

DIÁLOGO ABERTO

Grafos



Bildagentur-online/Getty Images

FIQUE SABENDO →

Como o problema da ponte Königsberg mudou a Matemática – Dan Van der Vieren

No vídeo, é apresentado como a área de Teoria dos Grafos surgiu na Matemática.

USP em São Carlos sedia conferência internacional sobre aprendizado de máquina em grafos

Realizado pela primeira vez na América Latina, o evento “*Learning on Graphs Conference*” é uma oportunidade para conferir o que está sendo produzido pela ciência brasileira e acompanhar de perto os avanços da área

[...]

O que são grafos

O aprendizado de máquina em grafos é uma área da inteligência artificial que desenvolve algoritmos capazes de aprender a partir de dados que estão conectados entre si, como redes. Um grafo é uma estrutura matemática usada para representar conexões – formadas por “nós” e “arestas”.

O conceito de grafo é empregado para compreender diversas áreas do conhecimento, podendo, por exemplo, representar as pessoas conectadas por amizades nas redes sociais; as

cidades ligadas por estradas formando mapas; as ligações entre os átomos que constituem moléculas. A ideia do aprendizado de máquina aplicado a esse conceito é ensinar computadores a extrair padrões, fazer previsões ou entender melhor esses sistemas conectados.

“Nos últimos anos essa área cresceu muito, e nas principais conferências acadêmicas de inteligência artificial do mundo a gente tem visto um número cada vez maior de trabalhos focados em aprendizado de máquina com grafos. Por isso, os cientistas da área decidiram criar uma conferência específica sobre o tema”, explica Matheo.

USP em São Carlos sedia conferência internacional sobre aprendizado de máquina em grafos. **Jornal da USP**, 23 abr. 2025. Disponível em: <https://jornal.usp.br/?p=880470>. Acesso em: 13 jul. 2025.

Tecnologia de grafos da Neo4j acelera diagnóstico de doenças raras em hospital pediátrico europeu

Em um hospital infantil de Munique, na Alemanha, a combinação entre tecnologia de grafos e inteligência artificial está transformando o diagnóstico de doenças raras em crianças. Com mais de 8 mil patologias raras conhecidas

e uma base clínica de mais de 2.500 pacientes pediátricos, médicos do Hospital Infantil Dr. von Hauner, em parceria com a Fundação Care-for-Rare, utilizam a plataforma Neo4j para cruzar dados complexos e acelerar a descoberta de diagnósticos precisos.

O desafio é significativo: doenças raras afetam até cinco em cada 10 mil pessoas e representam um universo extremamente diverso e fragmentado. Cerca de 70% desses casos atingem crianças, muitas das quais enfrentam uma longa jornada até receberem

um diagnóstico correto. Para reverter esse cenário, os profissionais do hospital construíram um Grafo de Conhecimento Clínico (CKG), onde cada paciente é representado por um nó conectado a centenas de outros dados – sintomas, proteínas, mutações genéticas, exames e registros médicos. [...]

TECNOLOGIA de grafos da Neo4j acelera diagnóstico de doenças raras em hospital pediátrico europeu.

Exame, 13 abr. 2025. Disponível em: <https://exame.com/esferabrasil/tecnologia-de-grafos-da-neo4j-acelera-diagnostico-de-doencas-raras-em-hospital-pediatico-europeu/>. Acesso em: 18 maio 2025.

Grafos

Conectando pontos – A Matemática das relações e das redes

O que é um grafo

Muitas situações do dia a dia envolvem relações entre elementos: amizades, viagens, trajetos, ligações, trocas de mensagens etc. A Matemática oferece uma maneira visual e poderosa de representar essas relações: os grafos.

Um grafo é composto por vértices (ou nós) e arestas (ligações entre os vértices). Cada vértice representa um elemento, e as arestas representam relações diretas entre eles.

Por exemplo, em redes de amigos, vértices representam pessoas, e as arestas, amizades. Em mapas de metrô, estações são vértices, e trilhos, arestas. Em aplicativos de entrega, locais são vértices, e caminhos possíveis são arestas. Diz-se que vértices conectados por uma aresta são vértices adjacentes ou vizinhos.

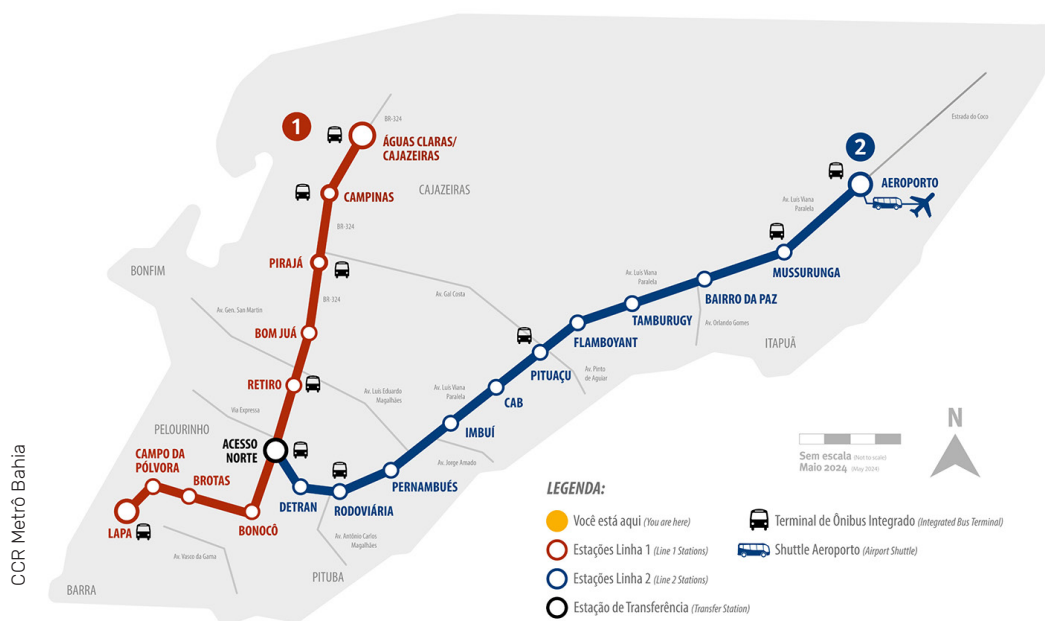
Com essa estrutura, podemos responder a perguntas como: “Existe caminho entre A e B?”, “Qual o menor caminho entre dois vértices?”, “Qual ponto está mais conectado?”. Estudar essas representações desenvolve raciocínio lógico, análise de estruturas e a modelagem de situações reais por meio da Teoria dos Grafos.

Grafos no cotidiano

Apesar de parecer abstrata, a Teoria dos Grafos está presente em muitas situações do dia a dia. Usar vértices e arestas para representar relações ajuda a entender melhor o mundo ao nosso redor.

No exemplo das redes de amigos, em que cada pessoa é um vértice, e cada amizade uma aresta, é possível identificar quem é mais conectado, quem está isolado ou como informações se espalham no grupo. Já para o transporte público, pode-se planejar rotas mais rápidas ou encontrar caminhos alternativos. Nas redes sociais e digitais, perfis (vértices) e interações (arestas) formam estruturas usadas por plataformas para recomendar conteúdos,

medir influência, formar comunidades e direcionar propagandas. Assim, a modelagem com grafos aproxima a Matemática da realidade dos estudantes.



O sistema metroviário de Salvador e Lauro de Freitas conta com duas linhas em operação, integradas ao transporte por ônibus urbano e metropolitano. São mais de 32 quilômetros de trilhos, ligando a Estação Lapa, no centro, ao Aeroporto, com 22 estações modernas e serviço diário das 5h à meia-noite.

Das primeiras comunidades virtuais, como ICQ e Orkut, às plataformas globais de hoje, as redes sociais transformaram a forma como nos conectamos, compartilhamos informações e construímos identidades digitais.

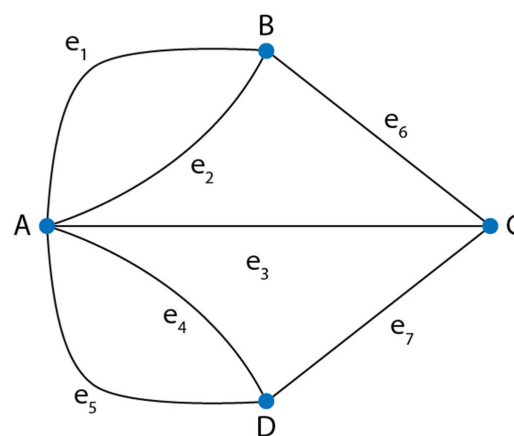


New Africa/Shutterstock.com

Representando grafos

Mais formalmente, representamos um grafo G como um par ordenado (V, A) , em que V (ou $V(G)$) é o conjunto de vértices, e A (ou $A(G)$) é o conjunto de arestas, que são representadas por um conjunto com os dois vértices que esta aresta conecta. Além disso, uma das formas mais acessíveis de compreender grafos é por meio de seus desenhos. Para isso, vértices podem ser representados como pontos ou círculos, e as arestas são linhas que ligam dois vértices, podendo ser retas, curvas, com ou sem setas, dependendo do grafo. Esses diagramas tornam visíveis padrões e conexões.

Por exemplo, utilizando o exemplo das pontes de Königsberg, apresentado na seção **Fique sabendo** e escolhido como capa desta edição do **Articulação**, podemos entender cada uma das quatro porções de terra como um vértice, nomeados como A, B, C e D, e as pontes que os conectam como as arestas. Antes de apresentar a representação formal, o desenho do grafo G que representa esse problema pode ser visto a seguir:



Agora, usando a notação Matemática mais formal, o problema por ser representado pelo seguinte grafo G , em que:

- $V(G) = \{A, B, C, D\}$;
- $A(G) = \{\{A, B\}, \{B, A\}, \{A, D\}, \{D, A\}, \{A, C\}, \{B, C\}, \{C, D\}\}$.

Para facilitar, também é possível nomear as arestas: $e_1 = \{A, B\}$, $e_3 = \{A, C\}$ etc.

Note que há duas arestas que conectam A e B. O mesmo acontece com A e D. Além disso, a ordem dos vértices no conjunto que representa uma aresta não importa. $\{B, C\}$ e $\{C, B\}$ representam a mesma aresta.

O grafo tem 4 vértices e 7 arestas, que podemos representar como $v(G) = 4$ e $a(G) = 7$, respectivamente.

Os grafos ainda podem ser representados por outras estruturas, como:

- Matriz de adjacência: uma tabela quadrada em que cada linha e coluna representa um vértice. Se dois vértices estão conectados, coloca-se 1 na interseção da linha com a coluna deles. Caso contrário, 0. No exemplo de Königsberg, temos a seguinte matriz:

	A	B	C	D
A	0	1	1	1
B	1	0	1	0
C	1	1	0	1
D	1	0	1	0

- Lista de vizinhança: para cada vértice, listamos os vértices conectados diretamente. No nosso exemplo, temos:

a A: B, C, D

c C: A, B, D

b B: A, C

d D: A, C

Todas essas representações são úteis para cálculos, algoritmos e programação e ajudam a compreender como traduzir grafos visuais em estruturas lógicas.

Conceitos básicos de grafos

Para entender grafos, é essencial conhecer alguns conceitos fundamentais:

- O grau de um vértice é o número de conexões (arestas) que um vértice tem. Por exemplo, se uma pessoa está conectada a três outras em uma rede, seu grau é 3.

- Um passeio é uma sequência de vértices conectados por arestas, podendo repetir tanto vértices quanto arestas.
- Uma trilha é um passeio em que as arestas não se repetem.
- Um caminho é um passeio em que não se repetem nem vértices e nem arestas.
- Um ciclo é uma trilha fechada, ou seja, que começa e termina no mesmo vértice, sem repetir nenhum outro vértice ao longo do trajeto.

Observemos novamente o exemplo de Königsberg:

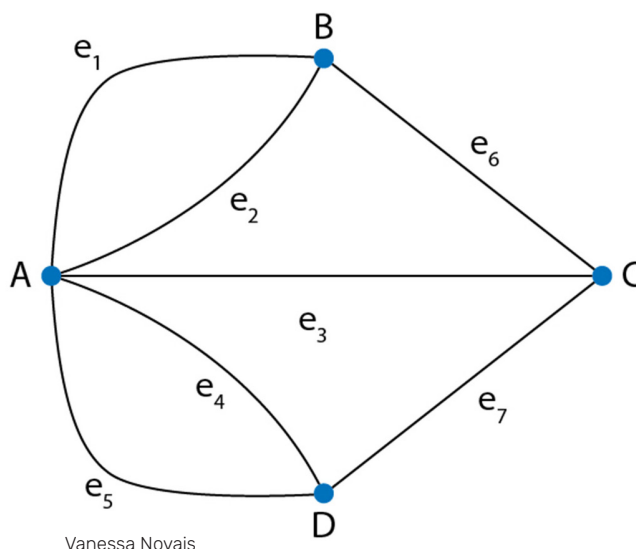
É fácil observar que os graus dos vértices, denotado por g , são $g(A) = 5$ e $g(B) = g(C) = g(D) = 3$.

Um passeio poderia ser a sequência $D, e_5, A, e_1, B, e_2, A, e_5, D, e_7, C$. Veja que o vértice D e a aresta e_5 se repetem.

Uma trilha poderia ser a sequência $C, e_7, D, e_4, A, e_3, C, e_6, B$. Perceba que o vértice C se repete, mas cada aresta só aparece uma vez.

Um caminho poderia ser a sequência A, e_1, B, e_6, C . Nenhum vértice ou aresta se repete.

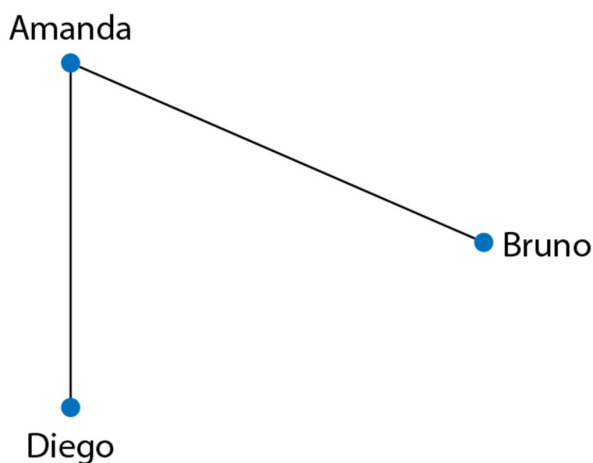
Um ciclo poderia ser a sequência $A, e_3, C, e_7, D, e_4, A$. Os vértices iniciais e finais são o mesmo, e nenhum outro vértice ou aresta se repete.



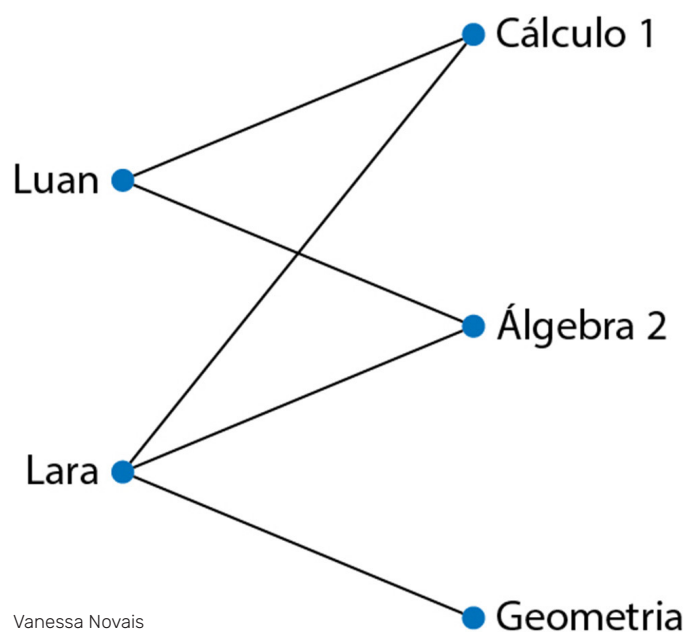
Tipos de Grafos

Há alguns tipos de grafos, com propriedades que os tornam adequados a diferentes contextos. A seguir estão listados alguns:

- Grafo múltiplo: possui laços (arestas que ligam um vértice a si mesmo) ou arestas múltiplas ou paralelas entre os mesmos vértices. No exemplo de Königsberg, temos arestas paralelas entre A e B e entre A e D . Se houvesse uma ponte que levasse uma pessoa de uma porção de terra para ela mesma, isso representaria um laço.
- Grafo simples: não possui laços nem múltiplas arestas entre os mesmos vértices. Para exemplificar, imagine que, em uma rede social, Amanda é amiga de Diego e Bruno.



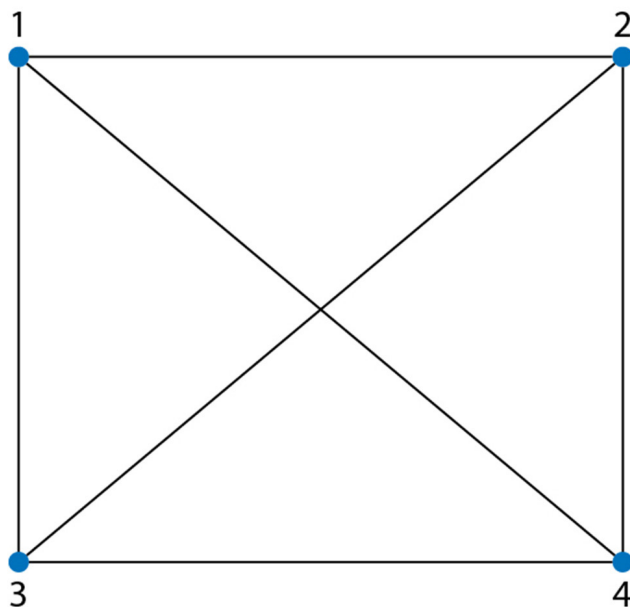
- Grafo bipartido: os vértices são divididos em dois conjuntos, e só há ligações entre vértices de conjuntos diferentes. Por exemplo, podemos pensar em um grafo em que há um conjunto formado por estudantes e o outro, por disciplinas que eles cursam.



Neste caso, Luan cursa Cálculo 1 e Álgebra 2, enquanto Lara está matriculada nas três disciplinas disponíveis.

Note que as relações não podem envolver só estudantes ou só disciplinas. Uma aresta sempre conecta um estudante a uma disciplina.

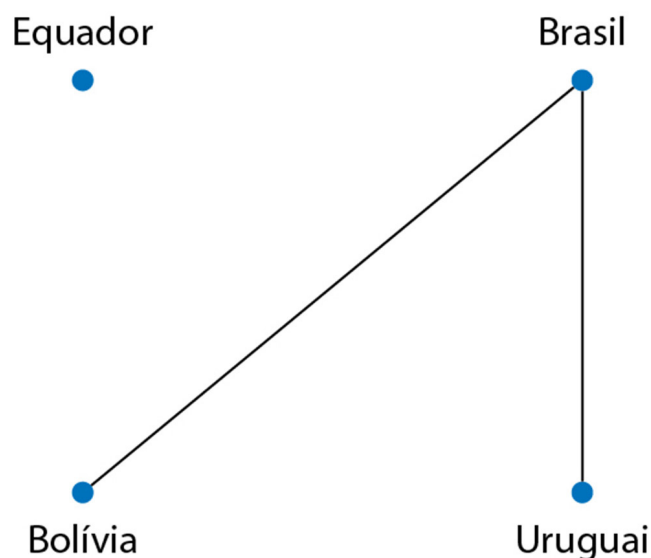
- Grafo completo (K_n): todos os vértices estão conectados entre si. Um exemplo de grafo é uma chamada de vídeo com quatro pessoas em que todos conversam com todos. Esse grafo completo é denominado de K_4 .



Vanessa Novais

Note que as pessoas que participam da chamada de vídeo são representadas por números, o que mostra que os vértices podem ter qualquer nomenclatura, e escolhemos a que faz mais sentido para o contexto, como em todos os outros exemplos.

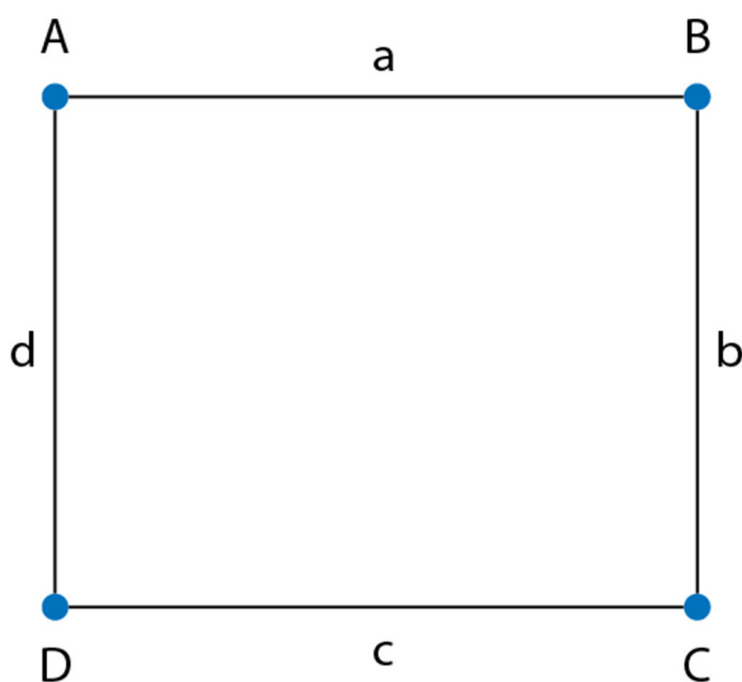
- Grafo desconexo: é aquele em que não é possível ir de qualquer vértice a outro por uma sequência de arestas. Para exemplificar, consideremos os seguintes países: Equador, Bolívia, Brasil e Uruguai. O Brasil faz fronteira com a Bolívia e o Uruguai, enquanto o Equador não faz fronteira com nenhum dos outros três países.



Vanessa Novais

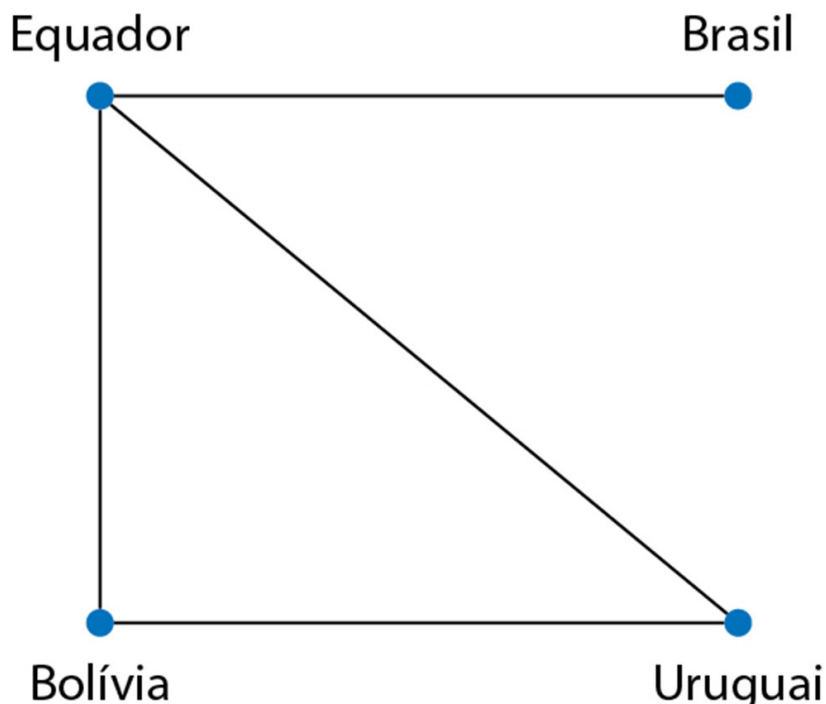
Neste caso, cada vértice representa um país, e as arestas sinalizam que os países conectados por elas fazem fronteira. Desta forma, o Equador fica isolado no grafo, e não é possível chegar a ele partindo de outro país, caminhando por arestas.

- Grafo conexo: é possível ir de qualquer vértice a outro por uma sequência de arestas. Todos os grafos dos exemplos são conexos, com exceção do anterior, apresentado como desconexo. Quando há um conjunto de vértices conexo, chamamos esse conjunto de componente. No exemplo do grafo desconexo, temos duas componentes conexas: o conjunto formado por Brasil, Bolívia e Uruguai, e o conjunto formado por Equador. Outro exemplo de grafo conexo é o C_4 abaixo, que é um ciclo com quatro vértices.



Vanessa Novais

- Grafo complementar: dado um grafo G , o seu complementar é o grafo que contém apenas as conexões que o grafo G não tem. No exemplo dos países, o grafo complementar é:



Vanessa Novais

Neste caso, as arestas conectariam países que não fazem fronteiras.

Grafos eulerianos e hamiltonianos

Na Teoria dos Grafos, certos problemas clássicos envolvem como percorrer ou organizar vértices e arestas de forma eficiente.

O tipo de grafo que explica por que o problema de Königsberg não pode ser resolvido é o grafo euleriano. Uma trilha que passa por todas as arestas de um grafo é chamada de trilha euleriana. Um grafo é euleriano se possui uma trilha euleriana fechada.

Como demonstrado no vídeo sobre o problema das pontes, um grafo só tem uma trilha euleriana fechada se, e somente se, houver nenhum ou dois vértices cujos graus são ímpares. Em Königsberg, todos os vértices têm grau ímpar, e, por isso, não é possível passar por todas as pontes sem repetir alguma.

Outro tipo de grafo importante é o grafo hamiltoniano. Analogamente às definições eulerianas, um caminho ou um ciclo são ditos hamiltonianos se passam por todos os vértices do grafo. O grafo será hamiltoniano se possuir um ciclo hamiltoniano.

Esse tipo de grafo pode ser entendido ao pensar no problema de planejar uma viagem que começa e termina em um estado e passa por outros sem repetir. Por exemplo, como planejar uma viagem, pesquisando por voos, que passe pelos estados do Pará, Pernambuco, Rio Grande do Sul, começando pelo Acre, de tal forma que se minimizem os gastos.

Coloração

Outro desafio da Teoria de Grafos é a coloração de vértices, que consiste em colorir os vértices de um grafo de forma que vértices vizinhos não compartilhem a mesma cor. Por exemplo, abaixo temos o mapa do Brasil. Imagine que cada estado seja um vértice. Qual o número mínimo de cores para pintar os vértices sem que dois estados limítrofes, ou seja, ligados por uma aresta, tenham a mesma cor?

Outras aplicações de coloração incluem organização de tarefas e resolução de conflitos.

Todo grafo planar, tipo de grafo que será mais bem explorado no Infográfico desta edição, pode ter seus vértices coloridos com apenas 4 cores, de modo que vértices adjacentes tenham cores diferentes.



katarinanh/Adobe Stock

Grafos em otimização e raciocínio lógico

Os grafos são ferramentas poderosas para modelar situações que envolvem escolhas, decisões e eficiência, pois permitem representar relações e conexões de forma visual e lógica. Em problemas de otimização, eles ajudam a encontrar a melhor solução entre várias opções possíveis, como calcular o menor caminho em um mapa, minimizar custos para conectar pontos, cobrir uma rede com o menor número de ligações ou distribuir tarefas evitando conflitos. Além disso, os grafos organizam o raciocínio em problemas de lógica e relações sociais, facilitando a visualização de amizades, rivalidades e dedução de novas conexões, como em jogos ou investigações.

Assim, os grafos permitem investigar rotas e soluções eficientes. Para isso, usamos algoritmos para analisar um grafo. Três algoritmos são essenciais: BFS (*Breadth-First Search*: busca em largura), que visita primeiro os vizinhos diretos de um vértice e depois os vizinhos dos vizinhos, útil para descobrir quantos passos separam dois vértices ou verificar se um grafo é conexo; DFS (*Depth-First Search*: busca em profundidade), que segue um caminho até o fim antes de voltar e explorar outro, sendo usado para detectar ciclos, gerar árvores e resolver labirintos; e Dijkstra, que calcula o caminho de menor custo entre dois vértices em grafos com pesos, como encontrar a rota mais rápida em um mapa. Esses algoritmos ajudam a resolver problemas complexos com clareza e eficiência.

Suas aplicações ainda se estendem a áreas como a distribuição eficiente de recursos em redes de transporte ou abastecimento, bem como armazenar produtos químicos que não podem estar no mesmo lugar por oferecerem perigo caso reajam entre si. Assim, os grafos são indispensáveis para análises complexas e tomadas de decisão.

A Teoria dos Grafos é uma ferramenta poderosa para representar problemas reais: modelar com grafos significa transformar uma situação concreta em uma estrutura com vértices (elementos) e arestas (relações), facilitando a análise e a tomada de decisão.

Sobre o(a) autor(a)



Acervo pessoal

César Bispo é cientista da computação formado pela Universidade Federal da Bahia, mestre e doutorando na mesma área pela Universidade de São Paulo, onde pesquisa Combinatória Extremal, com ênfase em grafos livres de triângulos. Apresentou artigo no Latin American Workshop on Cliques in Graphs (LAWCG) 2024 e submeteu novo trabalho ao Laboratório de Gestão Organizacional Simulada (LAGOS) 2025, ambos sobre a Conjectura da Metade Esparsa em blow-ups de grafos Vega.

Competências gerais da BNCC

1, 4, 5, 6, 7

Orientações

A Teoria dos Grafos é um campo da Matemática que estuda as relações entre objetos representados por vértices e as conexões entre eles, chamadas arestas. Essa estrutura simples permite modelar e compreender uma enorme variedade de situações do mundo real. De redes de amizade a sistemas de transporte, de circuitos elétricos a mapas urbanos, os grafos ajudam a visualizar como diferentes elementos se conectam.

Na escola, a exploração dos grafos permite trabalhar conteúdos de forma integrada, envolvendo noções de lógica, combinatória, álgebra, geometria e até estatística. Além de apoiar o desenvolvimento do raciocínio matemático, os grafos estimulam a análise crítica de contextos reais, mostrando como a Matemática pode ser usada para representar e resolver problemas cotidianos.

Essa abordagem contribui para despertar o interesse dos estudantes ao aproximar conceitos abstratos de situações concretas. Um grafo pode representar uma rede social, um jogo, uma troca de mensagens, o fluxo entre salas de aula ou a organização de um torneio. Com isso, os estudantes percebem que os conceitos matemáticos não estão distantes da realidade, mas fazem parte dela.

Além de seu potencial analítico, os grafos também podem ser explorados de forma criativa. É possível construir representações visuais, ilustrações e até obras artísticas baseadas em regras de ligação entre elementos. Essa possibilidade favorece uma abordagem interdisciplinar, integrando Matemática, Artes, Linguagens e Tecnologias.

O estudo dos grafos também abre espaço para o uso da programação como recurso pedagógico. Simulações e experimentos digitais permitem que os estudantes testem hipóteses, criem suas próprias redes e investiguem propriedades matemáticas de maneira interativa. Dessa forma, conceitos como caminhos mínimos, grau de um vértice, ciclos, conectividade e coloração ganham sentido prático.

Trabalhar com grafos, portanto, é mais do que apresentar um novo conteúdo: é convidar os estudantes a pensar sobre relações, estruturas e estratégias. É promover o pensamento sistêmico e a resolução colaborativa de problemas, ao mesmo tempo em que se amplia a percepção sobre o papel da Matemática no mundo.

Material complementar

CS ACADEMY. Graph editor. Disponível em: https://csacademy.com/app/graph_editor. Acesso em: 13 jul. 2025.

PAPMEM – Jan. de 2019 – Grafos. Produção: Instituto de Matemática Pura e Aplicada. Vídeo (1h21min16s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=fGxU8IrlgvE>. Acesso em: 13 jul. 2025.

Referências

AGUIAR, J. H. A.; ARAÚJO, F. C. de. **Teoria dos Grafos no Ensino Médio**: um estudo introdutório. Boletim Cearense de Educação e História da Matemática, 8(23):242-257, 2021. DOI:10.30938/bocehm.v8i23.5109. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/352503389>. Acesso em: 13 jul. 2025.

BONDY, J. A.; MURTY, U. S. R. **Graph Theory with applications**. Amsterdam: North Holland, 1976.

BOTLER, F. H. **Notas de aula**: Introdução à Teoria dos Grafos. IME-USP, 1º semestre 2025. Baseadas nas notas da Profª Yoshiko Wakabayashi.

LIPSCHÜTZ, H.; SKRODZKI, M. Graph Theory and arts: a course retrospective. In: **Bridges Conference Proceedings**, 2023. Disponível em: <https://archive.bridgesmathart.org/2023/bridges2023-235.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2025.

MÜLLER, J. G.; BAIER, T. **Teoria dos Grafos**: uma possibilidade pedagógica para o Ensino Fundamental. Em Teia, v. 12, n. 1, p. 1-18, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/351398463_Teoria_dos_grafos_uma_posibilidade_pedagogica_para_o_ensino_fundamental. Acesso em: 13 jul. 2025.

SANTANA, T. P.; MATIAS, R. G.; SANTANA, P. H. G. **Conceitos da Teoria dos Grafos no desenvolvimento do raciocínio lógico aplicados aos jogos com estudantes da EJA**. Boletim Cearense de Educação e História da Matemática, [S. l.], v. 10, n. 29, p. 01-19, 2023. DOI: 10.30938/bocehm.v10i29.10347. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/BOCEHM/article/view/10347>. Acesso em: 13 jul. 2025.

REFLEXÃO NA PRÁTICA

Conteúdo desta edição

- O que é um grafo
- Características de grafos
- Tipos de grafo
- Grafo euleriano, hamiltoniano e coloração



Roman Samborskiy/Shutterstock.com,
natrot/Shutterstock.com

Organizando as ideias

- 1** Na Matemática, um grafo é uma forma de representar ligações ou relações entre elementos. Os vértices (ou nós) representam objetos ou pessoas, e as arestas (ou ligações) representam as conexões entre eles. Imagine agora que um grupo de estudo pode ser representado como o grafo C_4 apresentado como exemplo de grafo conexo na seção **Diálogo aberto**. Cada vértice é uma pessoa, e uma aresta entre duas pessoas significa que elas se comunicam diretamente. Responda às seguintes questões:
- A** Quantas conexões diretas cada pessoa (vértice) possui? Quem conversa com mais gente?
- B** Se alguém sair do grupo (ou seja, se um vértice for removido), qual(is) remoção(ões) quebraria(m) o grafo em duas partes?
- C** Suponha que uma conexão nova seja criada entre B e C . O que muda no grafo? Algum novo ciclo é formado?

Debate e reflexão

Organizados em grupos, vocês deverão elaborar um conteúdo multimodal que dialogue com a Matemática, focando especialmente na Teoria dos Grafos, para destacar, de maneira concreta, como essa teoria impacta o desenvolvimento de tecnologias ou contribui para outros campos do saber, da Medicina à Arte, por exemplo.

O grupo deverá escolher um recorte temático com base no texto de apoio. Também é possível explorar temas relacionados que tenham vínculo com o texto, mesmo que não tenham sido tratados diretamente. Com base no tema escolhido, será necessário realizar uma breve pesquisa, se for o caso, e aplicar os conhecimentos adquiridos para elaborar o conteúdo.

A proposta é aberta a diversos formatos: texto, vídeo, ilustração, charge, sequência de *posts* em redes sociais, documentário, notícia ou apresentação digital.

O trabalho será socializado com a turma, por meio da apresentação das produções, como forma de incentivar a troca de experiências sobre o processo criativo, as decisões tomadas e os caminhos percorridos para chegar ao resultado.

Vídeos e apresentações poderão ser exibidos na sala; textos, charges e ilustrações poderão compor uma exposição ou ser lidos coletivamente.

Para encerrar a proposta, a turma participará de um debate sobre os temas apresentados, refletindo sobre a importância da Teoria dos Grafos no mundo atual e sobre como diferentes linguagens influenciam nossa forma de entender e comunicar ideias complexas.

No vestibular

(IMT-SP)

Um caixeiro viajante parte de uma cidade A com destino a uma cidade B . No trajeto, ele precisa passar uma única vez por outras 4 cidades antes do seu destino final.

O número de maneiras possíveis de o caixeiro viajante partir da cidade A e chegar à cidade B é

- A. 24
- B. 15
- C. 12
- D. 1
- E. 32

Na hora da redação

Em uma redação, pode ser exigida a discussão, em um texto dissertativo-argumentativo, sobre a importância da Matemática na formulação de estratégias de saúde pública, especialmente em cenários emergenciais como a pandemia de covid-19. Esse tópico ganha relevância à medida que a modelagem matemática de fenômenos sociais se torna ferramenta central no planejamento de políticas públicas baseadas em evidências.

É possível utilizar a Teoria dos Grafos para representar a rede de interações sociais como um conjunto de vértices (indivíduos) e arestas (contatos interpessoais), possibilitando simular e prever a propagação de doenças infecciosas. Com base nesse modelo, pesquisadores são capazes de identificar pontos críticos de contágio, estimar casos não detectados e orientar medidas de distanciamento social, revelando como estruturas abstratas da Matemática permitem interpretar, prever e até conter dinâmicas complexas do mundo real.

Dica para o professor

Organizando as ideias

- a. A está conectada a B e a D .
 B está conectada a A e a C .
 C está conectada a B e a D .
 D está conectada a A e a C .
Todos os vértices têm grau 2, ou seja, todas as pessoas estão conectadas a duas outras pessoas.
- b. Se apenas um vértice for removido, o grafo continua sendo conexo. Ele só se torna desconexo ao remover dois vértices que não sejam adjacentes, como A e D ou B e C .
- c. Se conectarmos B e C , surge uma nova aresta: $\{B, C\} = e$. Agora temos dois novos ciclos, para além do ciclo $A, a, B, b, C, c, D, d, A$:
 D, e, B, b, C, c, D ;
 D, e, B, a, A, d, D .

Debate e reflexão

Algumas das abordagens possíveis são:

Vídeo explicativo: um vídeo que mostre como as redes sociais podem ser modelados por grafos, em que os vértices representam pessoas e as arestas representam conexões ou interações.

Infográfico: um infográfico visual que exemplifique os grafos como um grafo de transporte público (estações como vértices e linhas como arestas), um grafo da internet (páginas como vértices, *links* como arestas) ou um grafo de infecções de doenças, mostrando a importância dos grafos para organização e tomada de decisões.

Charge ou ilustração: uma representação visual que critique, de forma simbólica, como relações pessoais como amizades, interações em redes sociais, responsabilidades do cotidiano ou recomendações de propagandas, podem parecer organizadas e lógicas quando modeladas como um grafo, mas, ainda assim, revelar ou ocultar conflitos internos, especialmente de ordem emocional.

Posts em redes sociais: Uma sequência de *posts* em redes sociais explicando conceitos básicos de Teoria dos Grafos, como: o que é um grafo (com exemplo de rede de amizades) ou grau de um vértice ("Quem é o mais popular da sua rede?") ou caminhos mínimos (como aplicativos de mapa escolhem as rotas mais curtas).