEX, a exemplo de textos interpretados como imagem, caracteres trocados ou letras não reconhecidas. Além disso, o texto LaTeX obedece a uma estrutura de linguagem baseada em marcação que contém comandos sem significado semântico. Diante disso, identificamos a necessidade de aplicação de um tratamento manual seguido de um tratamento computacional por meio do TEX-2-NET, cujas regras serão explicadas nas subseções seguintes.

2.3 Tratamento Manual

Para a geração das redes, após a conversão do arquivo PDF em LaTeX pelo MathPix, é necessário aplicar um tratamento manual em editor de texto (e.g. Notepad). A fim de diminuir caracteres não reconhecidos pelas ferramentas computacionais, convertemos o arquivo em formato .TEX para ANSCII e depois para UTF-8. Figuras, esquemas, gráficos, tabelas, exercícios e o preâmbulo do LaTeX foram excluídos. O tratamento manual visa preparar o arquivo .TEX para que expressões, variáveis e símbolos/notações matemáticas sejam incluídos na rede semântica, representados por palavras. O tratamento manual consistiu das seguintes regras: 1) marcação de números, numerais escritos por extenso e letras que representam incógnitas, variáveis e entes matemáticos com \$ (e.g. \$três\$; \$terceiro\$; $x+1=0$); 2) marcação de expressões, variáveis e símbolos/notações matemáticas com \$ que contiverem o caractere espaço (e.g. a_n); 3) introdução de um artigo definido em letra maiúscula (e.g. A) no início de sentença que comece por um símbolo/notação matemática ou for item de uma lista; 4) eliminação de comandos (e.g. Na) e chaves ({}) em palavras/frases que não contém expressões, símbolos/notações matemáticas; 5) tradução de palavras em idioma estrangeiro para o português; 6) unificação de endereços distintos de um mesmo sítio da internet.

A critério do pesquisador, considerando o contexto do capítulo do livro didático escolhido, outras regras específicas podem ser estabelecidas a fim de melhorar a qualidade dos dados. Neste sentido, estabelecemos: 1) identificar cada matriz escrita em código LaTeX por sua ordem (e.g. n times m); 2) substituir os caracteres ':' e '/' por 'div' no caso de representarem o símbolo de divisão; 3) substituir a vírgula dos números decimais por vg (e.g. 100,1 é convertido para 100vg1); 4) inserir espaço antes e depois do caractere '-' quando este representar a operação de subtração e não apenas o sinal negativo de um número inteiro.

2.4 Tratamento Computacional

O método de construção das redes semânticas de cliques seguem as técnicas propostas por^{7,8,9} Desta forma, cada vértice representa palavras com significado intrínseco (e.g. substantivo, verbo). Considerando o propósito de analisar livros didáticos de Matemática, converte-se expressões, variáveis e símbolos/notações matemáticas em palavras para a construção da rede. No formalismo matemático, por princípio, expressões, variáveis e símbolos/notações matemáticas carregam um significado intrínseco. Palavras sem significado intrínseco ("stopwords") são eliminadas, a exemplo de artigos, preposições, etc. As palavras com significado intrínseco (incluindo expressões, variáveis e símbolos/notações matemáticas) foram convertidas para formas canônicas. Uma aresta entre duas palavras é estabelecida se existe uma sentença na qual ambas estão presentes. Desta forma, todas as palavras com significado intrínseco são conectadas mutuamente, formando cliques.

Para o tratamento computacional, utilizamos a ferramenta TEX-2-NET⁹, que realiza o processo de conversão de expressões, variáveis e símbolos/notações matemáticas em palavras e integra a construção de redes usando o software NetPal.^{7,10} Essencialmente, TEX-2-NET tenta preservar as marcações em LaTeX



SimBraRedes

III Simpósio Brasileiro de Teoria
e Ciência de Redes

associadas a expressões, variáveis e símbolos/notações matemáticas. Por exemplo, a fração $\frac{1}{2}$ é convertida na palavra FRACLBRNUUMRBRRLBRNDOISRBR. Um texto em LaTeX é naturalmente diferente de um texto em linguagem natural. Contudo, por ser uma linguagem universal e amplamente usada pela comunidade científica, mostrou-se apropriada para o processo de conversão de expressões, variáveis e símbolos/notações matemáticas em palavras. Além disso, o TEX-2-NET possibilita que algumas palavras não reconhecidas pelo dicionário utilizado pelo NetPal sejam convertidas previamente para a forma canônica. Por exemplo, o NetPal converte a palavra 'chamá-la' em 'chamá'. Com o TEX-2-NET, é possível converter automaticamente a palavra 'chamá-la' para 'chamar', antes da construção da rede com o NetPal. Uma vez aplicada a conversão de expressões, variáveis e símbolos/notações matemáticas e outras definidas pelo contexto da pesquisa, o TEX-2-NET gera um arquivo .TXT e aciona o NetPal para a construção da rede semântica de cliques, conforme.^{7,10}

2.5 Detecção de Comunidades

Comunidades caracterizam-se por serem subgrafos que possuem uma concentração de arestas superior quando comparados com outros subgrafos da rede.¹¹ Em outras palavras, tem-se uma conexão mais intensa entre os membros de uma comunidade do que entre estes e vértices externos a aquela. Na detecção de comunidades, um conceito importante é o de modularidade. Trata-se de uma métrica ligada à avaliação da densidade das conexões dentro da comunidade em relação com as conexões externas.^{11,12}

A escala da modularidade varia de -1 a 1, na qual os valores mais próximos de 1 indicam uma melhor distribuição. Os valores negativos indicam que cada vértice pertence a grupos distintos. No caso de redes semânticas de cliques, valores mais altos de modularidade indicam uma estrutura de comunidade de palavras mais distinta na rede, fornecendo uma métrica eficaz para avaliar o processo de detecção de comunidades e a coesão interna dos grupos identificados.

Nesse contexto, torna-se necessário recorrer a algoritmos de aproximação que, embora não produzam uma solução ótima, sejam uma abordagem viável para lidar com redes grandes em número de vértices e arestas. Neste trabalho, para a detecção de comunidades, optamos pelo método Louvain desenvolvido por¹¹ e que está implementado no software Pajek.¹³ Esse método apresenta uma ferramenta inovadora, voltada para a extração de comunidades em redes extensas. Sua notoriedade reside na eficácia em identificar agrupamentos nas redes de forma eficiente e em um curto período de tempo, priorizando a otimização da modularidade desses agrupamentos.

A complexidade do método se revela em suas duas fases iterativas, cada qual projetada para explorar as relações presentes nas redes em questão. Na primeira fase, cada vértice da rede é inicialmente tratado como uma comunidade independente, representando um grupo autônomo. Posteriormente, para cada vizinho desse vértice, realiza-se uma avaliação do ganho potencial ao movê-lo para a comunidade em consideração. A incorporação do vértice à nova comunidade ocorre apenas quando o ganho é positivo; caso contrário, o vértice mantém a sua posição na comunidade original. Este ciclo de avaliação é repetido até que não sejam mais possíveis melhorias, indicando a conquista de um máximo local de modularidade.^{11,12}

A segunda fase é marcada pela construção de uma nova representação da rede, onde os vértices passam a representar as comunidades identificadas na etapa anterior. As conexões entre essas comunidades são ponderadas pela soma dos pesos das conexões entre os vértices originais. O algoritmo da primeira fase é então reaplicado a esta nova representação da rede, iterativamente, até que não ocorram mais alterações, indicando a estabilização do processo. Esse procedimento complexo visa otimizar a identificação das comunidades, considerando as relações entre elas com base na soma dos pesos das conexões entre os vértices originais. Essa abordagem proporciona uma análise altamente refinada das estruturas de comunidade presentes na rede.^{11,12}

As fases do algoritmo evidenciam a complexidade e interdependência entre otimizações locais e a formação de uma rede abrangente de comunidades. Esse processo iterativo, que busca atingir a modularidade máxima, revela-se crucial para uma análise significativa das complexas estruturas de comunidade em redes extensas. O método Louvain consolida-se, assim, como uma ferramenta adequada na exploração dessas redes maiores. Uma questão relevante no método Louvain é o parâmetro de resolução. A configuração desta variável desempenha um papel crucial na qualidade da aplicação do método, influenciando diretamente os resultados obtidos. Realizamos uma exploração metódica de diferentes valores para esse parâmetro, seguida por uma rotina de avaliação detalhada.^{11,12}

Vale ressaltar que o valor padrão do parâmetro de resolução é estabelecido em 1. Ajustes para valores superiores a esse padrão tendem a resultar no aumento do número de comunidades identificadas, proporcionando uma visão mais granular e detalhada da estrutura da rede. Por outro lado, ajustes para valores inferiores ao padrão têm o efeito oposto, reduzindo o número de comunidades identificadas e consolidando grupos de elementos relacionados. Dessa forma, a escolha criteriosa do parâmetro de resolução revela-se



fundamental para alcançar resultados coerentes e alinhados aos objetivos da análise de comunidades de palavras desta pesquisa. É importante avaliar as partições obtidas em duas execuções do algoritmo Louvain com um mesmo parâmetro de resolução, usando índices de correlação como, por exemplo, o V de Cramer, já implementado no Pajek. Considerando o contexto da rede e a finalidade de sua análise, pode-se escolher um parâmetro de resolução mesmo que a modularidade não seja maximizada, desde que o índice de correlação utilizado seja alto (próximo de 1). A exploração cuidadosa dessa variável contribuiu significativamente para a adaptação do método Louvain ao contexto da pesquisa, que trata da análise de livros didáticos, permitindo uma identificação mais precisa e interpretável das comunidades presentes na rede.¹²

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta índices para a rede semântica de clique construída, que denominamos de rede LD. Trata-se de uma rede finita, não-vazia, rotulada, de 1-modo, sem arestas múltiplas, sem laços, não dirigida e ponderada. As notações utilizadas na Tabela 1 têm os seguintes significados: n - número de vértices; E - número de arestas; Δ - densidade; $\langle k \rangle$ - grau médio; n_c - número de componentes; MC% - porcentagem de vértices da maior componente; D - diâmetro; C_{ws} - coeficiente de aglomeração médio¹⁴; L - caminho mínimo médio. Para avaliar o efeito mundo-pequeno¹⁴ na maior componente da rede LD, denominada de rede LDMC, geramos uma rede aleatória equivalente com o mesmo número de vértices e grau médio.

Tabela 1. Índices das redes LD, LDMC e LDA

Rede	n	E	Δ	$\langle k \rangle$	n_c	MC%	D	C_{ws}	L
LD	787	12044	0,03894	30,60737	6	98,73%	6	0,77118	2,31813
LDMC	777	12036	0,03992	30,98069	1	100%	6	0,76999	2,31817
LDA	777	12051	0,03997	31,01930	1	100%	3	0,03987	2,23686

Os valores dos índices C_{ws} e L da rede LDMC quando comparados com a rede aleatória equivalente LDA permitem-nos afirmar que a rede LD possui uma estrutura mundo-pequeno conforme proposto por.¹⁴ Para avaliar a hipótese de ser livre de escala¹⁵, utilizamos o método de.¹⁶ Calculamos o parâmetro p proposto por¹⁶, cujo valor foi igual a zero. Desta forma, segundo¹⁶, a hipótese de ser livre de escala não é plausível para a rede LD. A Figura 1 apresenta uma visualização da rede LD.

A avaliação da distribuição do tamanho das componentes indica o quão a rede está fragmentada, ou seja, o quão grupos de palavras estão desconectados entre si.¹² Um número elevado de componentes pode indicar a presença de termos específicos ou técnicos que aparecem isoladamente, sem uma conexão direta com os outros termos. A Tabela 1 indica que apenas 10 (1,27%) palavras estão distribuídas entre os 5 menores componentes, em detrimento da maior componente que contém 777 palavras. Desta forma, há pequenos grupos de palavras que não estão conectados ao restante da rede, representando frases ou títulos de seções que contém termos técnicos isolados ou palavras que não se relacionam diretamente com o tema central do capítulo do livro (e.g. Observação; Curiosidade; Federação Internacional de Voleibol).

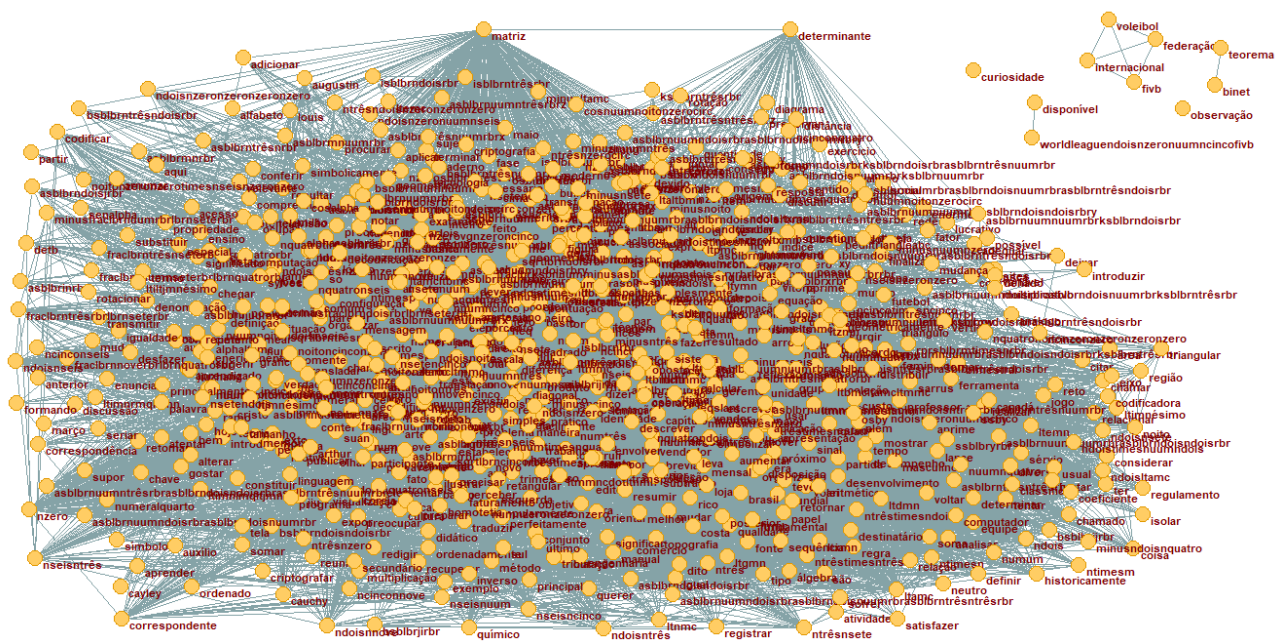
Contudo, não é prudente afirmar a priori que os menores componentes não são relevantes para a interpretação qualitativa dos resultados. De fato, a rede LD possui uma componente apenas com as palavras 'Teorema' e 'Binet', fruto do título da seção "Teorema de Binet". Trata-se de um teorema que estabelece um método para o cálculo do determinante de uma matriz produto. De uma maneira simplificada, um teorema é uma verdade matemática que foi rigorosamente validada em uma axiomática. Contudo, apesar deste teorema aparecer no capítulo 5 (Matrizes e Determinantes) do livro didático analisado, apenas no capítulo 8 (Geometria espacial de posição: uma abordagem intuitiva) aparece uma explicação sobre o significado matemático de teorema.



SimBraRedes

III Simpósio Brasileiro de Teoria e Ciência de Redes

Figura 1. Visualização da rede LD



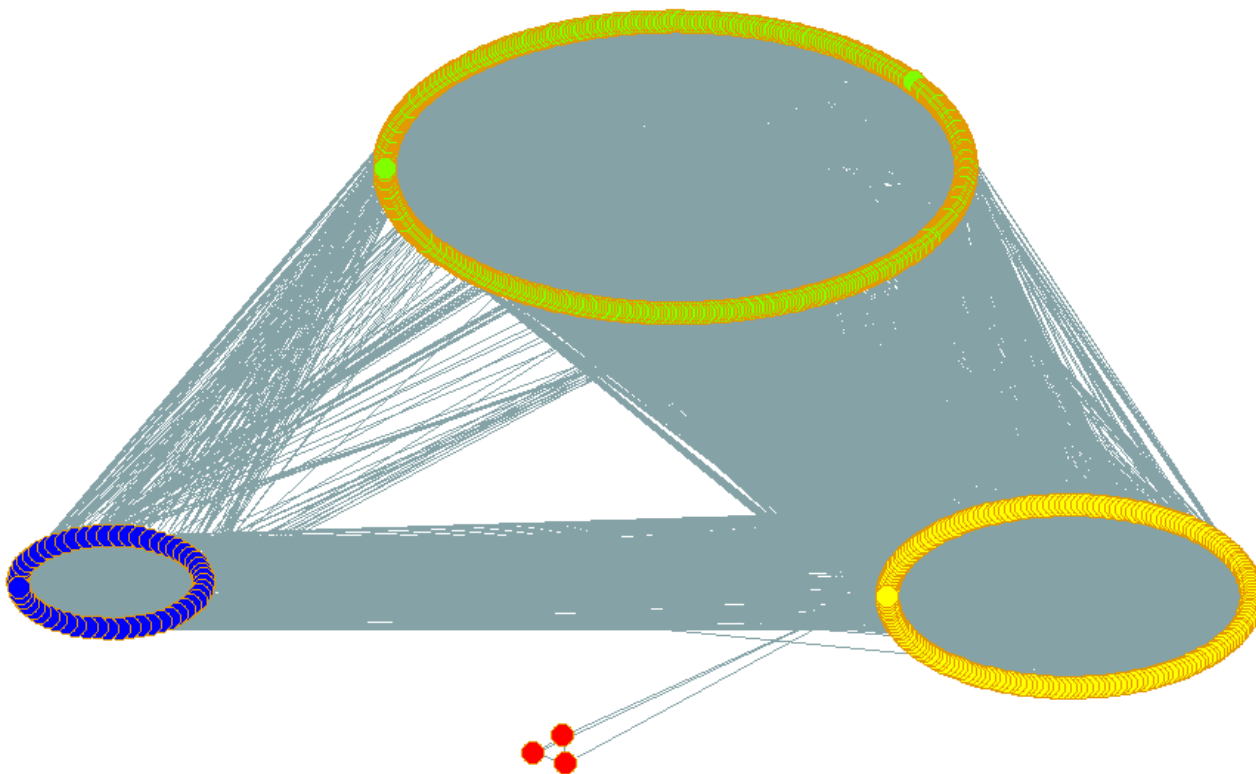
Fonte: Os autores.

O diâmetro da rede é um parâmetro para redes conectadas que mede o comprimento do maior caminho geodésico entre um par de vértices. Para redes semânticas, o diâmetro sinaliza o maior afastamento possível entre palavras. Segundo ¹², no contexto de redes semânticas de títulos conectadas, o diâmetro sinaliza a “diversidade de temas usados na formação dos títulos”. Desta forma, podemos inferir que no contexto da rede LDMC, o diâmetro está relacionado à diversidade do vocabulário usado na escrita das frases do capítulo do livro didático analisado.

Para identificar comunidades na maior componente, ou seja, na rede LDMC, avaliamos a modularidade para valores de resolução que variaram de 0,2 a 1. A modularidade, quando próxima de 1, indica conexões mais densas entre os vértices dentro de um grupo e conexões mais esparsas entre vértices de grupos distintos. No entanto, a modularidade, por si só, não determina com precisão a quantidade ideal de grupos na rede, pois o mesmo parâmetro de resolução pode resultar em diferentes valores de modularidade e em números distintos de comunidades.

Para obter uma análise mais precisa, utilizamos o índice estatístico V de Cramer, que mede a correlação entre os diferentes cálculos de modularidade para um mesmo valor de resolução. Para cada valor de resolução avaliado, realizamos pelo menos duas rodadas de execução do algoritmo de Louvain. O parâmetro de resolução que mostrou-se mais adequado foi o valor de $r=0,6$, com índice V de Cramer igual a 0,97016, mesmo com a modularidade não tendo sido a mais alta (0,50001). Foram encontradas 4 comunidades, conforme ilustra a Figura 2.

Figura 2. Visualização das comunidades da rede LD, com parâmetro de resolução 0,6.



Fonte: Os autores.

A maior comunidade possui 518 palavras, o que representa 66,7% do tamanho da maior componente. Esta comunidade caracteriza-se pela predominância de palavras usadas nas seções do capítulo que tentam apresentar o conteúdo sobre MATRIZES e DETERMINANTES de forma contextualizada (e.g. CLIENTE, VENDEDOR, EVOLUÇÃO, MENSAL, BIMESTRE, ENGENHARIA, TOPOGRAFIA, COMÉRCIO, TRIBUTAÇÃO). A segunda maior comunidade possui 203 vértices, o que equivale a 26,1% do total de vértices da maior componente. Nesta segunda maior comunidade, percebemos uma predominância de palavras que representam símbolos/notações matemáticas (e.g. DETA: determinante de A; DETB: determinante de B; DETAB: determinante de AB; MTIMESN - m por n; MINUSNCINCO: -5; ASBLBRNTRÉSINTRÉSBRZ: a_{33}).

Os resultados sugerem que pode não haver uma forte integração entre os trechos contextualizados do livro e a teoria apresentada para explicar os conteúdos matemáticos. Segundo os autores do livro didático analisado, a “grande parte do conteúdo é introduzida por situações-problema e depois sistematizada. (...) A maioria desses temas é trabalhada a partir de situações-problema contextualizadas ou interdisciplinares”. A análise das comunidades sugere que apesar de haver a presença de um vocabulário que reflete a abordagem de situações-problema contextualizadas, evidencia-se uma separação entre estas e a sistematização dos conteúdos matemáticos.

O fato da palavra MATRIZ pertencer à segunda comunidade é mais uma confirmação do que foi exposto sobre a separação entre situações-problema contextualizados e sistematização dos conteúdos matemáticos. Por outro lado, a palavra DETERMINANTE pertence à primeira comunidade, o que pode ser um reflexo de sua baixa centralidade de grau (ocupa a posição 705), apesar do título do capítulo do livro ser MATRIZES e DETERMINANTES. A terceira comunidade possui 53 vértices, o que equivale a 6,8% do tamanho da maior componente. Nesta comunidade, percebe-se uma predominância de números inteiros, reflexo dos exemplos apresentados pelo livro didático para explicar a teoria sobre MATRIZES e DETERMINANTES.



SimBraRedes

III Simpósio Brasileiro de Teoria
e Ciência de Redes

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, construímos redes semânticas de cliques baseadas em livros didáticos a partir da ferramenta computacional TEX-2-NET, que gera redes utilizando o NetPal e tem a vantagem de otimizar o tratamento manual de textos matemáticos. A rede LD foi gerada preservando as expressões, variáveis e símbolos/notações matemáticas presentes no livro didático. O conteúdo matemático escolhido foi DETERMINANTES e MATRIZES. O uso de comunidades mostrou-se relevante para a análise do livro didático.

Um valor de resolução muito baixo pode resultar em poucas comunidades grandes e pouco informativas, agrupando muitas palavras sob categorias amplas, ofuscando análises importantes. Por outro lado, à medida que o parâmetro de resolução aumenta, observa-se uma diminuição na modularidade sugerindo que a divisão da rede em comunidades torna-se menos nítida, onde as comunidades tornam-se tão pequenas que perdem significado prático. O processo de escolha do parâmetro de resolução revelou que deve-se levar em conta os critérios quantitativos estabelecidos pelo método de Louvain e também o contexto da pesquisa.

Os resultados encontrados mostraram-se promissores para o campo de pesquisa sobre análise de livros didáticos em Matemática. A separação sugerida pelas comunidades entre situações-problema contextualizados e a sistematização dos conteúdos matemáticos parece indicar um aspecto não contemplado pelos objetivos do livro didático, pelo menos quando se trata de MATRIZES e DETERMINANTES. Acreditamos que a abordagem promissora desta pesquisa pode auxiliar professores no processo de seleção e utilização de livros didáticos. Como trabalhos futuros, pretendemos ampliar a base de dados e aplicar outras técnicas de Ciência das Redes a fim de fortalecer a metodologia de Análise de Conteúdo de livros didáticos por meio de redes semânticas de cliques. Por fim, entendemos que é necessário refinar o vocabulário de controle do TEX-2-NET com vistas a melhorar a qualidade dos dados.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por meio de concessão de Bolsa de Iniciação Científica e da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) por meio de concessão de Bolsa de Iniciação Científica PROBIC e do programa FINAPESQ (Termo de Outorga nº 22/2022).

5 REFERÊNCIAS

- 1 SÁ, P. F. d.; JÚNIOR, A. L. L. d. Livros didáticos de matemática do 9º ano do ensino fundamental: uma análise à luz da matriz de referência da prova SAEB. **Revista Prática Docente**, v. 8, n. 2, 2023.
- 2 CARVALHO, G. S. d.; MEDRADO, J. d. S.; MATTOS, R. A. L.; FONSECA, L. S. d. A abordagem da função seno no livro didático do ensino médio após a implementação da BNCC. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 14, n. 3, p. 1-23, 2023.
- 3 LAZARINI, L. V.; MENDES, L. O. R. Análise de possíveis problemas de progressão aritmética em livros didáticos do novo ensino médio: Um olhar por meio da resolução de problemas. **Revista Vitruvian Cogitationes**, v. 4, n. 2, p. 132-148, 2023.
- 4 SILVA, L. C. d.; SEIFFERT SANTOS, S. C. A utilização de analogias como recurso didático no ensino de matemática: uma análise estrutural em livros didáticos no ensino do conceito de função. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 11, n. 1, p. e23084, 2023. Disponível em: <https://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/688/754>. Acesso em: 08 jul. 2024.
- 5 SOUZA, A. L.; SANTOS, J. R. S.; PANTOJA, L. F. L. Sequências numéricas: um olhar sobre a abordagem feita em livros didáticos. **Revista Foco**, v. 16, n. 9, p. e3083, 2023.
- 6 MATHPIX. Mathpix – OCR para matemática e LaTeX. Disponível em: <https://mathpix.com>. Acesso em: 08 ago. 2024.
- 7 CALDEIRA, S. M. G.; LOBÃO, T. C. P.; ANDRADE, R. F. S.; NEME, A.; MIRANDA, J. G. V. The network of concepts in written texts. **The European Physical Journal B**, v. 49, p. 523-529, 2006. Acesso em: 08 ago. 2024.
- 8 FADIGAS, I. S.; HENRIQUE, T.; DE SENNA, V.; MORET, M. A.; PEREIRA, H. B. B. Análise de redes semânticas baseada em títulos de artigos de periódicos científicos: o caso dos periódicos em educação matemática. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 11, n. 1, p. 142-164, 2009. Acesso em: 08 ago. 2024.
- 9 SANTOS, M. O.; GRILLO, M. Desenvolvimento de Ferramenta Computacional para Conversão de Representações Simbólicas em Livros Didáticos no Formato OCR PDF para TXT. **Anais dos Seminários de Iniciação Científica**, UEFS, 2023.



SimBraRedes

III Simpósio Brasileiro de Teoria
e Ciência de Redes

- ¹⁰ CALDEIRA, S. M. G. **Caracterização da rede de signos linguísticos: um modelo baseado no aparelho psíquico de Freud**. Dissertação de mestrado em Modelagem Computacional. 2005.
- ¹¹ BLONDEL, V. D.; GUILLAUME, J.-L.; LAMBIOTTE, R.; LEFEBVRE, E. Fast unfolding of communities in large networks. **Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment**, 2008.
- ¹² FADIGAS, I.; HENRIQUE, T.; GRILO, M.; PEREIRA, H. B. d. B. Programas de mestrado em matemática no Brasil: uma aplicação de redes para caracterizar seus títulos. **Obra Digital**, 2020.
- ¹³ MRVAR, A.; BATAGELJ, V. Pajek – program for large network analysis. Disponível em: <http://mrvar.fdv.uni-lj.si/pajek/>. Acesso em: dia, mês e ano.
- ¹⁴ WATTS, D. J.; STROGATZ, S. H. Collective dynamics of 'small-world' networks. **Nature**, v. 393, n. 6684, p. 440–442, 1998.
- ¹⁵ BARABÁSI, A.-L.; ALBERT, R. Emergence of scaling in random networks. **Science**, n. 286, p. 509–512, 1999.
- ¹⁶ CLAUSET, A.; SHALIZI, C. R.; NEWMAN, M. E. J. Power-law distributions in empirical data. **SIAM Review**, n. 04, p. 661–703, 2009.
- ¹⁷ BRASIL. **Programa Nacional do Livro Didático**, 2018. Guia Digital do PNLD 2018. Disponível em: <https://www.fnnde.gov.br/pnld-2018/>. Acesso em 03 out. 2024.