UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

Cultura maker no ensino básico

Tiago Alves dos Santos
Magister Scientiae

FLORESTAL - MINAS GERAIS
2026

TIAGO ALVES DOS SANTOS

Cultura maker no ensino básico

Dissertação Mestrado Profissional apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional (Profissional), para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Luis F. Goncalves Fonseca

FLORESTAL - MINAS GERAIS
2026

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Universidade Federal de Viçosa - Campus Florestal

T

S237c
2026

Santos, Tiago Alves dos, 1999-

Cultura maker no ensino básico / Tiago Alves dos Santos. – Florestal, MG, 2026.

1 dissertação eletrônica (78 f.): il. (algumas color.).

Orientador: Luís Felipe Gonçalves Fonseca.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas, 2026.

Referências bibliográficas: f. 76-78.

DOI: https://doi.org/10.47328/ufvcaf.2026.005

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Matemática - Estudo e ensino. 2. Makey Makey (Controlador programável). 3. Teoria dos grafos. I. Fonseca, Luís Felipe Gonçalves, 1984-. II. Universidade Federal de Viçosa. Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas. Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional. III. Título.

CDD 23. ed. 511.5

Bibliotecário(a) responsável: Patricia de Carvalho Martinelli CRB-6/3888

TIAGO ALVES DOS SANTOS

Cultura maker no ensino básico

Dissertação Mestrado Profissional apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional (Profissional), para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 27 de fevereiro de 2026.

Assentimento:

Tiago Alves dos Santos
Autor

Luis Felipe Goncalves Fonseca
Orientador

Essa dissertação mestrado profissional foi assinada digitalmente pelo autor em 03/03/2026 às 17:15:21 e pelo orientador em 03/03/2026 às 22:53:12. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse https://siadoc.ufv.br/validar-documento. No campo 'Código de registro', informe o código **S8BS.INBG.59DU** e clique no botão 'Validar documento'.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, que sempre esteve presente em minha vida, guiando meus passos, me dando forças para enfrentar os desafios e me confortando nos momentos de incerteza. Sem sua graça e sabedoria, esta caminhada não teria sido possível.

Aos meus pais, Ronaldo e Gelvania, minha eterna gratidão. Vocês são minha base, meu alicerce e meu maior exemplo de dedicação, amor e perseverança. Obrigado por cada conselho, por cada gesto de carinho e por acreditarem em mim em todos os momentos. Seu apoio e seus ensinamentos foram fundamentais para que eu pudesse trilhar esse caminho e alcançar mais esta conquista.

Aos meus irmãos, Vagner e Guilherme, que sempre estiveram ao meu lado, compartilhando alegrias, desafios e aprendizados. Agradeço pelo companheirismo, pelas palavras de incentivo e por serem parte essencial da minha vida. Saber que posso contar com vocês me dá ainda mais forças para seguir em frente.

A cada um de vocês, meu mais profundo agradecimento. Este trabalho é também fruto do amor, apoio e dedicação que sempre recebi de vocês.

Este trabalho foi realizado com o apoio das seguintes agências de pesquisa brasileiras: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

RESUMO

SANTOS, Tiago Alves dos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2026. **Cultura maker no ensino básico**. Orientador: Luis Felipe Goncalves Fonseca.

Este trabalho investiga algumas contribuições da Cultura Maker para o ensino de Matemática na educação básica. A ênfase é a utilização do Makey Makey como recurso pedagógico articulado ao ensino de conceitos da Teoria dos Grafos. A pesquisa fundamenta-se em uma revisão bibliográfica sobre Cultura Maker. A dissertação apresenta propostas didáticas que integram a construção de artefatos físicos, a programação em Scratch e a resolução de problemas clássicos da Teoria dos Grafos, como: o Problema das Sete Pontes de Königsberg, o Problema das Três Casas e Três Serviços, o Problema do Carteiro Chinês e o Problema do Caminho Seguro, incluindo a aplicação do Algoritmo de Dijkstra. Como material complementar, foram desenvolvidos: um canal no YouTube e um guia pedagógico voltado ao uso do Makey Makey, com o objetivo de ampliar a aplicabilidade prática do trabalho e oferecer subsídios a professores da educação básica. Os resultados da revisão de literatura apontam que a integração entre Cultura Maker, tecnologia e Matemática favorecem a aprendizagem ativa, o protagonismo discente e a aproximação entre conceitos abstratos e situações do cotidiano. Espera-se que este trabalho contribua para a ampliação do repertório metodológico docente e inspire práticas pedagógicas inovadoras no ensino de Matemática.

Palavras-chave: Cultura Maker; Makey Makey; Teoria dos grafos

ABSTRACT

SANTOS, Tiago Alves dos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2026. **Maker culture in basic education**. Adviser: Luis Felipe Goncalves Fonseca.

This study investigates contributions of Cultura Maker to the teaching of Mathematics in basic education. The focus is on the use of Makey Makey as a pedagogical resource articulated with the teaching of concepts from Graph Theory. The research is based on a bibliographic review on Cultura Maker. The dissertation presents didactic proposals that integrate the construction of physical artifacts, programming with Scratch, and the resolution of classical Graph Theory problems, such as the Seven Bridges of Königsberg Problem, the Three Houses and Three Utilities Problem, the Chinese Postman Problem, and the Safe Path Problem, including the application of Dijkstra's Algorithm. As complementary material, a YouTube channel and a pedagogical guide focused on the use of Makey Makey were developed, aiming to expand the practical applicability of the work and to provide support for basic education teachers. The results of the literature review indicate that the integration of Cultura Maker, technology, and Mathematics promotes active learning, student protagonism, and the connection between abstract concepts and everyday situations. It is expected that this work contributes to the expansion of teachers' methodological repertoire and inspires innovative pedagogical practices in Mathematics education.

Keywords: Maker Culture; Makey Makey; Graph Theory

Sumário

1 Introdução

Nos últimos anos, a educação básica brasileira tem encarado o desafio de repensar as práticas educacionais perante as mudanças tecnológicas, culturais e sociais. De acordo com os pensamentos de Novais [16], quando nos referimos especificamente ao ensino de Matemática, temos que esse carrega marcas de um modelo tradicional fortemente apoiado na memorização de procedimentos, na falta de conexão entre teoria e prática, o que frequentemente resulta em falta de motivação e dificuldades de aprendizagem. Dessa forma, torna-se cada vez mais necessário procurar abordagens pedagógicas que fortaleçam o engajamento, a centralidade do aluno no processo de aprendizado e a construção do conhecimento.

A Cultura Maker surge como uma dessas possibilidades. Ela faz isso ao propor uma aprendizagem baseada no fazer, na experimentação, na colaboração e na resolução de problemas concretos. Inspirada em princípios como o aprender fazendo e o aprender com o outro, ela valoriza o processo de criação como elemento central da aprendizagem, permitindo que o estudante atue como autor, construtor e investigador. No contexto educacional, a Cultura Maker não se limita ao uso de tecnologias digitais, mas envolve a ressignificação do espaço escolar, das relações pedagógicas e do papel do professor, que passa a atuar como mediador e orientador do processo investigativo.

Inserido nesse movimento, o Makey Makey apresenta-se como um recurso didático acessível e versátil, com potencial para o desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras. Ao possibilitar que objetos do cotidiano se transformem em interfaces interativas como teclados e mouses, o Makey Makey amplia as formas de interação dos estudantes com conteúdos curriculares. Isto promove experiências que articulam criatividade, tecnologia e aprendizagem significativa. Seu uso em sala de aula favorece a exploração, o erro como parte do processo, a colaboração entre pares e a integração entre diferentes áreas do conhecimento, aspectos alinhados às demandas formativas da educação básica contemporânea.

Neste trabalho, o Makey Makey é utilizado no ensino da Teoria dos Grafos, um ramo da Matemática Discreta, que oferece ferramentas conceituais importantes para a modelagem e análise de problemas reais. Embora seus conceitos estejam presentes em situações cotidianas, como redes de transporte, sistemas de comunicação e organização urbana, a Teoria dos Grafos ainda é pouco explorada na educação básica. Ao integrar esse campo da matemática às práticas da Cultura Maker, buscamos aproximar conceitos abstratos de experiências concretas, permitindo que os estudantes construam significados a partir da manipulação, da visualização e da experimentação.

Problemas clássicos da Teoria dos Grafos, como o Problema do Carteiro Chinês, o Problema das Três Casas e Três Serviços e outros desafios envolvendo caminhos, ciclos e conexões, são ressignificados ao serem trabalhados por meio da construção de artefatos físicos, da programação e do uso do Makey Makey. Essa abordagem possibilita que os estudantes compreendam os conceitos matemáticos não apenas como definições formais, mas como ferramentas para interpretar e resolver situações-problema, fortalecendo o raciocínio lógico, a capacidade de argumentação e a tomada de decisões.

A dissertação está estruturada de modo progressivo. Neste primeiro capítulo, é apresentada a introdução do trabalho, no qual são contextualizados o tema, os objetivos, a metodologia adotada e os materiais complementares produzidos. O segundo capítulo aborda a Cultura Maker e a revolução do fazer, discutindo sua origem, princípios e contribuições para a educação. No terceiro capítulo, são apresentados o Makey Makey e o Scratch, com a descrição de suas características, funcionamento e potencial pedagógico quando utilizados de forma integrada. O quarto capítulo estabelece um diálogo entre a Cultura Maker e a Base Nacional Comum Curricular, destacando as aproximações entre essa abordagem e as competências e habilidades previstas para o Ensino de Matemática. No quinto capítulo, discute-se a relação entre Cultura Maker e Matemática, apresentando exemplos de atividades e práticas que evidenciam o potencial dessa abordagem no ensino matemático. O sexto capítulo é dedicado às noções fundamentais da Teoria dos Grafos, fornecendo o embasamento conceitual necessário para o desenvolvimento das atividades propostas. No sétimo capítulo, são apresentadas as propostas didáticas que integram Cultura Maker, Makey Makey e Teoria dos Grafos, com o detalhamento dos desafios, materiais e estratégias metodológicas adotadas. Por fim, o oitavo capítulo reúne as considerações finais, nas quais são discutidas as contribuições do trabalho, suas limitações e perspectivas para pesquisas futuras.

Espera-se que esta dissertação contribua para a ampliação do repertório metodológico de professores da educação básica, oferecendo subsídios teóricos e práticos para a implementação de atividades que integrem matemática, tecnologia e Cultura Maker.

Ao articular o Makey Makey e a Teoria dos Grafos, o trabalho busca demonstrar que é possível promover um ensino de Matemática mais significativo, criativo e conectado à realidade dos estudantes. A expectativa é que as propostas aqui apresentadas possam inspirar práticas pedagógicas da Cultura Maker, fortalecendo o protagonismo discente e contribuindo para uma aprendizagem mais ativa, crítica e contextualizada.

1.1 Objetivos

O objetivo deste trabalho é investigar e discutir as contribuições da Cultura Maker para o ensino de Matemática na educação básica e explorar o potencial do Makey Makey para tornar conceitos matemáticos abstratos mais acessíveis, aproximando-os da realidade dos alunos por meio de situações-problema inspiradas em desafios clássicos da Teoria dos Grafos, como o Problema do Carteiro Chinês e o Problema das Três Casas e Três Serviços, adaptados ao contexto escolar. Ao final, espera-se oferecer subsídios teóricos e metodológicos que auxiliem professores da educação básica a incorporar práticas em suas aulas de Matemática, fortalecendo o protagonismo discente e promovendo um ensino mais dinâmico, investigativo e conectado ao cotidiano dos estudantes.

1.2 Metodologia de Trabalho

A metodologia adotada neste trabalho caracteriza-se como pesquisa de natureza bibliográfica, fundamentada na análise de produções especializadas sobre Cultura Maker, tecnologias educacionais e ensino de Matemática, com ênfase na Teoria dos Grafos. Foram utilizados diversos referenciais teóricos que tratam tanto dos fundamentos matemáticos quanto das abordagens pedagógicas contemporâneas. Destacam-se, nesse contexto, a coletânea de Wesley Novais, pelas propostas didáticas alinhadas à perspectiva STEAM e à prática em sala de aula; a obra de Letícia Mattos dos Anjos e Mauro Lúcio Franco, que fundamenta o trabalho com projetos mão na massa; o livro de Leopoldo Sprandel, que contribui para a compreensão da robótica educacional no âmbito da Cultura Maker; e a apostila de Samuel Jurkiewicz, que oferece base teórica consistente para o estudo introdutório de Grafos. Esses autores, entre outros utilizados ao longo do texto, ofereceram suporte teórico e metodológico para a construção das propostas pedagógicas apresentadas na dissertação.

Paralelamente à revisão bibliográfica, foram realizadas pesquisas sobre o funcionamento e as possibilidades pedagógicas do Makey Makey, incluindo o estudo de seus comandos, modos de uso e integração com ambientes digitais, como o Scratch. Nessa etapa, também foram analisadas ferramentas auxiliares do dispositivo, como o Backpack Bundle e o Code-a-Key e micro:bit, que ampliam suas funcionalidades ao possibilitar maior variedade de entradas, personalização de comandos e integração com sensores e programação física. Essa investigação permitiu compreender o potencial do Makey Makey e de seus acessórios como recursos educacionais, orientando a elaboração de atividades que articulam práticas da Cultura Maker com conteúdos matemáticos.

Durante o desenvolvimento da pesquisa, ocorreram encontros periódicos com o orientador, realizados de forma remota, por meio da plataforma Google Meet. Esses encontros tiveram como finalidade a discussão das referências teóricas, a organização estrutural do trabalho e o aprimoramento das propostas didáticas elaboradas, contribuindo para o amadurecimento das ideias e para a coerência entre os objetivos, a fundamentação teórica e a metodologia adotada.

O tema da dissertação foi organizado em diferentes itens, que abordam conceitos da Teoria dos Grafos e propostas de atividades adaptadas à educação básica, sempre articuladas à Cultura Maker e ao uso do Makey Makey. As propostas foram estruturadas de modo a oferecer ao professor leitor um material de apoio que possa complementar suas aulas de Matemática, auxiliando no planejamento de atividades e na exploração de abordagens pedagógicas mais dinâmicas e investigativas. Dessa forma, a metodologia adotada, desenvolvendo um guia pedagógico do Makey Makey destinado aos professores, busca garantir que o trabalho resulte em um material acessível, aplicável e útil à prática docente, respeitando a autonomia do professor e incentivando a inovação no ensino de Matemática.

1.3 Material Complementar

Como parte do desenvolvimento desta dissertação, foi concebido um conjunto de materiais complementares com o objetivo de ampliar seu alcance pedagógico e fortalecer sua aplicabilidade no contexto escolar. Esses materiais foram planejados de modo a apoiar professores e estudantes na compreensão e utilização dos recursos apresentados ao longo do trabalho, em consonância com propostas didáticas que valorizam a experimentação e os princípios da Cultura Maker.

Nesse sentido, foi criado o canal no YouTube intitulado "Prof. Tiago Santos e o Makey Makey", o qual pode ser acessado pelo link www.youtube.com/@Prof.TiagoeoMakeyMaley (acesso realizado em 20/01/2026), destinado à divulgação de conteúdos audiovisuais relacionados ao Makey Makey e aos seus complementos. No canal, foram publicados vídeos explicativos sobre o funcionamento do dispositivo, suas possibilidades de uso e integrações, além de vídeos demonstrativos das atividades propostas no decorrer da dissertação. Esses materiais apresentam, de forma prática e acessível, a aplicação dos conceitos da Cultura Maker e da Teoria dos Grafos por meio de propostas interativas, favorecendo a compreensão dos conteúdos.

Complementarmente, foi elaborado um guia pedagógico voltado ao Makey Makey, com o propósito de orientar o leitor quanto ao uso do dispositivo e à exploração de suas potencialidades didáticas. O guia apresenta explicações sobre os comandos, formas de utilização e possibilidades de integração com ambientes digitais, além de sugestões de atividades alinhadas aos conteúdos matemáticos abordados nesta pesquisa. Esse material busca servir como um recurso de apoio ao professor, incentivando práticas pedagógicas fundamentadas nos princípios da Cultura Maker, contribuindo para a construção de experiências de aprendizagem mais significativas.

2

A Cultura Maker e a Revolução do Fazer

Neste capítulo, apresentaremos um resumo sobre a evolução da Cultura Maker. Nosso objetivo é destacar seu papel no desenvolvimento da educação, especialmente para aqueles que pouco ou nunca tiveram contato com o tema.

A origem da Cultura Maker está ligada às práticas artesanais e às formas tradicionais de aprendizagem que acompanham a humanidade desde seus primórdios. Nas primeiras sociedades, o conhecimento era transmitido principalmente pela experiência direta, pela observação e pela prática cotidiana, especialmente em oficinas e guildas, onde o aprender fazia parte do próprio ato de produzir. Esses espaços valorizavam o saber-fazer, a criação manual e a busca por soluções para problemas reais, elementos que, ao longo do tempo, consolidaram uma cultura baseada na experimentação e na produção material, servindo de base para o que mais tarde seria reconhecido como Cultura Maker. Veja a definição apresentada por Novais [17].

> *A Cultura Maker refere-se à abordagem educacional que valoriza a criatividade, a experimentação e a produção de projetos tangíveis.*

Nos últimos anos, a Cultura Maker tem se destacado como um movimento que transforma a forma como interagimos com a tecnologia, a educação e a produção de bens, inspirado pelo conceito *DIY - Do It Yourself*.

O termo *DIY* significa *"faça você mesmo"* e refere-se a um movimento que incentiva as pessoas a criarem, reconstruírem ou modificarem objetos e projetos por conta própria, sem depender de especialistas ou empresas. Esse conceito está presente em diversas áreas, como artesanato, eletrônica, construção, moda e tecnologia.

Segundo Hatch [9], (2014) CEO e cofundador da TechShop, um dos maiores estúdios de criação de protótipos do mundo, originado no Movimento Maker, o fazer é fundamental para o que significa ser humano. Precisamos fazer, criar e nos expressar para nos sentirmos inteiros.

A cultura DIY e o Movimento Maker ganharam força com a disseminação da internet, permitindo que tutoriais, vídeos e fóruns compartilhem conhecimentos e técnicas para que qualquer pessoa possa aprender e aplicar habilidades práticas, tornando acessíveis ferramentas antes restritas a grandes indústrias. No contexto da Cultura Maker, o DIY é um dos pilares fundamentais, promovendo autonomia, criatividade e inovação.

Mark Hatch, o qual nos referimos antes, formulou o Manifesto do Movimento Maker com o objetivo de promover e organizar os pensamentos. Ele estruturou o manifesto em torno de nove ideias principais.

- Faça: Fazer é uma das características mais marcantes dos seres humanos. Precisamos criar, expressar nossas ideias e nos engajar em ações para nos sentirmos completos e realizados. Essa necessidade se intensifica quando produzimos coisas materiais, que acabam se tornando extensões de nós mesmos.
- Compartilhe: Ao compartilhar suas experiências de criação, é possível perceber a satisfação que vem do processo de fazer algo com as próprias mãos. O objetivo é dividir esse processo com os outros!
- Presenteie: Poucas coisas são tão gratificantes e sinceras quanto presentear alguém com algo que você mesmo criou! O ato de fazer envolve colocar uma parte de si no objeto. Ao dar um presente, você compartilha um pedaço do seu verdadeiro eu. Esses presentes, geralmente, se tornam os itens mais valiosos e queridos que possuímos.
- Aprenda: É fundamental aprender constantemente para alcançar o melhor resultado possível, sempre buscando entender mais sobre o que você cria. Mesmo especialistas ou artistas experientes precisam continuar aprendendo, desejando adquirir novos conhecimentos e desafiando-se a explorar novas técnicas, materiais e processos. Construir um caminho de aprendizagem contínua ao longo da vida, garante uma jornada produtiva e plena.
- Equipe-se: É essencial ter acesso às ferramentas certas para seus projetos. Nunca foi tão fácil e de certa forma acessível obter ferramentas poderosas e práticas como agora (algo que antes era artigo de luxo, hoje pode ser adquido de maneira

mais democratica). Invista e garanta o acesso a tudo o que você precisa para dar vida às suas ideias.

- Divirta-se: Aproveite o processo e divirta-se com o que está criando. Assim, você ficará surpreso e orgulhoso das descobertas que fará.
- Participe: Faça parte do Movimento Maker e compartilhe com todos ao seu redor a satisfação de criar. Envolva-se em grupos de discussão, seminários, encontros, festas, feiras, exposições, aulas e outros eventos com outros criadores.
- Apoie e Mude: Este é um movimento que necessita de apoio emocional, intelectual, financeiro, político e institucional. A maior esperança para construir um mundo e um futuro melhor somos nós mesmos.
- Permita-se errar: Seja compreensivo com seus erros, aprenda com eles e tente novamente! Busque a perfeição que desejar, mas não deixe de criar e recriar por medo de falhar. A única coisa que realmente exige perfeição é a sua segurança e a das pessoas ao seu redor.

Segundo Sprandel [26], o Movimento Maker pode ser enxergado como um ecossistema de talentos, conexões e aprendizados, capaz de transformar a comunidade em uma verdadeira sociedade inovadora. Ao se fazer uso desses conceitos nas salas de aula, o ambiente escolar se tornará criativo.

2.0.1 A Cultura Maker na Educação

O Movimento Maker representa uma abordagem educacional interdisciplinar, utilizando da aprendizagem baseada em projetos e das STEAM *(Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics)* que busca combinar ciências, tecnologia, engenharia, artes e matemática de maneira interconectada. Ao integrar essas disciplinas, a proposta é desenvolver nos discentes habilidades multifacetadas, promovendo um aprendizado mais criativo, inovador e aplicado. As artes são incorporadas ao modelo STEAM para estimular o pensamento crítico, a expressão criativa e a resolução de problemas de forma mais dinâmica. Segundo Novais [18]

> *as habilidades STEAM são altamente valorizadas no mercado de trabalho, pois são fundamentais para enfrentar os desafios do século XXI.*

Essa abordagem busca preparar os estudantes para os desafios do mundo atual, incentivando a colaboração, o pensamento lógico e a capacidade de adaptação, essenciais em um mundo cada vez mais tecnológico e interconectado.

O Movimento Maker, está fortemente vinculado à ideia de sustentabilidade, ao uso de tecnologias acessíveis, à reutilização de materiais e objetos, e à construção coletiva. A facilidade de acesso a ferramentas computacionais poderosas, combinadas com o desejo de criar, seja de forma individual ou em grupo, torna possível que qualquer pessoa tenha a capacidade de construir e criar. Isso reforça a ideia de que estamos vivendo uma revolução fascinante na democratização do conhecimento e da autonomia criativa.

Buscando essa democratização, vêm se tornando cada vez mais comum em escolas e universidades, os *Makerspaces* ou Espaços Maker, que tratam-se de laboratórios equipados com ferramentas para prototipagem e experimentação. Estes proporcionam um ambiente seguro e colaborativo, onde os alunos podem trabalhar juntos, compartilhar conhecimento e desenvolver habilidades essenciais para o século XXI. Essas habilidades incluem pensamento crítico, criatividade, resolução de problemas, colaboração e alfabetização digital.

Para Sprandel [26], os *Makerspaces* são ambientes em que aprendizes, designers, engenheiros, e qualquer pessoa com uma ideia, podem exercer sua criatividade de forma segura e assistida, com o auxílio de facilitadores técnicos e/ou tecnologia no desenvolvimento do trabalho.

Figura 2.1: Espaço Maker do Centro Educacional Pioneiro - Fonte: Folha de São Paulo [23]

Um *Makerspace* é um espaço onde os alunos têm a oportunidade de criar, construir, aprender coisas novas, enfrentar desafios, se divertir, explorar, resolver problemas, imaginar, desenhar, escrever, trabalhar manualmente, pensar de forma crítica, ser persistentes, fazer conexões com o mundo real e utilizar tecnologia.

Tratam-se de espaços onde estão bem definidos áreas de planejamento, áreas de trabalho e locais para exposição, sempre utilizando dos recursos possíveis. O inventário básico de um *Makerspace* é constituído pelas ferramentas e materiais necessários para execução dos projetos idealizados. Todos os recursos são válidos, buscando o despertar da criatividade nos estudantes que frequentam o ambiente. Segundo Sprandel [26], uma caixa de sucata é uma fonte incrível de matéria-prima para a imaginação.

Makerspaces aproveitam o potencial de itens recicláveis como tampas de garrafa, latas, rolos de papel, brinquedos quebrados e outros materiais descartados para fomentar a criatividade e a inovação. Esses objetos, muitas vezes vistos como lixo ou sucata, são transformados em recursos valiosos para a construção de projetos. A reutilização de materiais não só contribui para a sustentabilidade, mas também estimula os alunos a pensarem de maneira mais criativa e a desenvolverem soluções práticas com recursos limitados, ao mesmo tempo em que promove a construção da consciência ambiental. Essa abordagem fortalece o aprendizado de conceitos de economia circular e incentiva a importância do reaproveitamento e da redução de desperdícios.

Figura 2.2: Projeto em Laboratório Maker na Rede Municipal de Senador Canedo - Fonte: https://senadorcanedo.go.gov.br [24]

3

Makey Makey e o Scratch

3.0.1 Scratch

O Scratch é uma linguagem de programação em blocos que foi desenvolvida pelo MIT Media Lab *(Instituto de Tecnologia de Massachusetts)* com o objetivo de ensinar conceitos fundamentais de programação de forma intuitiva e acessível. Criado especialmente para crianças e iniciantes, o Scratch permite que usuários criem animações, jogos e histórias interativas sem precisar digitar códigos complexos. Segundo Resnick [22], o objetivo educacional do Scratch é envolver os estudantes em pensar criativamente, raciocinar sistematicamente e trabalhar colaborativamente.

O Scratch foi lançado em 2007 e desde então, tem sido amplamente utilizado em escolas e ambientes educacionais ao redor do mundo.

Figura 3.1: Logo Scratch - Fonte: scratch.mit.edu

Além de ensinar permitir o contato do usuário com a lógica computacional, o Scratch também estimula o pensamento crítico, a resolução de problemas e a colaboração, pois os usuários podem compartilhar seus projetos com uma comunidade global no site oficial do Scratch que está disponível no link https://scratch.mit.edu/ (acesso em 20/01/2026), permitindo que todos que acessarem a comunidade tenham acesso à programação desenvolvida. Dessa forma, além de aprenderem a programar, os usuários também desenvolvem habilidades socioemocionais e criativas.

O Scratch tem uma ambiente de desenvolvimento baseado em blocos coloridos. Esses blocos representam diferentes comandos e instruções e podem ser arrastados e conectados para formar sequências lógicas, permitindo a criação de diversos tipos de projetos.

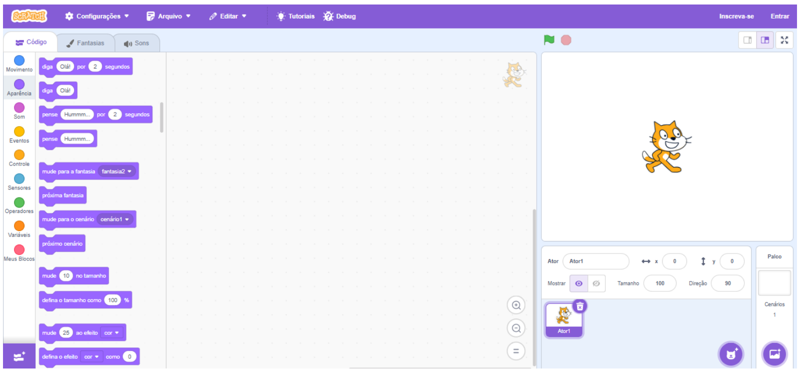

Figura 3.2: Tela inicial do Scratch - Fonte: scratch.mit.edu

Os blocos de programação são divididos em categorias para tornar ainda mais simples e intuitivo o processo de programação, veja cada uma destas categorias:

- Movimento: Permite mover personagens na tela.
- Aparência: Controla trajes, cores e falas dos personagens.
- Som: Adiciona efeitos sonoros e músicas aos projetos.
- Eventos: Inicia ações baseadas em determinadas condições.
- Controle: Inclui laços de repetição e condicionais.
- Sensores: Detecta interações do usuário e do ambiente.
- Operadores: Permite operações matemáticas e lógicas.
- Variáveis: Armazena e manipula dados dentro dos projetos.

Essas categorias permitem que os usuários combinem diferentes blocos para criar desde simples animações até jogos complexos. O processo de aprendizado é altamente intuitivo, pois os blocos foram desenvolvidos para se encaixarem de maneira lógica, evitando erros sintáticos comuns em linguagens de programação baseadas em texto.

Veja um exemplo de programação simples para um iniciante começar seu contato com o Scratch.

- Bloco de evento: "Quando bandeira verde for clicada- Esse bloco inicia a programação. Tudo que estiver conectado abaixo dele só acontece quando a bandeira verde é clicada.

- Bloco de movimento: "mude X para 10- Esse bloco faz o personagem se mover para a direita (sobre o eixo imaginário das abscissas) no palco. O valor 10 indica em qual coordenada X ele irá parar.
- Bloco de aparência: "diga (Olá! Estou aprendendo Scratch!) por (2) segundos- Esse bloco faz o personagem mostrar um balão de fala com a mensagem escrita durante o tempo escolhido.
- Bloco de controle: "repita (10) vezes- Esse bloco cria um laço de repetição. Tudo que estiver dentro dele será executado a quantidade de vezes indicada.
- Bloco de movimento (dentro do repita): "mova (10) passos- Aqui o personagem anda 10 passos para frente a cada repetição.
- Bloco de controle (dentro do repita): "espere (1) segundo- Esse bloco faz o personagem esperar o tempo indicado antes de continuar, deixando o movimento mais visível e organizado.

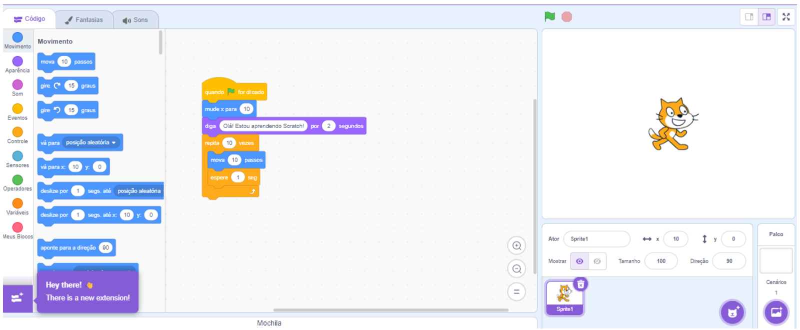

Figura 3.3: Programação iniciante - Fonte: Próprio autor

Essa é uma programação muito simples, mas que permitirá ao estudante neste primeiro contato compreender o mecanismo de programação do Scratch. Para mais informações o próprio Scratch disponibiliza por meio do link https://scratchbrasil.org.br/recurso/tutoriais-do-scratch/ (acesso em 28/01/2026) tutoriais para iniciantes, explicando passo a passo, o processo de programação.

Para Damasceno e Moura [6] [...], ao usarmos o Scratch, buscamos oportunizar aos estudantes a incorporação do raciocínio lógico-dedutivo de uma maneira tecnologicamente inovadora, a fim de estimular a sua criatividade por meio do uso de tecnologias digitais, assim como contribuir para a apreensão do conhecimento de forma mais natural.

Para Novais [16], alguns dos principais benefícios do uso do Scratch incluem:

- Facilidade de Aprendizado: Por ser visual e interativo, o Scratch é acessível até mesmo para crianças pequenas, tornando o aprendizado de programação mais envolvente.

- Desenvolvimento da Criatividade: Os usuários podem criar suas próprias histórias, animações e jogos, incentivando a imaginação e a experimentação.
- Estímulo ao Pensamento Lógico: A construção de algoritmos por meio de blocos ajuda os iniciantes a entenderem conceitos de lógica de programação e estruturação de código.
- Aprendizado Colaborativo: O Scratch conta com uma comunidade online onde os usuários podem compartilhar projetos, remixar ideias e colaborar uns com os outros.
- Acessibilidade: O Scratch é gratuito e pode ser acessado diretamente pelo navegador ou baixado para uso offline.

Em conformidade com os ideias de Sprandel [26], o Scratch é uma excelente ferramenta para introduzir a programação de forma acessível, divertida e interativa. Com sua abordagem de programação em blocos, ele facilita o aprendizado de conceitos fundamentais e incentiva a criatividade dos usuários. Seja na criação de jogos, histórias animadas ou projetos interativos, o Scratch permite que qualquer pessoa, independentemente da idade ou experiência, explore o mundo da programação de maneira intuitiva. Sua ampla adoção em escolas e comunidades educacionais comprova seu impacto positivo no ensino da computação e no desenvolvimento de habilidades essenciais para o futuro.

Figura 3.4: Scratch na escola - Fonte: scratch.mit.edu

3.0.2 Makey Makey

O Makey Makey [1] é uma placa de circuito interativa que possibilita a transformação de objetos do cotidiano em interfaces para interação com o computador, ampliando as formas de acesso e exploração da tecnologia. Desenvolvido por Jay Silver e Eric Rosenbaum no MIT Media Lab, o dispositivo foi concebido com o propósito

[1] https://makeymakey.com/

de tornar a computação mais acessível, intuitiva e exploratória, mesmo para usuários sem conhecimentos prévios em eletrônica ou programação. De acordo com Silver [25], o Makey Makey favorece a criação de interfaces tangíveis improvisadas, permitindo que os usuários construam controles personalizados, experimentem diferentes formas de interação e desenvolvam sua criatividade por meio da aprendizagem prática e da experimentação.

Figura 3.5: Makey Makey - Fonte: makeymakey.com

Mas afinal, como funciona o Makey Makey? Ele opera como um teclado ou mouse alternativo, funcionando como uma ponte entre objetos físicos e o computador. Sua tecnologia é baseada no conceito de circuito fechado: quando o usuário toca em um objeto conectado ao Makey Makey, ele fecha o circuito, permitindo que a corrente elétrica passe e, assim, enviando um sinal ao computador. Esse sinal pode ser interpretado como uma tecla pressionada, um clique do mouse ou outro comando previamente programado.

O dispositivo vem com diversas entradas que podem ser conectadas a diferentes materiais condutores, como algumas frutas, papel alumínio, água com sal ou até mesmo o próprio corpo humano. Ao conectar esses materiais às entradas do Makey Makey com cabos jacaré ou fios, é possível criar experiências interativas e criativas. Dessa forma, o usuário pode tocar um piano feito de bananas, desenhar um controle com grafite e papel para jogar no computador ou até mesmo usar massas de modelar para criar botões personalizados.

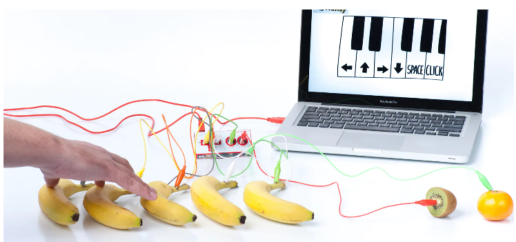

Figura 3.6: Botões de fruta - Fonte: makeymakey.com

Os principais componentes do Makey Makey são:

- Placa de Circuito: Contém entradas que substituem teclas do teclado e cliques do mouse. Possui o formato de um controle de vídeo game.
- Cabos tipo jacaré: Usados para conectar objetos condutores à placa.
- Cabos USB: Permitem a conexão do Makey Makey ao computador.
- Entradas adicionais: Presentes na parte traseira da placa para expansão das possibilidades de uso.

Figura 3.7: Componentes do Makey Makey - Fonte: makeymakey.com

Figura 3.8: Entradas adicionais Makey Makey - Fonte: próprio autor

Após a conexão, o Makey Makey é reconhecido pelo computador como um dispositivo de entrada padrão, dispensando a instalação de drivers ou softwares adicionais, o que o torna prático e simples de ser utilizado.

Para Novais [15], no mundo da Cultura Maker, o Makey Makey se destaca como uma ferramenta versátil e criativa que possibilita a integração da tecnologia de forma divertida e acessível na sala de aula.

No contexto escolar, há diversos momentos de uso para o Makey Makey, que estão diretamente ligados à criatividade do docente e dos discentes ao proporem e desenvolverem as atividades. Para Sprandel [26] algumas possibilidades para os quais o Makey Makey pode ser utilizado são:

- Ensinar conceitos básicos de circuitos elétricos por meio da construção de sistemas interativos.
- Estimular a programação, especialmente em conjunto com plataformas como Scratch.
- Promover a colaboração e o trabalho em equipe ao desenvolver projetos interdisciplinares.
- Incentivar a experimentação e a inovação, ajudando os alunos a visualizar conceitos abstratos de maneira concreta.

Com sua abordagem prática e intuitiva, o Makey Makey possibilita que alunos de diferentes idades aprendam por meio da experimentação e do erro, fortalecendo suas habilidades criativas e analíticas. Apresenta diversas vantagens para usuários de todas as idades, incluindo:

- Facilidade de Uso: Não requer conhecimentos prévios em eletrônica ou programação e possibilita uma aprimoração da coordenação motora.
- Interatividade: Permite criar experiências táteis e engajantes, por meio do trabalho colaborativo em equipe.
- Acessibilidade: Pode ser utilizado para desenvolver interfaces assistivas.
- Versatilidade: Compatível com diferentes materiais condutores e softwares.
- Aprendizado Lúdico: Estimula a curiosidade e o aprendizado por meio da experimentação.

O Makey Makey é mais do que uma simples placa eletrônica: é uma ponte entre a criatividade e a tecnologia, permitindo que qualquer pessoa transforme objetos do dia a dia em interfaces digitais interativas. Com aplicações educacionais, artísticas e acessíveis, essa ferramenta democratiza o acesso à computação e incentiva a inovação de maneira intuitiva e divertida.

Figura 3.9: Estudantes e o Makey Makey - Fonte: https://makeymakey.com/

Uma atividade que demonstra a versatilidade do Makey Makey e seu potencial criativo é o piano no chão, sendo este um excelente exemplo de como você pode usar o dispositivo Makey MaKey para transformar materiais cotidianos (como fita de alumínio no chão) em sensores que acionam sons, permitindo que os participantes "toquem" notas com os pés ao completar circuitos com o corpo; essa ideia está documentada no tutorial oficial "Super Easy Floor Piano"disponível no site do Makey Makey https://makeymakey.com/blogs/how-to-instructions/super-easy-floor-piano?_pos=1&_sid=03d3ebabd&_ss=r (acesso em 28/01/2026) , onde são feitas teclas de piano no chão conectadas com clipes e o Makey Makey para criar um instrumento interativo e divertido.

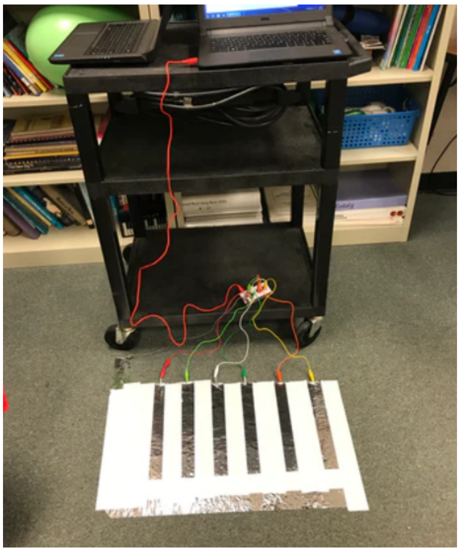

Figura 3.10: Piano no chão - Fonte: https://makeymakey.com/

4

Cultura Maker e a BNCC

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), publicada em 2018, representa um passo importante na educação brasileira ao definir as aprendizagens essenciais que todos os estudantes devem desenvolver ao longo da Educação Básica. No componente curricular de Matemática, a BNCC[5] propõe um ensino que vá além da mera repetição de procedimentos e fórmulas, buscando promover o raciocínio lógico, o pensamento crítico e a capacidade de resolver problemas em contextos reais (BRASIL, 2018). O documento organiza o ensino da Matemática em cinco unidades temáticas: Números, Álgebra, Geometria, Grandezas e Medidas e Probabilidade e Estatística e enfatiza que essas áreas devem ser trabalhadas de forma integrada, contextualizada e significativa. Essa abordagem reflete a necessidade de superar um ensino centrado na transmissão de conteúdos e avançar em direção a metodologias que estimulem a participação ativa do estudante e a construção do conhecimento por meio da experimentação e da investigação.

A BNCC [5] também destaca dez competências gerais, das quais algumas se relacionam diretamente à proposta de um ensino de Matemática mais dinâmico e prático.

A proposta apresentada neste trabalho evidencia alinhamento consistente com as Competências Gerais da BNCC, tendo como eixo estruturante a Competência Geral 2, Pensamento Científico, Crítico e Criativo. Nossos projetos articulam a Cultura Maker à resolução de problemas da Teoria dos Grafos, buscando promover o desenvolvimento da investigação, da formulação de hipóteses acerca de caminhos possíveis, da elaboração e resolução de problemas, como a otimização de rotas, e da construção de soluções fundamentadas nos conhecimentos das ciências exatas. Tal perspectiva será aprofundada no Capítulo 5, ao discutir o aprender fazendo como estratégia metodológica que favorece a experimentação e a validação prática de soluções para conceitos abstratos. A Competência Geral

5, Cultura Digital, também se manifesta de maneira significativa, especialmente como foi apresentado no Capítulo 3, ao detalhar o uso do Scratch como ambiente de programação ativa, no qual o estudante desenvolve a lógica do grafo, e do Makey Makey como interface que integra o mundo físico ao digital de forma crítica e reflexiva. No âmbito da Competência Geral 1 da BNCC, este trabalho mobiliza saberes historicamente consolidados, como a Teoria dos Grafos inaugurada por Leonhard Euler a partir do problema das pontes de Königsberg, retomado no Capítulo 6 para estabelecer conexões com situações contemporâneas relacionadas a redes, logística e definição de caminhos seguros.

A Competência Geral 7 da BNCC, que contempla a argumentação, é incluída nas atividades descritas no Capítulo 7, nas quais os estudantes são incentivados a defender, em grupo, suas soluções algorítmicas com base em dados matemáticos, como os pesos das arestas no Algoritmo de Dijkstra. Ademais, a Competência Geral 10: Autonomia e Responsabilidade, evidencia-se na fundamentação teórica dos Capítulos 2 e 4, ao dialogar com o movimento Do It Yourself, reforçando o protagonismo discente e a autoria na construção de projetos. No que se refere às Competências Específicas, destaca-se a Competência Específica 3, que prevê a interpretação e construção de modelos para a resolução de problemas cotidianos e sociais mediante o uso de ferramentas tecnológicas, plenamente materializada na proposta ao possibilitar que o estudante não apenas utilize recursos digitais, mas desenvolva, por meio da programação e da interface física, uma ferramenta tecnológica própria para a resolução de um problema matemático.

Nesse sentido, as metodologias ativas ganham relevância como estratégias que aproximam o ensino da Matemática do cotidiano dos estudantes. Segundo Moran [13] , a aprendizagem significativa ocorre quando o aluno é desafiado a "aprender fazendo", colocando em prática seus conhecimentos em situações autênticas e criativas. Essa visão está em sintonia com a Cultura Maker. A Cultura Maker, inspirada no construcionismo de Seymour Papert [19], defende que o aprendizado ocorre de forma mais profunda quando o estudante constrói algo significativo para si e para o mundo. Papert afirmava que as crianças aprendem melhor quando estão ativamente envolvidas na construção de um produto tangível. Assim, o fazer se transforma em um meio para pensar, testar hipóteses e desenvolver raciocínio lógico e criativo.

A aplicação da Cultura Maker ao ensino da Matemática dialoga fortemente com as competências e habilidades da BNCC, pois promove um ambiente de aprendizagem colaborativo, dinâmico e interdisciplinar. Segundo Anjos [1], nas descrições das competências gerais da BNCC, notam-se que os verbos expressam ações que se alinham com a Cultura Maker, como, por exemplo, compreender, explicar, formular, resolver, utilizar e criar tecnologias. Blikstein [3] destaca que os espaços de aprendizagem baseados em fabricação digital, como Laboratórios Makers ou fab labs educacionais estimulam o pensamento crítico e a autonomia dos alunos, ao mesmo tempo que desenvolvem competências cognitivas e socioemocionais. Ao permitir que o estudante construa, programe, teste e repense suas criações, a Cultura Maker favorece a compreensão de conceitos abstratos e amplia a motivação para aprender. Sprandel [26] destaca que o uso da robótica articulada à Educação Maker recoloca o estudante como sujeito ativo, permitindo que a escola se converta em um ambiente de experimentação, inventividade e construção autoral do conhecimento. Dessa forma, a integração entre a BNCC e a Cultura Maker representa uma oportunidade de ressignificar o ensino da Matemática, tornando-o mais prático, relevante e conectado à realidade dos alunos.

Uma ferramenta que julgamos ser extremamente eficaz para promover essa integração é o Makey Makey, uma placa eletrônica que transforma objetos comuns em interfaces digitais, conectando o mundo físico ao digital. Criado e apresentado ao público em 2012, por Jay Silver e Eric Rosenbaum, pesquisadores do MIT Media Lab, o Makey Makey possibilita que estudantes usem materiais do cotidiano como algumas frutas, papel alumínio, água com sal ou massinha, como botões ou sensores, estimulando a criatividade e a experimentação tecnológica.

No ensino de Matemática, o Makey Makey pode ser utilizado para explorar conceitos como circuitos, funções, medidas e padrões, além de favorecer a aprendizagem interdisciplinar com outras áreas, como Ciências e Tecnologia. Por exemplo, os alunos podem desenvolver um jogo interativo para resolver operações matemáticas, um painel eletrônico que representa gráficos de funções, ou até uma simulação física de um grafo que representa conexões e caminhos. Essas atividades colocam em prática habilidades da BNCC [5], como o raciocínio lógico, o pensamento computacional e a resolução de problemas complexos.

Além disso, o uso do Makey Makey estimula competências socioemocionais e cognitivas alinhadas à BNCC, como a colaboração, a comunicação e a autonomia. De acordo com Papert [19], a aprendizagem significativa acontece quando o estudante tem liberdade para criar e experimentar, sem medo de errar, transformando o erro em parte essencial do processo.

Como já vimos, o ambiente maker reforça exatamente essa postura: errar, testar e melhorar são ações valorizadas, o que contrasta com o modelo tradicional de ensino centrado na resposta correta. Conforme Ribeiro Neto et al. [14], em contextos educativos, a Cultura Maker configura-se como abordagem pedagógica que promove a aprendizagem prática, criativa e colaborativa, possibilitando que os estudantes se tornem protagonistas de sua aprendizagem por meio de atividades de experimentação, resolução de problemas e criação de projetos. Portanto, incorporar o Makey Makey às aulas de Matemática não é apenas uma inovação tecnológica, mas uma transformação metodológica que pode ressignificar o papel do aluno e do professor, colocando o estudante como protagonista do processo de ensino aprendizado e o professor como orientador e não como detentor único do conhecimento.

Por fim, acreditamos que unir Matemática, BNCC e Cultura Maker por meio do Makey Makey é construir um caminho para um ensino mais humano, criativo e conectado com o século XXI. Essa integração oferece aos estudantes a oportunidade de vivenciar a Matemática como uma linguagem viva, capaz de explicar e transformar o mundo. Ao aprenderem de forma prática e significativa, os alunos desenvolvem não apenas habilidades cognitivas, mas também competências essenciais para o futuro, como pensamento crítico, criatividade e trabalho em equipe.

5

Cultura Maker e Matemática

A matemática é frequentemente percebida como uma disciplina abstrata e desafiadora por muitos alunos. No entanto, a integração da Cultura Maker ao ensino da Matemática pode transformar essa percepção, tornando o aprendizado mais dinâmico, envolvente e significativo. Conforme Anjos [1], a abordagem "mão na massa", característica do Movimento Maker, permite que os estudantes explorem conceitos matemáticos por meio da experimentação, resolução de problemas práticos e uso de tecnologia. Neste capítulo, discutiremos como a Cultura Maker pode ser aplicada no ensino da Matemática, explorando metodologias, ferramentas e exemplos práticos que podem ser implementados na sala de aula.

De acordo com Novais [15], a implementação da Cultura Maker nas aulas, permite o desenvolvimento e proporciona diversos benefícios no ensino da Matemática, veja alguns deles:

- Aprendizado ativo: Os alunos deixam de ser meros receptores de conhecimento e passam a ser protagonistas do seu aprendizado, manipulando materiais e explorando conceitos matemáticos de maneira tangível.
- Conexão com o mundo real: A Cultura Maker possibilita a aplicação da matemática em situações do cotidiano, tornando o aprendizado mais significativo.
- Desenvolvimento do pensamento computacional: O uso de ferramentas tecnológicas, como programação e modelagem 3D, potencializa a capacidade de resolver problemas matemáticos de forma estruturada.
- Engajamento e motivação: Projetos práticos despertam o interesse dos alunos e proporcionam um ambiente de aprendizado mais dinâmico e criativo.
- Desenvolvimento de habilidades socioemocionais: Trabalhar em equipe, errar e tentar novamente são aspectos fundamentais

da Cultura Maker, que fortalecem a resiliência e a colaboração entre os alunos.

A incorporação da Cultura Maker ao ensino da Matemática proporciona uma experiência de aprendizado mais envolvente, interativa e significativa. Ao permitir que os alunos "coloquem a mão na massa", essa abordagem torna a matemática mais concreta, incentivando a criatividade, a resolução de problemas e a experimentação. O uso de tecnologias inovadoras e metodologias ativas pode contribuir para o ensino dessa disciplina, despertando nos estudantes um interesse pelo aprendizado matemático.

Diversas são as possibilidade de inserção do Movimento Maker nas aulas de matemática, apresentamos a seguir algumas propostas que permitirão aos estudantes desenvolverem o conteúdo programatico sendo protagonistas e construindo, eles mesmos, esse saber.

5.0.1 Sólidos geométricos com jujuba

Nesta atividade, os alunos podem explorar a construção de sólidos geométricos de forma prática e divertida, utilizando palitos e balas de goma como materiais. Os palitos representarão as arestas dos sólidos, enquanto as balas de goma servirão como vértices, possibilitando a montagem de diferentes sólidos, como cubos, prismas e pirâmides.

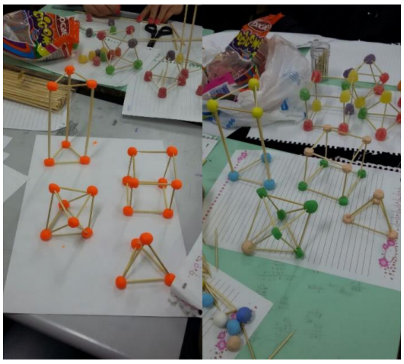

Figura 5.1: Sólidos com Jujuba - Fonte: TCC - Maciel Mezadri

Essa abordagem interativa permite que os participantes visualizem e compreendam melhor as propriedades das formas tridimensionais, promovendo o aprendizado de maneira lúdica e estimulante. O estudante constrói sozinho os sólidos, colocando assim seus conhecimentos em ação, prática totalmente pertencente ao Movimento Maker.

De acordo com as autoras Racan e Giraffa [21], as crianças constroem conhecimento e estabelecem relações ao manipularem objetos que vivenciam, desta forma, os educadores estão possibilitando aos alunos localizarem-se e orientarem-se no espaço em que vivem.

Essa é uma atividade muito utilizada nas salas de aula por todo o país e esteve presente no Trabalho de Conclusão de Curso de Maciel Mezadri [12] pela Universidade Federal de Santa Maria, neste ele apresenta a pratica desenvolvida com os estudantes.

Ao concluir a atividade, os alunos terão experimentado de forma concreta a construção de sólidos geométricos, fortalecendo o raciocínio espacial, ou seja, a compreensão de conceitos como vértices, arestas, faces e construções espaciais. Essa abordagem está alinhada ao Movimento Maker, o qual incentiva a aprendizagem mão na massa, estimulando a criatividade e a experimentação. De acordo com Mezadri [12], a manipulação dos materiais não apenas facilitou a visualização das formas tridimensionais, mas também desenvolveu o raciocínio lógico, a coordenação motora e o trabalho em equipe. Dessa forma, a experiência lúdica e interativa contribuiu para um aprendizado mais significativo e dinâmico, tornando a matemática mais acessível e envolvente.

5.0.2 Matemática e a ponte de palitos

Nessa atividade, os alunos são desafiados a projetar e construir uma ponte utilizando palitos de sorvete e cola, aplicando conceitos matemáticos como geometria, proporção e resistência estrutural. Além de explorar formatos e padrões geométricos para tornar a ponte mais resistente, os estudantes irão trabalhar em equipe, testando e aprimorando seus modelos para encontrar a estrutura mais eficiente. Essa abordagem torna a matemática mais dinâmica e envolvente, conectando teoria e prática de forma criativa.

Para Baptista [2], na realização dessa atividade, o aluno passa a ser o agente de construção do seu próprio conhecimento, vivencia, cria, experimenta participa de todo o processo, a construção do conhecimento.

Figura 5.2: Ponte de palitos - Fonte: Artigo Marlon Baptista

Com essa pratica, os alunos vivenciam a matemática de forma prática e desafiadora, transformando conceitos abstratos em construções reais. Segundo Baptista [2], a experiência de projetar e testar suas próprias pontes permitiu que os alunos explorassem, na prática, a importância da geometria e da resistência estrutural. Além disso, o trabalho colaborativo e a busca por soluções criativas reforçaram habilidades como a experimentação e o pensamento crítico.

5.0.3 Jogos matemáticos no Scratch

Segundo Resnick [22], o uso do Scratch em contextos educacionais promove a aprendizagem ativa, uma vez que os estudantes assumem o papel de autores de seus próprios projetos, explorando conceitos matemáticos e computacionais de maneira significativa.

O Scratch oferece diversas possibilidades para o ensino de matemática, permitindo a criação de jogos interativos, simulações e animações que ajudam os alunos a visualizar conceitos abstratos de forma dinâmica e lúdica. Com blocos de programação intuitivos, os estudantes podem explorar, desde operações básicas, até temas mais avançados, como: geometria, funções e lógica matemática. Além disso, o uso do Scratch estimula o pensamento computacional, o raciocínio lógico e a resolução de problemas, tornando a aprendizagem mais envolvente e significativa.

Os jogos apresentados foram criados por usuários da plataforma Scratch. Embora não haja um registro formal de crédito, pois muitos utilizam nomes fictícios, disponibilizamos o link junto a cada jogo listado. Esse código direciona o leitor para a construção original no ambiente virtual, garantindo o devido reconhecimento aos autores.

Mario na corrida dos Números Inteiros

Este jogo apresenta diversas perguntas envolvendo os conceitos de números inteiros de forma contextualizada com o universo do jogo Mario Kart, muito famoso e atrativo aos estudantes.

Figura 5.3: Jogo Mario na corrida dos Números Inteiros - Fonte:scratch.mit.edu

Acreditamos que os alunos, ao participarem do jogo, irão praticar operações com números inteiros, conceitos de simétrico ou opostos de um número, posicionamento na reta númerica e o universos dos conjuntos, tudo isso de forma interessante e interativa.

O jogo está disponivel na comunidade do Scratch de forma aberta onde alunos e professores podem jogar e visualizar a parte interna de programação do mesmo. Este está disponivel no link https://scratch.mit.edu/projects/501754737 (acesso em 20/01/2026).

Matriz Especial na Velha

Veremos agora mais um jogo criado no Scratch, a Matriz Especial na Velha. Segundo Moran [13], estratégias pedagógicas baseadas em jogos e desafios promovem maior envolvimento dos alunos e auxiliam na superação de dificuldades de aprendizagem, ao possibilitar diferentes formas de interação com o conteúdo e favorecer práticas educacionais mais inclusivas. Dessa forma, acreditamos ser um recurso atraente ao estudante o jogo que consolida o conteúdo programático de Matrizes.

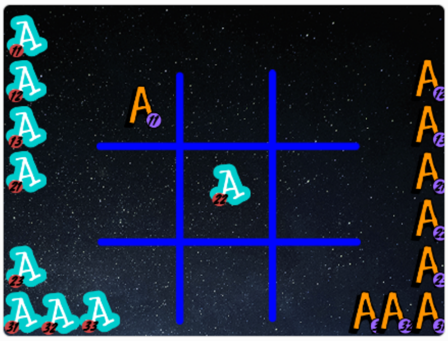

Figura 5.4: Jogo Matriz especial na Velha - Fonte:scratch.mit.edu

O jogo possibilita aos estudantes a compreeensão do termos de uma matriz, analisando bem a relação linha x coluna. O jogo pode ser econtrado no site da plataforma Scratch, disponivel no link https://scratch.mit.edu/projects/328741659/ (acesso em 20/01/2026).

Números Complexos

Este é mais um jogo disponível na plataforma pública do Scratch. O jogo apresenta perguntas que envolvem os conceitos de números complexos e possibilita ao discente praticar estas habilidades de forma interessante e atrativa.

Julgamos que este jogo ajuda o estudante a testar seus conhecimentos a respeito das operações envolvendo números complexos, de forma interativa e interessante o alunos deverá ajudar o caranquejo, respondendo corretamente aos questionamentos. O

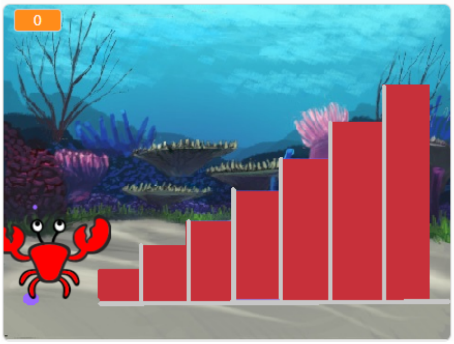

Figura 5.5: Jogo sobre numeros complexos - Fonte:scratch.mit.edu

jogo pode ser econtrado no site da plataforma Scratch, disponivel no link https://scratch.mit.edu/projects/899718840 (acesso em 20/01/2026).

5.0.4 A calculadora Makey Makey

Uma proposta didática para as aulas de Matemática, fundamentada nos princípios da Cultura Maker, consiste na construção de uma calculadora com o uso do dispositivo Makey Makey. O emprego de uma calculadora tradicional no contexto educacional ainda enfrenta diversos estigmas, sendo associada ao atraso no processo de aprendizagem ou mesmo à submissão dos estudantes, por supostamente reduzir o desenvolvimento do raciocínio matemático. No entanto, quando utilizada de forma planejada e pedagógica, a calculadora configura-se como uma ferramenta potente no ensino de Matemática, favorecendo a experimentação, a reflexão e a construção ativa do conhecimento.

Segundo Ramos [20], a utilização da calculadora, quando planejada pedagogicamente, pode ser empregada como um recurso didático que facilita a aprendizagem da Matemática ao desenvolver o raciocínio lógico, a resolução de problemas, proporcionar discussão de resultados e tornar as aulas mais atraentes.

Nesta proposta, acreditamos que o professor não se restringe a incentivar o uso da calculadora pelos estudantes, mas propõe que os próprios discentes, por meio de uma abordagem fundamentada na Cultura Maker e na premissa do *do it yourself* (faça você mesmo), realizem a construção de sua própria calculadora. Para tal, são utilizados os recursos disponíveis no contexto escolar, o dispositivo Makey Makey e uma programação desenvolvida no ambiente Scratch, possibilitando uma aprendizagem ativa, investigativa e colaborativa.

No site oficial do Makey Makey https://makeymakey.com/ (acesso em 20/01/2026) [11], encontram-se explicações e exemplos de calculadoras construídas com o uso desse dispositivo.

O emprego da calculadora Makey Makey no contexto escolar, construída pelos próprios estudantes, ressignifica o uso desse recurso nas aulas de Matemática ao deslocar o foco do simples ato de calcular para a compreensão de seu funcionamento. Ao participar ativamente da construção da calculadora Makey Makey, o aluno compreende o papel de cada tecla, a lógica das operações matemáticas e a relação entre o acionamento físico dos botões e as respostas apresentadas no ambiente digital. A programação desenvolvida no Scratch, aliada ao recurso auditivo que verbaliza números, operações e resultados, amplia as possibilidades de compreensão e acessibilidade, favorecendo a reflexão sobre os procedimentos realizados. Dessa forma, a calculadora Makey Makey deixa de ser um instrumento utilizado apenas para a obtenção de resultados e passa a configurar-se como um recurso didático investigativo, que promove a aprendizagem ativa, o desenvolvimento do raciocínio lógico e a compreensão dos mecanismos matemáticos, em consonância com os princípios da Cultura Maker aplicados ao ensino de Matemática.

Disponibilizamos o passo a passo para a construção do material físico da nossa calculadora exemplificativa no canal do youtube "Prof. Tiago Santos e o Makey Makey", disponível no link https://youtube.com/shorts/FfX-OC7I3l8?si=w2sO9tbCoODhGEgA (acesso em 20/01/2026). A calculadora foi construída a partir de uma caixa de papel, apresentando o formato tradicional de uma calculadora, o qual foi impresso e colado na tampa da caixa. Os "botões"numéricos foram recobertos com tiras de papel alumínio, material condutor de energia, formando caminhos condutores até as bordas da caixa. Essa estratégia facilita a conexão das garras de jacaré do dispositivo Makey Makey a cada um dos números, permitindo o correto funcionamento do sistema. A seguir, apresenta-se uma fotografia da calculadora nesse estágio de confecção, com o intuito de ilustrar o processo descrito.

Figura 5.6: Calculadora: Frente com ligações em alumínio - Fonte: Próprio autor

Após a organização da caixa, foram realizados furos laterais com o objetivo de facilitar a conexão das garras de jacaré ao papel alumínio. No interior da caixa, encontra-se o dispositivo Makey Makey, conectado a uma das placas do conjunto Makey Makey Backpack Bundle, o que possibilitou a utilização de quinze garras de jacaré simultaneamente. Ressalta-se que, para uma melhor adequação à programação desenvolvida no Scratch, foi necessário realizar o remapeamento do Makey Makey. Esse processo de remapeamento encontra-se descrito no guia pedagógico do Makey Makey, já apresentado no capítulo “Makey Makey e Scratch”.

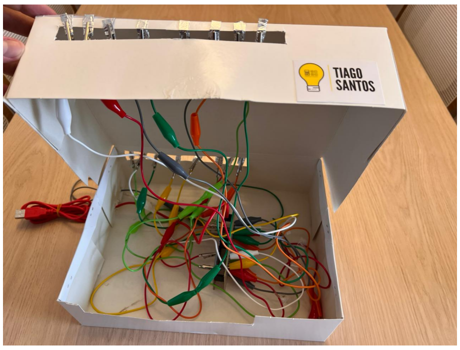

Figura 5.7: Parte interna da "calculadora- Fonte: Próprio autor

Para finalizar a construção do material físico da calculadora, foi impressa uma nova imagem com o formato tradicional desse instrumento e anexada sobre a camada anterior, de modo a tornar a calculadora construída mais estética e visualmente apresentável. Além disso, foram realizados furos laterais na caixa para permitir a saída do fio terra e do cabo USB, responsável pela conexão do dispositivo Makey Makey ao computador, garantindo o adequado funcionamento do sistema.

Figura 5.8: Material físico da calculadora- Fonte: Próprio autor

Após a construção da calculadora, o estudante poderá utilizá-la em conjunto com a programação intitulada "Calculadora Makey Makey - português"contruída pelo autor deste trabalho e compartilhada na comunidade do Scratch, disponível no link https://scratch.mit.edu/projects/1262776677 (acesso em 20/01/2026). O projeto desenvolvido no Scratch corresponde a uma calculadora que contempla as quatro operações básicas, apresentadas de forma audiovisual. Nessa programação, todos os números, assim como as operações e os resultados, são pronunciados, favorecendo a compreensão dos procedimentos realizados e ampliando as possibilidades de acessibilidade e interação durante o uso do recurso.

Figura 5.9: Calculadora em Funcionamento - Fonte: Próprio autor

Diversas são as contribuições dessa prática para o desenvolvimento do estudante, uma vez que possibilita o aprimoramento de habilidades manuais, intelectuais e sociais, além de favorecer o desenvolvimento da capacidade de resolver problemas pois ele(a) está criando sua calculadora. Trata-se de uma proposta que se fundamenta nos princípios da Cultura Maker aplicados às aulas de Matemática, configurando-se como uma prática pedagógica alinhada a um ensino atualizado, significativo e motivador.

As possibilidades de utilização desse recurso são amplas e, nos capítulos seguintes, esse universo será explorado com maior profundidade, indicando caminhos para o ensino da Teoria de Grafos por meio do uso do Makey Makey e do Scratch como recursos didáticos.

6

Noções de Grafos

Este capítulo é destinado à apresentação de conceitos básicos e de aspectos históricos relacionados à Teoria dos Grafos, os quais foram sustentados no referencia teórico de Jurkiewicz [10] e do relatório de Fernandes [7]. O intuito de apresentarmos estes conceitos é fornecer a compreensão mínima necessária para as propostas didáticas do próximo capítulo. Tais propostas serão desenvolvidas por meio de uma abordagem didática pautada nos princípios da Cultura Maker, utilizando recursos como o Makey Makey e o Scratch.

A Teoria dos Grafos é um ramo da matemática que estuda as relações entre objetos por meio de estruturas formadas por vértices (ou nós) e arestas (ou ligações). Seu surgimento remonta ao século XVIII, com o célebre problema das pontes de Königsberg, solucionado por Leonhard Euler. Desde então, a Teoria dos Grafos tem se desenvolvido amplamente, encontrando aplicações em diversas áreas como informática, engenharia, logística, biologia e ciências sociais.

6.0.1 As pontes de Königsberg

O problema das pontes de Königsberg é amplamente reconhecido como o marco inicial da Teoria dos Grafos. Surgido no século XVIII, na cidade prussiana de Königsberg (atualmente Kaliningrado, na Rússia), o problema consistia em determinar se seria possível percorrer todas as sete pontes da cidade, que ligavam suas margens e ilhas ao longo do rio Pregel, passando por cada uma delas exatamente uma vez e retornando ao ponto de origem.

O matemático Leonhard Euler foi o primeiro a abordar formalmente essa questão em 1736, e sua solução inaugurou uma nova área da matemática. Euler demonstrou que tal trajeto era impossível, estabelecendo para isso uma representação abstrata do problema: substituiu as massas de terra por vértices e as pontes por arestas, criando assim o que hoje chamamos de grafo. A análise de Euler mostrou que, o problema teria solução se todos os vértices tivessem

Figura 6.1: Ilustração Pontes de Königsberg - Fonte: Próprio Autor

grau par. O conceito de grau será apresentado em uma seção à frente. Como no caso de Königsberg, todos os vértices tinham grau ímpar, ele concluiu que não havia solução possível.

Esse raciocínio simples, mas poderoso, mostrou que a solução de certos problemas não depende da forma ou da distância entre os elementos, mas sim de suas conexões. A partir daí, a Teoria dos Grafos passou a se consolidar como um campo autônomo, com grande potencial para modelar e resolver problemas de conectividade, roteamento e estrutura de redes.

6.0.2 O que são Grafos?

Grafos são estruturas matemáticas utilizadas para representar relações entre objetos. São extremamente versáteis e podem ser utilizadas para modelar situações do cotidiano, como redes de transporte, conexões de computadores, relações sociais, fluxos logísticos e muitos outros contextos.

Definição 6.1: Um grafo G é um par ordenado (V, E), onde V é um conjunto não vazio de vértices e E é um conjunto de arestas que conectam pares de vértices.

Aresta e Vértice: Aresta é uma ligação entre dois vértices, digamos u_1 e u_2. Pode ser representada como $e = \{u_1, u_2\}$ ou (u_2, u_1), dependendo se o grafo é não direcionado ou direcionado.

Exemplo de grafo:O grafo é composto pelo conjunto $V = A, B, C, D$ de vértices e das arestas AB, BD, CD, AC, BC

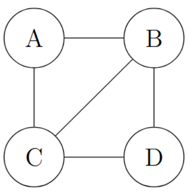

Figura 6.2: Representação de um grafo - Fonte: Próprio Autor

Veja mais alguns conceitos fundamentais para a continuidade dos estudos de Grafos.

Caminho: Sequência de vértices adjacentes, sem repetição de vértices.

Passeio: Sequência de vértices adjacentes na qual é permitida a repetição de vértices e arestas.

Trilha: Passeio no qual não há repetição de arestas.

Trilha fechada: Trilha cujo vértice inicial coincide com o vértice final.

Ciclo: Caminho fechado no qual não há repetição de vértices, exceto o primeiro e o último. O comprimento de um ciclo é definido como a sua quantidade de arestas.

Circuito: Caminho fechado.

Subgrafo: Parte de um grafo formada por subconjuntos de vértices e arestas.

Grafo conexo: Grafo no qual existe pelo menos um caminho entre quaisquer dois de seus vértices.

Componentes conexas: Subgrafos maximamente conexos, ou seja, são os maiores subgrafos conexos possíveis dentro do grafo.

Cortes e pontes: Um corte é um conjunto de vértices em que a remoção aumenta o número de componentes conexas do grafo. Uma ponte é uma aresta cuja remoção aumenta o número de componentes conexas do grafo.

Coloração: Atribuição de cores aos vértices de forma que vértices adjacentes recebam cores diferentes.

Grafo direcionado: Grafo cujas arestas possuem orientação, indicando um sentido entre os vértices.

Grafo não direcionado: Grafo cujas arestas não possuem orientação, permitindo deslocamento nos dois sentidos entre os vértices.

Árvore: Grafo conexo e acíclico (sem ciclos).

Veja um exemplo de Grafo Conexo:

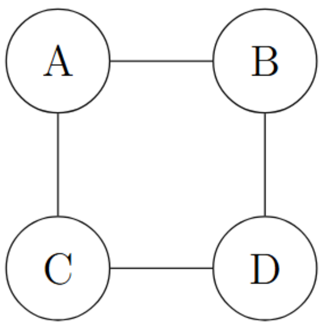

Figura 6.3: Grafo conexo - Fonte: Próprio Autor

No grafo apresentado os vértices são A,B,C,D. As arestas são A-B, A-C, B-D, C-D. Temos que é possível ir de qualquer vértice a qualquer outro: Como por exemplo, de A até D você pode ir por A→B→D, ou por A→C→D. Portanto, o grafo é conexo.

Veja um grafo que caracteriza um ciclo:

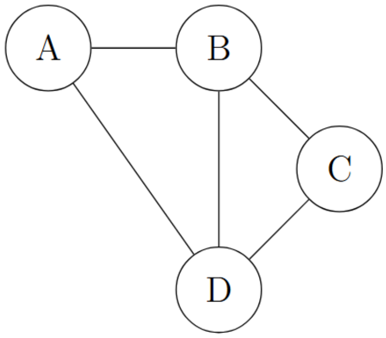

Figura 6.4: Grafo com ciclo - Fonte: Próprio Autor

Descrição do ciclo presente no grafo: O grafo contém um ciclo formado pelos vértices $A \to B \to C \to D \to A$. Esse ciclo é composto pelas arestas:

$$(A, B), (B, C), (C, D), (D, A).$$

6.0.3 Grau de um Vértice

O grau de um vértice em um grafo é o número de arestas que incidem sobre ele, ou seja, o número de conexões diretas que aquele vértice possui com os demais. Esse conceito é fundamental na Teoria dos Grafos, pois fornece informações importantes sobre a estrutura e a conectividade da rede. Com relação ao grafo a seguir temos:

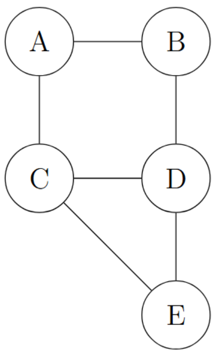

Figura 6.5: Representação de um grafo - Fonte: Próprio Autor

- Vértice A está conectado a B e C → deg(A)=2;
- Vértice B está conectado a A e D → deg(B)=2;
- Vértice C está conectado a A, D e E → deg(C)=3;
- Vértice D está conectado a B, C e E → deg(D)=3;

- Vértice E está conectado a C e D → deg(E)=2.

Analisando os graus de um vértice temos um importante Lema a respeito dessa temática:

Lema 6.2 (Lema do Aperto de Mãos): A soma dos graus de todos os vértices de um grafo é igual ao dobro do número de arestas:

$$\sum_{v \in V} \deg(v) = 2|E|.$$

Demonstração: Vamos considerar um grafo $G = (V,E)$ onde V trata-se do número de vértices (pessoas) e E é o conjunto de arestas (apertos de mão). Temos que o grau de um vértice, $\deg(v)$, representa o número de arestas conectadas a ele, ou seja, no contexto do Lema, quantas pessoas uma pessoa específica cumprimentou.
Quando somamos os graus de todos os vértices ($\sum_{v \in V} \deg(v)$), cada aresta $e = \{u,v\}$ é contada exatamente duas vezes: uma vez para o vértice u e outra para o vértice v.
Portanto, a soma dos graus é duas vezes o número total de arestas:$\sum_{v \in V} \deg(v) = 2|E|$.

Consequentemente, o número de vértices com grau ímpar em um grafo não direcionado é sempre par. Uma vez que se tivéssemos um número ímpar de vértices de grau ímpar a soma dos graus seria ímpar. Mas a soma dos graus é o dobro do número de arestas e, portanto é um número par.

6.0.4 Grafo Simples

Um grafo simples é um tipo especial de grafo não direcionado que não possui laços (arestas que conectam um vértice a ele mesmo) nem arestas múltiplas (mais de uma aresta entre o mesmo par de vértices).

Veja um exemplo de Grafo Simples:

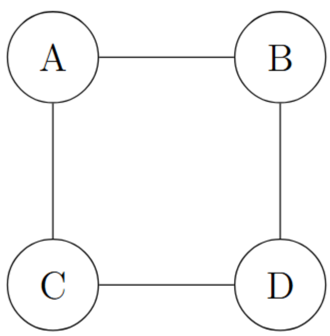

Figura 6.6: Grafo Simples - Fonte: Próprio Autor

Definição 6.3: Grafo simples é aquele sem laços e sem arestas múltiplas.

6.0.5 Grafo Valorado

Um grafo valorado (ou grafo ponderado) é um tipo de grafo no qual cada aresta possui um valor associado, chamado de peso ou custo. Esses valores podem representar diversas quantidades, como distância, tempo, capacidade, custo financeiro, intensidade de relação, entre outros, dependendo do contexto do problema modelado.

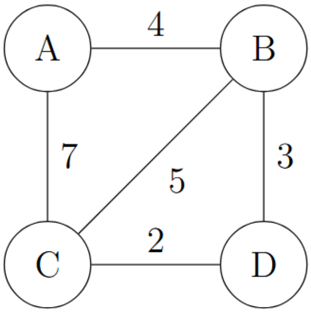

Figura 6.7: Grafo valorado - Fonte: Próprio Autor

6.0.6 Multigrafo

Um multigrafo é um tipo de grafo em que dois vértices podem ser ligados por mais de uma aresta. Essas arestas múltiplas são chamadas de arestas paralelas. Em contraste com grafos simples, nos quais existe no máximo uma aresta entre cada par de vértices, o multigrafo permite uma ou mais conexões entre os mesmos vértices. Veja um exemplo de multigrafo:

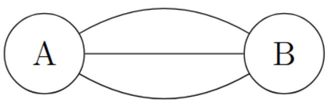

Figura 6.8: Multigrafo - Fonte: Próprio Autor

6.0.7 Grafo Completo

Um grafo completo é um grafo não direcionado no qual todos os pares de vértices distintos estão conectados por uma aresta. Ou seja, cada vértice está ligado a todos os outros. Para reforçar, vejamos a definição formal:

Definição 6.4: Grafo completo K_n é aquele em que todos os pares de vértices estão conectados por uma aresta.

Veja um exemplo de Grafo completo K_4:

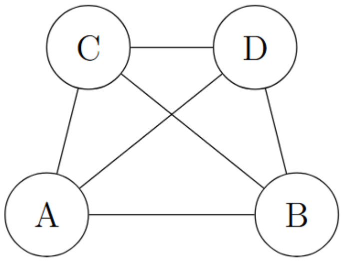

Figura 6.9: Grafo completo - Fonte: Próprio Autor

6.0.8 Grafo Bipartido

Um grafo bipartido é um grafo cujos vértices podem ser divididos em dois conjuntos disjuntos U e V de modo que toda aresta conecta um vértice de U a um vértice de V — ou seja, não há arestas entre vértices do mesmo conjunto. Em termos formais.

Definição 6.5: Grafo bipartido é aquele cujos vértices podem ser divididos em dois subconjuntos disjuntos A e B tal que todas as arestas existentes conectam um vértice de A a um de B.

Proposição: Um grafo é bipartido se, e somente se, não contém ciclos de comprimento ímpar.

Prova: A prova desta proposição pode ser encontrada em Bondy [4] .

Veja um exemplo de Grafo Bipartido:

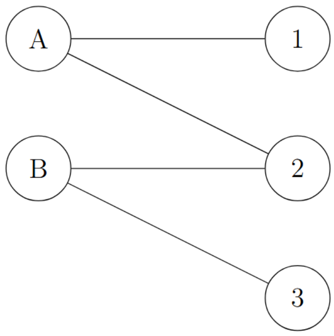

Figura 6.10: Grafo bipartido - Fonte: Próprio Autor

Um grafo bipartido completo é um grafo cujos vértices podem ser divididos em dois conjuntos disjuntos, com (m) e (n) vértices, respectivamente, de tal forma que todas as possíveis arestas entre vértices de conjuntos distintos estão presentes, enquanto não existem arestas ligando vértices pertencentes a um mesmo conjunto. Esse tipo de grafo é denotado por ($K_{m,n}$). de maneira formal:

Um grafo bipartido completo $K_{m,n}$ é um grafo $G = (V,E)$ tal que o conjunto de vértices (V) pode ser particionado em dois subconjuntos disjuntos (V_1) e (V_2), com $|V_1| = m$ e $|V_2| = n$ e o conjunto de arestas é definido por $E = u,v \mid u \in V_1$ e $v \in V_2$. Dessa forma, cada vértice de (V_1) é adjacente a todos os vértices de V_2, não existindo arestas entre vértices de um mesmo subconjunto.

6.0.9 Grafo Euleriano

Grafos eulerianos são grafos conexos que possuem um ciclo euleriano, ou seja, um percurso que passa por todas as arestas exatamente uma vez e começa e termina no mesmo vértice. De acordo com o Teorema de Euler sobre Grafos Eulerianos, isso ocorre quando todos os vértices têm grau par.

Veja um exemplo:

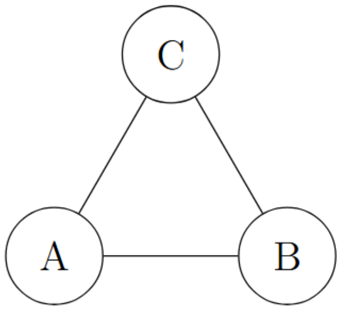

Figura 6.11: Grafo Euleriano - Fonte: Próprio Autor

Este é um Grafo, onde os vértices (A, B, C) têm grau 2 (par), logo é um grafo conexo. Portanto, é euleriano.

Teorema 6.6 (Teorema de Euler sobre Grafos Eulerianos): Um grafo conexo é euleriano se e somente se todos os seus vértices têm grau par.

Demonstração: A demonstração desses Teoremas podem ser encontradas em West [27] .

6.0.10 Grafos Hamiltonianos

Na Teoria dos Grafos, um conceito fundamental é o de grafo hamiltoniano. Um grafo é chamado de hamiltoniano quando existe um ciclo que passa por todos os seus vértices exatamente uma vez, retornando ao ponto de partida. Esse ciclo é conhecido como ciclo hamiltoniano.

Definição 6.7: Dado um grafo $G = (V, E)$, onde V é o conjunto de vértices e E o conjunto de arestas, um ciclo hamiltoniano é uma sequência fechada de vértices $v_1, v_2, \ldots, v_n, v_1$ tal que:

- Cada vértice v_i aparece **exatamente uma vez** na sequência, exceto o primeiro e o último, que são iguais;
- Para cada par consecutivo (v_i, v_{i+1}), existe uma aresta em E.

Se tal ciclo existir, dizemos que G é um **grafo hamiltoniano**. Veja um exemplo de grafo hamiltoniano:

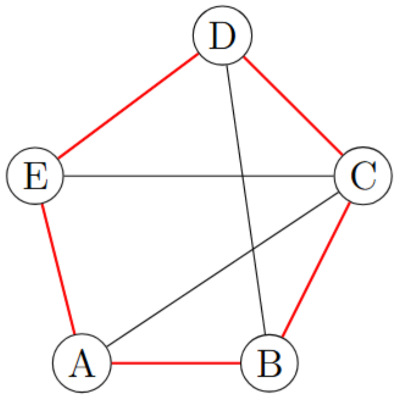

Figura 6.12: Grafo hamiltoniano - Fonte: Próprio Autor

O ciclo hamiltoniano destacado é: $A \to B \to C \to D \to E \to A$. Com base nos conceitos apresentados clui-se dois Teoremas para Grafos Hamiltonianos.

6.0.11 Grafo semieuleriano

Um grafo semieuleriano é um grafo que possui uma trilha euleriana, ou seja, uma trilha que passa por todas as arestas exatamente uma vez, mas não forma um ciclo. Isso ocorre quando o grafo é conexo e exatamente dois de seus vértices têm grau ímpar. Como mostra a proposição a seguir.

Proposição: Um grafo conexo simples é semieuleriano se, e somente se, este tem exatamente dois vértices de grau ímpar.

Prova: A prova desta proposição pode ser encontrada em West [27] .

Veja um exemplo de um Grafo Semieuleriano:

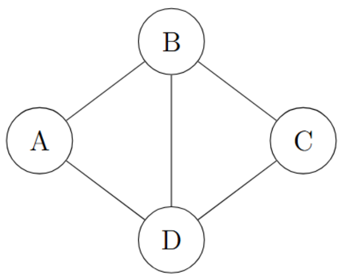

Figura 6.13: Grafo semieuleriano - Fonte: Próprio Autor

Como há exatamente dois vértices de grau ímpar (B e D) e o grafo é conexo, ele é semieuleriano. A trilha euleriana começa em um vértice de grau ímpar e termina no outro.

6.0.12 Grafo Isomorfos

Grafos isomorfos são grafos que têm a "mesma estrutura", ou seja, existe uma correspondência biunívoca e que preserva a relação de adjacência entre seus vértices que preserva as conexões (arestas). Mesmo que sejam desenhados de formas diferentes ou tenham nomes distintos nos vértices, eles são considerados iguais do ponto de vista da Teoria de Grafos. Sendo assim dois grafos são isomorfos se:

- Têm o mesmo número de vértices e arestas;
- Existe uma relação bijetiva entre seus vértices;
- Vértices ligados em um grafo continuam ligados no outro após a correspondência.

Veja a definição formal.

Definição 6.8: Dois grafos são isomorfos se existe uma bijeção entre seus vértices que preserva a adjacência.

Exemplos de grafos isomorfos:

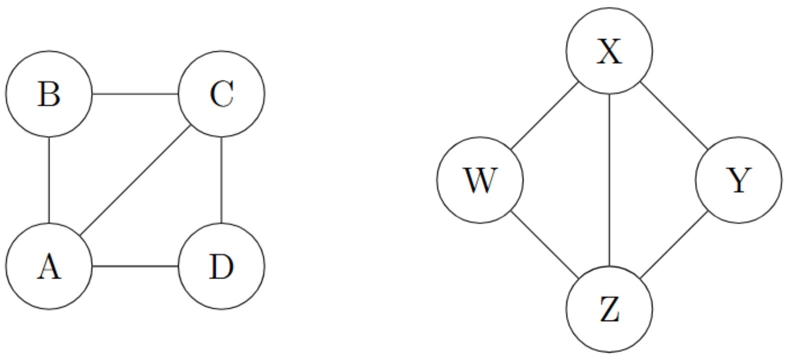

Figura 6.14: Dois grafos com 4 vértices e 5 arestas - Fonte: Próprio Autor

Os dois grafos têm 4 vértices e 5 arestas. As conexões são as mesmas, a adjacência se mantém, só mudam os nomes. Por isso, são isomorfos.

Veja a correspondência entre os vértices, como A e W, B e X, C e Y, D e Z:

6.0.13 Grafo Planar

Grafos planares são grafos que podem ser desenhados no plano sem que suas arestas se cruzem, exceto nos vértices. Formalmente.

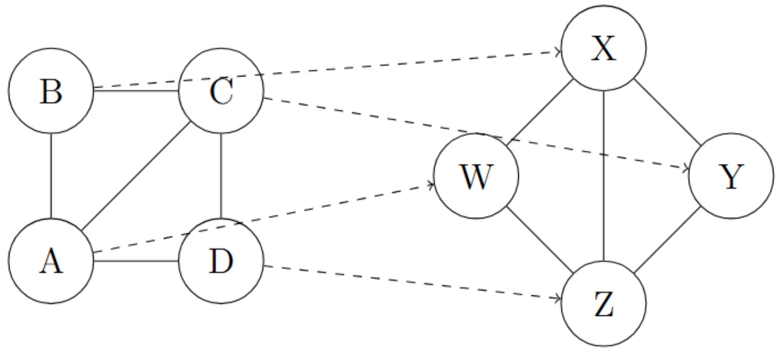

Figura 6.15: Correspondência entre os vértices - Fonte: Próprio Autor

Definição 6.9: Um grafo é planar se pode ser desenhado no plano sem que suas arestas se cruzem.

O grafo do exemplo a seguir é planar, pois pode ser desenhado sem cruzar arestas. O vértice A está ligado a B, C e D, e não há sobreposição de arestas.

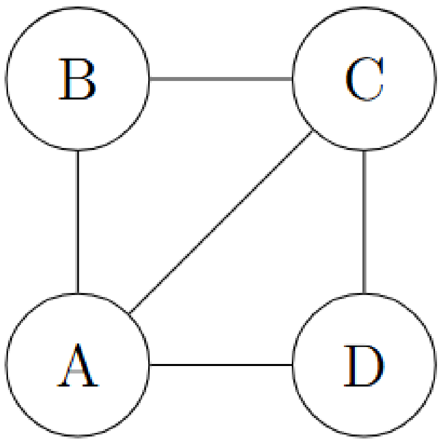

Figura 6.16: Grafo Planar - Fonte: Próprio Autor

Os próximos exemplos são casos bem conhecidos de grafos não planares. Veja um grafo $K_{3,3}$

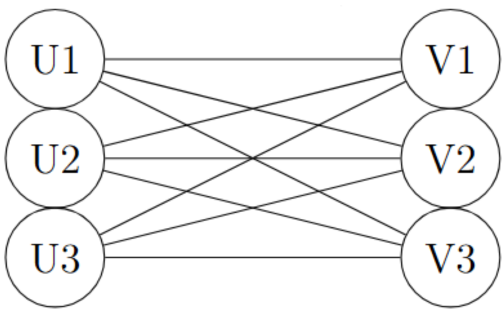

Figura 6.17: Grafo $K_{3,3}$ - Fonte: Próprio Autor

Teorema 6.10 (Teorema de Euler sobre Grafos Planares): Se G é um grafo conexo planar com v vértices, e arestas e f faces, então:

$$v - e + f = 2.$$

Demonstração: A demonstração desse Teorema podem ser encontrada em West [27].

Uma subdivisão de um grafo é o grafo obtido a partir de um grafo G ao substituir uma ou mais arestas por caminhos, inserindo novos vértices de grau 2 nessas arestas. Em termos mais formais:

Um grafo H é uma subdivisão de um grafo G se H pode ser obtido de G pela subdivisão de arestas, isto é, substituindo cada aresta uv por um caminho entre u e v, cujos vértices internos são novos e têm grau 2.

Teorema 6.11 (Teorema de Kuratowski): Um grafo é não planar se e somente se contém uma subdivisão de K_5 ou $K_{3,3}$.

Demonstração: A demonstração do Teorema de Kuratowski pode ser encontrada em Fournier [8] .

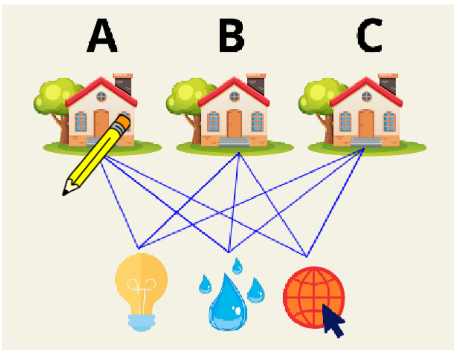

Figura 6.18: Problema $K_{3,3}$ - Fonte: scratch.mit.edu

Essa ilustração apresenta o problema **"Três Casas e Três Serviços":** Imagine três casas que precisam ser conectadas a três serviços públicos diferentes: Água, Internet e Eletricidade. O objetivo é ligar cada casa a cada um dos três serviços sem que as ligações se cruzem, mas tal problema não apresenta solução. Na tentativa de resolvê-lo obtém-se uma representação contextualizada do grafo $K_{3,3}$.

Veja agora o grafo $K_{5,5}$, um grafo bipartido completo não planar que possui uma subdivisão clara de $K_{3,3}$.

Finalizamos a seção com um resultado bem conhecido o Teorema das Cinco Cores:

Teorema 6.12 (Teorema das Cinco Cores): Qualquer grafo planar pode ser colorido com no máximo cinco cores.

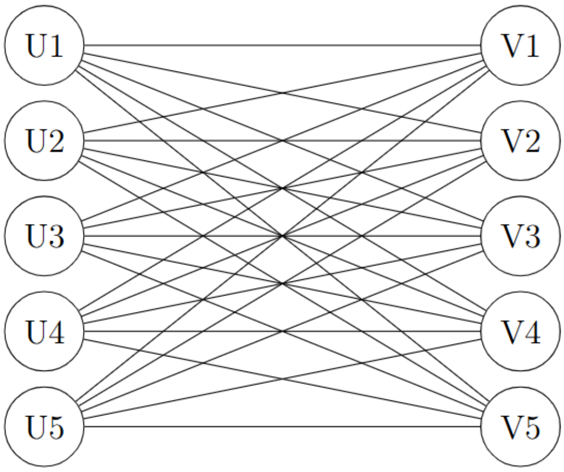

Figura 6.19: Grafo $k_{5,5}$ - Fonte: Próprio Autor

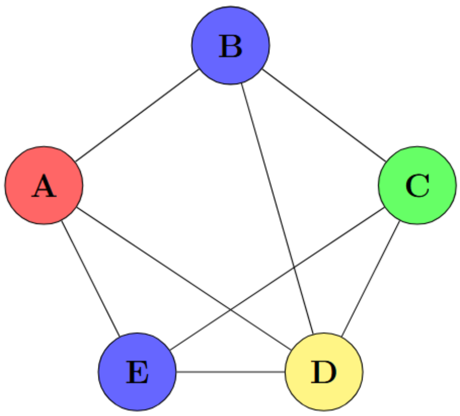

Figura 6.20: Grafo colorido - Fonte: Próprio Autor

6.0.14 Problemas Famosos

Dentre os diversos problemas estudados dentro da Teoria do Grafos, dois se destacam por suas aplicações e importância: o Problema do Carteiro Chinês e o Problema do Caixeiro Viajante.

O Problema do Carteiro Chinês

Esse problema foi proposto pelo matemático chinês Mei-Ko Kwan em 1962. Ele busca encontrar o caminho de menor comprimento que permita a um carteiro percorrer todas as ruas (arestas) de um bairro pelo menos uma vez, retornando ao ponto de partida.

Esse tipo de problema é representado por um grafo em que as arestas correspondem às ruas e os vértices aos cruzamentos. A solução ideal ocorre quando o grafo possui um ciclo euleriano, ou seja, um caminho que passa por todas as arestas exatamente uma vez, e todos os vértices têm grau par. Caso contrário, é necessário duplicar algumas arestas para tornar todos os graus pares, minimizando o percurso adicional. Esse problema tem forte ligação com os grafos eulerianos, e é muito usado para otimizar rotas de coleta de lixo, entrega de correspondência e varredura de ruas.

O Problema do Caixeiro Viajante

O Problema do Caixeiro Viajante (em inglês, Traveling Salesman Problem – TSP) trata de encontrar o menor caminho possível que permita a um vendedor visitar todas as cidades (vértices) uma única vez e retornar à cidade de origem.

Diferente do problema anterior, aqui o foco está nos vértices do grafo (cidades), e não nas arestas. A solução exige encontrar o ciclo hamiltoniano, assunto que veremos na próxima seção, de menor custo, o que faz com que este problema seja computacionalmente mais complexo.

O TSP tem inúmeras aplicações práticas, como o planejamento de rotas de entregas, viagens de inspeção e até sequenciamento genético.

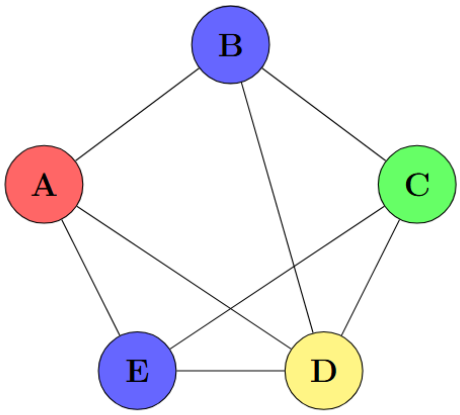

Figura 6.21: Grafo colorido - Fonte: Próprio Autor

6.0.15 Algoritmo de Dijkstra

O algoritmo de Dijkstra é um método clássico da Teoria dos Grafos utilizado para determinar o caminho de menor custo entre um vértice de origem e os demais vértices de um grafo ponderado, desde que os pesos das arestas sejam não negativos, detalhe que foge ao escopo deste trabalho. Seu funcionamento baseia-se em um processo iterativo de escolha do vértice ainda não visitado com menor distância acumulada, atualizando progressivamente os valores associados aos caminhos possíveis.

Ao sistematizar a busca pelo menor percurso, o algoritmo permite resolver problemas de otimização de forma eficiente e organizada, sendo amplamente aplicado em contextos como redes de transporte, sistemas de navegação, roteamento de dados e modelagem de situações do cotidiano. Em ambientes educacionais, o algoritmo de Dijkstra favorece a compreensão de conceitos fundamentais relacionados a grafos, como vértices, arestas e pesos, além de estimular o raciocínio lógico e a análise estruturada de problemas.

O algoritmo de Dijkstra pode ser aplicado em diversas situações do cotidiano, como a escolha da rota mais rápida para uma entrega, o planejamento de trajetos no transporte público ou a definição do caminho mais eficiente para a transmissão de dados em uma rede de computadores. Em todos esses casos, o objetivo é identificar o percurso de menor custo entre dois pontos, considerando tempo, distância ou outro critério relevante.

Vejamos um exemplo de aplicação do algoritimo do Dijkstra, de acordo com Fernandes [7]. A seguir, temos um grafo valorado, o qual o nó de origem é zero e o peso de cada aresta representa a distância entre os vértices.

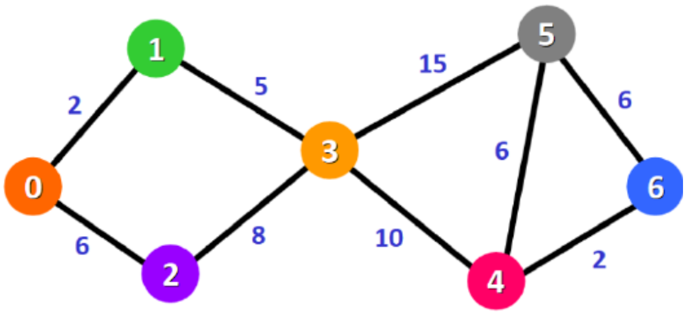

Figura 6.22: Algoritmo de Dijkstra - Fonte: Fernandes [7]

Dessa forma temos a relação, disposta na tabela:

Vértices	Distância ao vértice 0	Caminho mais curto
Vértice 0	Distância 0 dele mesmo	0–0
Vértice 1	∞	
Vértice 2	∞	
Vértice 3	∞	
Vértice 4	∞	
Vértice 5	∞	
Vértice 6	∞	

Logo o único vértice visitado até o momento foi o vértice zero. Agora verificamos a distância do nó zero até seus nós adjacentes. Como podemos ver, estes são os nós 1 e 2. A distância de 0 a 1 é igual a 2, já a distância de 0 a 2 é igual a 6. Os caminhos mais curtos serão destacados de vermelho daqui para frente. Veja a tabela atualizada.

Seguindo essa linha de racíocinio, mantemos o algoritmo de Dijkstra e obtemos de forma objetiva o menor caminho. Observe-o na tabela e também destacado em vermelho no grafo original.

Vértices	Distância ao vértice 0	Caminho mais curto
Vértice 0	0	0–0
Vértice 1	2	0–1
Vértice 2	6	0–2
Vértice 3	∞	
Vértice 4	∞	
Vértice 5	∞	
Vértice 6	∞	

Vértices	Distância	Caminho mais curto
Vértice 0	Distância 0 dele mesmo	0–0
Vértice 1	2	0–1
Vértice 2	6	0–2
Vértice 3	7	0–1–3
Vértice 4	14	0–1–3–4
Vértice 5	22	0–1–3–5
Vértice 6	19	0–1–3–4–6

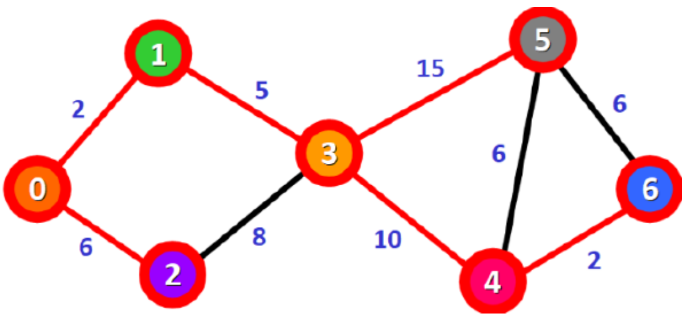

Figura 6.23: Algoritmo de Dijkstra - Fonte: Fernandes [7]

7

Propostas de atividades: Cultura Maker, Makey Makey e a Teoria dos Grafos

Neste capítulo, serão apresentadas propostas de atividades práticas que integram os princípios da Cultura Maker com o *Scratch* e o *Makey Makey*. O objetivo é favorecer a aprendizagem significativa de conteúdos relacionados à Teoria dos Grafos no contexto das aulas de matemática da educação básica.

A proposta aqui delineada visa transformar conceitos abstratos em vivências concretas, nas quais os alunos possam programar, construir e interagir fisicamente com representações de grafos.

7.0.1 As sete pontes de Königsberg

Como visto no capítulo sobre grafos, a origem dessa teoria está ligada ao famoso Problema das Sete Pontes de Königsberg, atualmente na Rússia. No século XVIII, os habitantes da cidade (então situada na Prússia) questionavam se seria possível atravessar todas as sete pontes do local, passando por cada ponte só uma única vez, e voltando à origem. O matemático Leonhard Euler, em 1736, analisou o desafio de forma abstrata, representando as partes de terra como vértices e as pontes como arestas, dando origem à Teoria dos Grafos. Ele demonstrou que tal trajeto era impossível, pois havia quatro vértices com grau ímpar, quando todos deveriam ter grau par. Essa descoberta marcou o início de um campo fundamental da matemática, com aplicações em redes, transportes e diversas outras áreas: A Teoria dos Grafos.

Com base nesse contexto histórico e científico, o plano de aula a seguir propõe uma atividade prática e interdisciplinar para introduzir os estudantes a esse fascinante conceito. A proposta alia matemática, tecnologia e sustentabilidade, convidando os alunos a construírem um controle de vídeo game de materiais recicláveis (como papelão, tampas, fios e papel alumínio) em conjunto com o kit Makey Makey.

Abertura das atividades

Sugerimos que o professor inicie a aula destacando que os estudantes serão os protagonistas. Em seguida, é importante fazer uma breve contextualização histórica, explicando que irão conhecer e tentar resolver um desafio matemático muito antigo: o Problema das Sete Pontes de Königsberg. Para resolver o desafio proposto, os alunos utilizarão recursos manuais, construindo seus próprios objetos e ferramentas, e também farão uso da tecnologia, interagindo com um jogo já programado que simula o problema das sete pontes. Essa combinação entre prática e tecnologia possibilitará uma aprendizagem mais significativa e envolvente.

Confecção do Controle

Nessa proposta, os alunos irão construir sua própria manete de controle utilizando materiais simples e recicláveis, como uma caixa de pasta de dentes, papel, canetinhas e massinha de modelar. Esse controle será conectado ao computador por meio do Makey Makey, permitindo que as criações dos alunos interajam diretamente com o jogo desenvolvido no Scratch.

O professor deve atuar como orientador, explicando os objetivos da atividade e o funcionamento dos materiais, mas permitindo que os estudantes explorem livremente sua criatividade, sem interferir no formato, tamanho ou estilo de cada controle. A seguir, temos uma imagem que pode servir de exemplo.

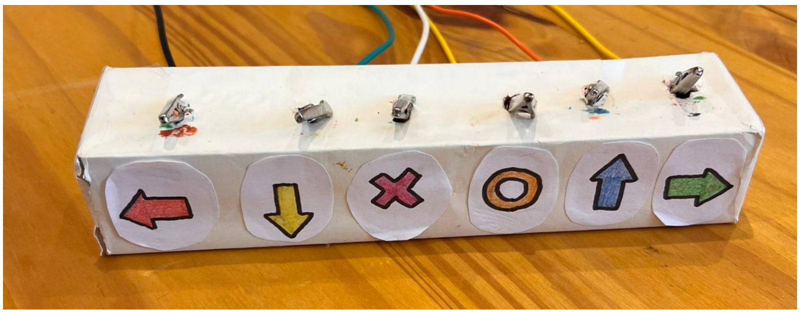

Figura 7.1: Controle Makey Makey (garras expostas) - Fonte: Próprio autor

Hora de Jogar

Agora que os estudantes já confeccionaram o controle, eles irão utilizá-lo e experimentá-lo para jogar o Jogo das Sete Pontes de

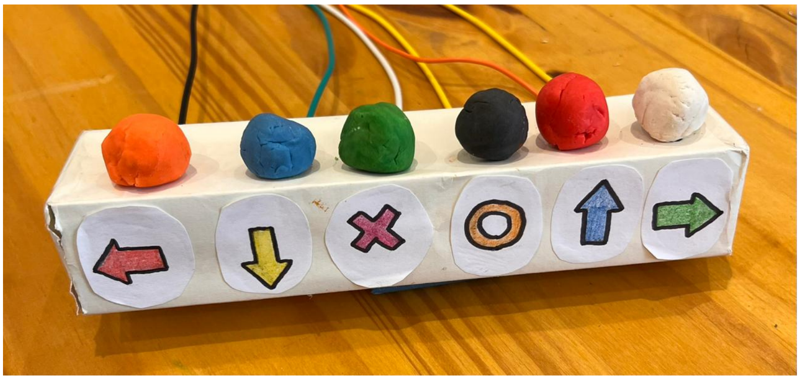

Figura 7.2: Controle Makey Makey finalizado - Fonte: Próprio autor

Königsberg, disponível no link https://scratch.mit.edu/projects/1191259314 (acesso em 20/01/2026) na plataforma Scratch. A atividade permitirá que explorem de forma lúdica o desafio proposto por Euler, interagindo com o jogo por meio do controle construído e conectado pelo Makey Makey. A seguir, há uma imagem da tela do jogo "As Sete pontes de Könisgsberg"que será utilizado nesta etapa. Também está disponível um vídeo curto mostrando o jogo em funcionamento no canal do YouTube “Prof. Tiago Santos e o Makey Makey”, acessível pelo link www.youtube.com/@Prof.TiagoeoMakeyMaley (acesso em 20/01/2026).

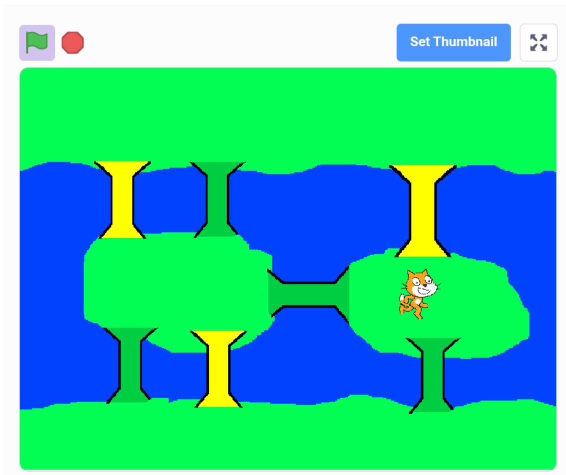

Figura 7.3: Tela do Jogo "As Sete Pontes de Konisgberg"no Scratch - Fonte: scratch.mit.edu

Durante essa exploração, os estudantes serão levados a observar padrões, perceber limitações e levantar hipóteses sobre a possibilidade (ou não) de completar o desafio. Essa experiência lúdica e investigativa favorece o desenvolvimento do pensamento computacional, do raciocínio lógico e da aprendizagem ativa, permitindo que o conhecimento seja construído de forma concreta e significativa.

O papel do professor é o de orientador, acompanhando as descobertas e provocando reflexões, mas sem interferir diretamente nas conclusões dos estudantes. Assim, os alunos poderão desenvolver suas próprias hipóteses e, por meio da experimentação e da observação, perceber por si mesmos que o problema das sete pontes de Königsberg parece não ter solução, compreendendo de forma prática o raciocínio lógico por trás desse clássico desafio da matemática.

O fim de uma atividade, o inicio de uma teoria

Após a etapa prática, em que os alunos experimentaram o jogo e perceberam que não é possível solucionar o Problema das Sete Pontes de Königsberg, o professor deve intervir de forma intencional, aproveitando o momento de descoberta dos estudantes. Antes de apresentar explicações teóricas, é importante promover um momento de diálogo, incentivando a reflexão e conduzindo os alunos à compreensão de que o problema não possui solução. Para isso, o professor pode propor perguntas como: "O que aconteceu quando vocês tentaram cruzar todas as pontes?", "Alguém conseguiu passar por todas sem repetir o caminho?", "O que vocês acham que torna esse desafio tão difícil?" e "Será que existe alguma regra matemática que explique por que não é possível resolver esse problema?". Esse diálogo inicial cria uma ponte entre a experiência prática e o início da aula expositiva.

Nesse momento, o professor deve explicar que foi justamente a análise desse problema que deu origem à Teoria dos Grafos, apresentada por Leonhard Euler no século XVIII. A partir disso, pode-se realizar uma aula expositiva abordando os principais conceitos e princípios dessa teoria, como vértices, arestas, grau de um vértice e caminhos em grafos, preparando os alunos para compreender como essas ideias se aplicam em diversos contextos práticos e tecnológicos.

Dessa forma, o Problema das Sete Pontes de Königsberg deixa de ser apenas uma curiosidade matemática e se transforma em uma ferramenta pedagógica poderosa, capaz de integrar ciência, tecnologia e criatividade. A utilização do Makey Makey e do Scratch estimula o protagonismo estudantil, a cooperação entre pares e a consciência ambiental, uma vez que a atividade faz uso de materiais recicláveis, valorizando a sustentabilidade e o reaproveitamento de recursos.

Mais do que compreender uma teoria matemática, os alunos vivenciam um processo de investigação científica e tecnológica, no qual experimentam, erram, testam e aprendem exatamente como fez Euler há quase trezentos anos, quando deu origem a uma das ideias mais elegantes da história da matemática. Possibilitando a compreenção de problemas, por meio dos grafos, os quais estão presentes em diversas atividades práticas.

7.0.2 O problema do Caixeiro Viajante

O Problema do Caixeiro Viajante (PCV) é um dos desafios clássicos mais conhecidos da matemática e da computação, pertencente ao campo da otimização combinatória. Ele consiste em encontrar o menor percurso possível, caso exista, que permita a um caixeiro visitar todas as cidades de uma lista exatamente uma vez e retornar ao ponto de partida. Apesar de parecer simples em sua formulação, trata-se de um problema extremamente complexo, pois o número de combinações cresce rapidamente conforme a quantidade de cidades aumenta. Por esse motivo, é amplamente utilizado para ensinar estratégias de organização, tomada de decisão, pensamento lógico e modelagem matemática. Além disso, o PCV possui aplicações reais em áreas como logística de entregas, roteamento de veículos, organização de circuitos eletrônicos e análises de deslocamentos urbanos — tornando-se, portanto, um excelente ponto de partida para atividades pedagógicas que conectam teoria e prática.

A aula proposta tem como objetivo aproximar os estudantes desse problema por meio de uma experiência dinâmica, exploratória e fundamentada na Cultura Maker, valorizando a aprendizagem ativa e a construção de conhecimento a partir de ações concretas. Dividida em quatro momentos articulados — introdução teórica, confecção de um mapa interativo, prática com jogo no Scratch e reflexão final —, a aula busca inserir o estudante como protagonista no processo, permitindo que ele manipule materiais, teste soluções, formule hipóteses e construa gradualmente conceitos da Teoria dos Grafos.

Apresentação da situação problema

Sugerimos que o professor inicie a atividade contextualizando o Problema do Caixeiro Viajante aos estudantes, explicando sua origem e destacando que se trata de um dos problemas clássicos mais estudados na matemática e na ciência da computação. Esse problema consiste em encontrar a menor rota possível que permita a um viajante visitar uma lista de cidades, passando por cada cidade apenas uma vez e retornando ao ponto de partida, sendo um desafio que cresce exponencialmente em complexidade conforme o número de locais aumenta. É importante destacar suas inúmeras aplicações reais, como na entrega de encomendas, transporte urbano, roteamento de veículos, organização de linhas de produção e até em sistemas computacionais que precisam otimizar caminhos internos. Nesse momento introdutório, o professor pode apresentar de forma simples o conceito de otimização, mostrando como a matemática pode auxiliar a comparar diferentes trajetos e identificar aquele que oferece o menor custo — seja de tempo, distância ou energia.

Em seguida, introduzem-se noções básicas da Teoria dos Grafos, evidenciando como os locais podem ser representados como vértices e os trajetos como arestas, possibilitando visualizar e analisar o problema de maneira estruturada. Após essa contextualização, os alunos serão orientados a confeccionar materiais e representações visuais do desafio, preparando-se para uma prática investigativa em que irão explorar rotas, testar hipóteses e refletir sobre a melhor forma de resolver a adaptação proposta do Problema do Caixeiro Viajante.

Desenvolvimento do Mapa Interativo

Nesta etapa da atividade, os estudantes irão construir um mapa físico inspirado no modelo apresentado pelo professor, levando em conta o cenário utilizado no jogo desenvolvido no Scratch para representar as rotas do caixeiro. Embora seja importante manter certa proximidade com a estrutura do mapa digital — para garantir coerência entre a versão física e a versão virtual — cada aluno terá liberdade para escolher o estilo visual, os materiais complementares e o modo de organização espacial que preferir. Essa autonomia permite que cada mapa reflita a criatividade individual, incorporando diferentes cores, formas e elementos gráficos, sem comprometer os pontos e caminhos necessários para a análise das possíveis rotas do caixeiro.

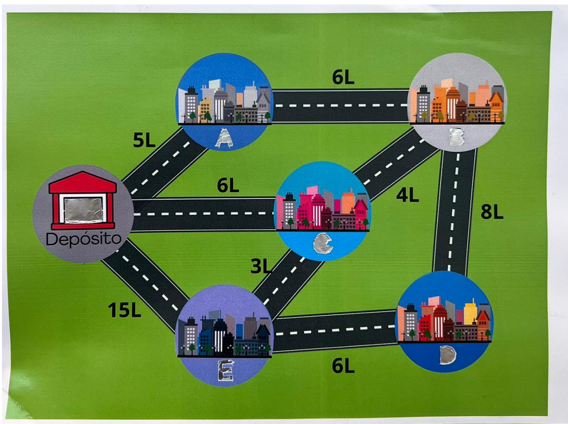

Figura 7.4: Mapa Interativo para Problema do Caixeiro Viajante - Fonte: Próprio autor

A confecção do mapa integra diretamente os princípios da Cultura Maker, estimulando o “aprender fazendo” e promovendo experiências práticas que aproximam teoria e experimentação. Para que o mapa funcione como uma interface interativa, os caminhos entre as “cidades” ou pontos do percurso deverão ser cobertos com tiras de papel alumínio, que atuará como condutor elétrico. Isso permitirá conectar o mapa ao Makey Makey, transformando-o em um dispositivo de entrada capaz de controlar o avatar do caixeiro no jogo do Scratch. Nesse processo, os alunos trabalham com competências variadas: coordenação motora fina, criatividade, raciocínio lógico, noções básicas de eletricidade e compreensão espacial do problema.

Após finalizarem seus mapas, é fundamental que os estudantes realizem a conexão com o computador por meio do Makey Makey para verificar sua funcionalidade. Nessa etapa, eles testarão se cada rota responde corretamente aos comandos do jogo no Scratch e se o percurso físico realmente corresponde às escolhas de caminho disponíveis no problema do caixeiro viajante. Esse momento de validação é essencial para que os alunos relacionem suas criações físicas ao modelo matemático trabalhado, compreendendo como diferentes rotas geram diferentes resultados e como a otimização do trajeto depende diretamente das escolhas representadas em seu próprio mapa.

Hora de praticar | Modelo exemplicativo

Neste momento da atividade, os estudantes irão interagir com o jogo desenvolvido no Scratch, criado especialmente para a adaptação do Problema do Caixeiro Viajante. Este jogo encontra-se disponível para uso no link https://scratch.mit.edu/projects/1207581049 (acesso em 20/01/2026), o professor deve apresentá-lo aos estudantes que irão jogá-lo. Ao jogar, eles explorarão diferentes rotas possíveis entre os pontos do mapa, observando na prática os desafios envolvidos em encontrar a sequência mais eficiente para visitar todos os locais. A proposta é que os alunos investiguem as soluções de maneira empírica, testando caminhos, comparando resultados e identificando, por tentativa e erro, quais trajetos reduzem o percurso total e quais acabam gerando deslocamentos desnecessários. Durante essa exploração, os estudantes irão registrar as rotas testadas, os pontos visitados e as ligações entre eles, iniciando assim a construção de um grafo representativo das escolhas realizadas ao longo do jogo. A imagem a seguir apresenta o jogo que será utilizado nesta prática. Assim como nas atividades anteriores, foi disponibilizado um vídeo demonstrativo no canal "Prof. Tiago Santos e o Makey Makey", disponivel em www.youtube.com/@Prof.TiagoeoMakeyMaley (acesso em 20/01/2026), ilustrando o funcionamento do jogo.

A experiência é essencialmente empírica: os alunos aprendem experimentando, discutindo entre si, comparando tentativas e registrando percepções. Gradualmente, começam a representar os caminhos percorridos na forma de um grafo, mesmo que de maneira inicial e intuitiva.

Formalizando Conceitos

Por fim, os estudantes se reúnem para analisar suas experiências e construir, com apoio do professor, o conhecimento formal relacio-

Figura 7.5: Tela do Jogo "O problema do Caixeiro Viajante"no Scratch - Fonte: scratch.mit.edu

nado ao problema. O docente conduz a discussão com perguntas orientadoras, evitando respostas diretas, para incentivar a elaboração de ideias pelos próprios alunos. A partir dos mapas criados, das jogadas testadas e dos grafos construídos, é possível sistematizar conceitos como vértices, arestas, ciclos, caminhos mínimos e estratégias de otimização. O professor evidencia como o trabalho prático se relaciona à teoria e como o estudante foi o centro de todo o processo investigativo.

7.0.3 O problema do Carteiro Chinês

O Problema do Carteiro Chinês, amplamente estudado na área da Matemática Discreta, trata da busca por um percurso otimizado que permita ao carteiro percorrer todas as ruas de um bairro ou cidade apenas uma vez; geralmente retornando ao ponto de partida. Um exemplo atual deste problema é o caminhão de coleta de lixo que precisa passar por todas as ruas da cidade, de preferência, com uma rota otimizada. Esse problema clássico estimula o raciocínio lógico, a análise de grafos e a compreensão de trajetos eficientes, sendo frequentemente utilizado como base para atividades pedagógicas que exploram situações reais por meio da matemática. Sua estrutura simples, porém rica em possibilidades, faz dele uma excelente ferramenta para desenvolver competências ligadas à resolução de problemas e à tomada de decisões.

A proposta de atividade que será apresentada consiste em uma readaptação contemporânea desse problema, trazendo para o estudante um contexto mais próximo de sua realidade cotidiana. Em vez de trabalhar apenas com o cenário tradicional do carteiro, a atividade insere elementos atuais como rotas urbanas modernas e serviços de entrega rápida, permitindo que o aluno reconheça a aplicabilidade do conteúdo em seu próprio ambiente. Essa atualização do contexto não apenas torna a tarefa mais significativa, mas também contribui para uma aprendizagem mais engajada.

Apresentação da situação problema

O professor deve iniciar a atividade contextualizando o Problema do Carteiro Chinês aos estudantes, explicando sua origem, sua aplicação e sua relação com situações reais que envolvem planejamento de trajetos. Nesse momento inicial, é importante apresentar de forma simples o conceito de otimização, destacando como a matemática pode ajudar a encontrar caminhos mais eficientes, e introduzir noções básicas da Teoria dos Grafos, como vértices, arestas e percursos. O problema a ser apresentado deve ser uma adaptação mais atual do problema do carteiro chinês, segue sugestão de problema adaptado:

> Ajude um carteiro a planejar a rota mais segura e eficiente para realizar suas entregas em uma cidade que conta com trânsito intenso, semáforos e ruas de mão dupla. O objetivo é definir um percurso que permita passar por todas as ruas, evitando caminhos desnecessários e reduzindo o tempo de deslocamento. Considere que as ruas de mão dupla precisam ser percorridas duas vezes para completar o serviço.

Após essa introdução, os alunos serão orientados a confeccionar materiais e representações visuais do problema, preparando-se para uma prática dinâmica em que irão buscar soluções para o desafio proposto, explorando rotas, analisando conexões e refletindo sobre a melhor forma de percorrer todo o trajeto.

Confecção do mapa interativo

Nesta etapa da atividade, os alunos irão elaborar um mapa inspirado no modelo apresentado pelo professor, tomando como referência o cenário utilizado no jogo desenvolvido no Scratch. Segue a imagem de um mapa construído para exemplificar.

Embora seja importante manter certa semelhança com o mapa virtual para facilitar a conexão entre as etapas da tarefa, cada estudante terá liberdade para utilizar o design e os materiais que preferir, estimulando a criatividade e a autoria. Essa flexibilidade permite que o mapa final reflita escolhas pessoais, cores e estilos próprios, ao mesmo tempo em que preserva os elementos essenciais do percurso que será explorado durante a resolução do problema.

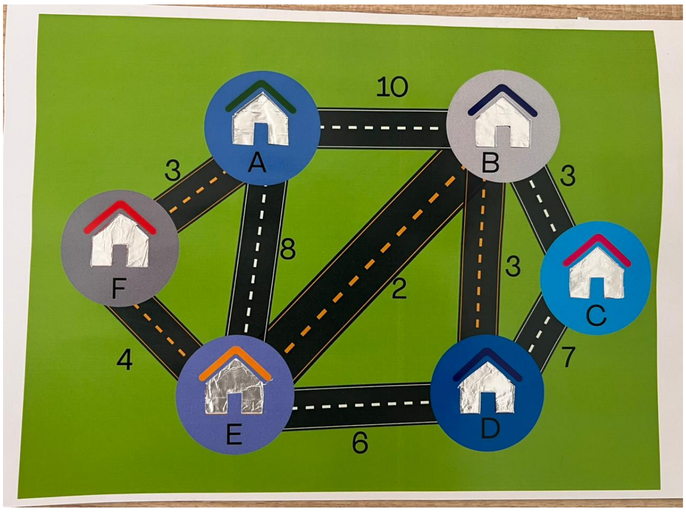

Figura 7.6: Mapa Interativo para Problema do Carteiro - Fonte: Próprio autor

A construção do mapa faz parte da proposta alinhada à Cultura Maker, que incentiva a criação de soluções manuais para desafios reais. Para isso, o percurso desenhado deverá incluir tiras ou caminhos feitos com papel alumínio, que funcionará como condutor elétrico, possibilitando a conexão do mapa físico ao Makey Makey e, posteriormente, ao computador onde o jogo estará programado.

É importante que após confeccionado o mapa, os estudantes possam conectá-lo ao computador por meio do Makey Makey e verificar sua funcionalidade junto ao jogo na plataforma Scratch.

Hora da prática | Modelo exemplicativo

Neste momento, os estudantes irão aprender com o jogo programado no Scratch, retratando o problema que os foi apresentado anteriormente. O jogo encontra-se disponível para uso no link https://scratch.mit.edu/projects/1200075271 (acesso em 20/01/2026), o professor irá apresentá-lo aos estudantes que irão jogá-lo, explorando o percurso do carteiro e observando, na prática, os desafios relacionados à otimização do trajeto. A proposta é que eles busquem soluções de forma empírica, experimentando diferentes caminhos dentro do jogo para compreender, por tentativa e erro, quais percursos são mais eficientes e quais apresentam repetições desnecessárias.

Durante essa exploração, os alunos começarão a registrar os pontos percorridos, as conexões entre eles e as rotas possíveis, dando início à construção de um grafo, que representará visualmente o trajeto analisado. Novamente foi disponibilizado um vídeo curto mostrando o jogo em funcionamento no canal do YouTube “Prof. Tiago Santos e o Makey Makey”, acessível pelo link www.youtube.com/@Prof.TiagoeoMakeyMaley (acesso em 20/01/2026).

O papel do professor nessa fase é acompanhar, questionar e

Figura 7.7: Tela do Jogo "As Sete Pontes de Konisgberg"no Scratch - Fonte: scratch.mit.edu

apoiar o raciocínio dos estudantes, sem apresentar respostas prontas ou interferir de modo diretivo no processo de descoberta. Cabe ao docente lançar perguntas que provoquem reflexão, incentivar comparações entre rotas, sugerir que os estudantes revisitem suas representações e repensem suas decisões. Dessa forma, os alunos podem construir seu aprendizado de maneira ativa, desenvolvendo autonomia, pensamento crítico e compreensão progressiva dos conceitos envolvidos na resolução do Problema do Carteiro Chinês.

Formalizando Conceitos

Por fim, neste último momento, ocorre a reflexão e a sistematização dos conhecimentos desenvolvidos ao longo da atividade. Os estudantes se reúnem para analisar as estratégias utilizadas na resolução do desafio do Carteiro Chinês, compartilhando suas experiências e construindo, com a mediação do professor, o conhecimento matemático formal envolvido. O docente pode conduzir a discussão por meio de perguntas orientadoras, evitando respostas prontas, de modo a estimular a argumentação, a troca de ideias e a construção coletiva do saber. Segue algumas sugestões de perguntas:

- Quais critérios vocês utilizaram para escolher a rota inicial do carteiro?
- Foi possível passar por todas as ruas sem repetir nenhum trecho? Por quê?
- Em quais situações foi necessário repetir uma rua? O que isso nos mostra sobre o mapa analisado?
- Como as ruas de mão dupla influenciaram a escolha do percurso?
- Quais caminhos tornaram o percurso mais longo ou mais curto?

É "dever"do professor observar a atividade atentamente e utilizar destas ou formular novas perguntas orientadores de forma que fiquem adequadas com a prática e suas exclusivas peculiaridade. A partir das rotas planejadas, dos percursos testados e dos esquemas elaborados, são organizados conceitos como vértices, arestas, caminhos, ciclos e estratégias de otimização. Evidencia-se, assim, a relação entre a prática realizada e os conceitos matemáticos estudados.

7.0.4 O Problema das Três Casas

O Problema das Três Casas e Três Serviços, amplamente abordado no estudo da Matemática Discreta, propõe o desafio de conectar três residências a três serviços distintos, como água, energia e internet, sem que as ligações se cruzem. Neste problema, "há duas retas paralelas", as casas estão situadas ao longo de uma reta e os serviços ao longo da outra reta. Esse problema clássico estimula o raciocínio lógico, a visualização espacial e a análise de conexões, sendo frequentemente utilizado como base para atividades pedagógicas que exploram limites e possibilidades de representação em redes. Sua estrutura simples, mas conceitualmente profunda, faz dele uma importante ferramenta para desenvolver competências relacionadas à resolução de problemas, à argumentação e à compreensão de restrições em sistemas interligados.

Apresentação da situação problema

O professor pode iniciar a atividade contextualizando o Problema das Três Casas aos estudantes, explicando sua origem e sua relação com desafios que envolvem conexões e organização de redes, por exemplo. Nesse momento inicial, é importante apresentar de forma simples a ideia de ligação entre pontos, destacando como a matemática pode ajudar a analisar possibilidades e limitações em situações do cotidiano. Também "devem"ser introduzidas (caso não seja do conhecimento da turma) algumas noções básicas de grafos, como pontos de conexão e ligações, de modo acessível e sem formalismos excessivos. A seguir, apresenta-se uma sugestão de como o problema pode ser apresentado aos estudantes:

Em um novo conjunto habitacional, três casas precisam ser conectadas a três serviços essenciais, como internet, energia elétrica e abastecimento de água. As casas estão alinhadas e em um alinhamento paralelo ao das casas devem aparecer os três serviços. O desafio é traçar as ligações entre cada casa e cada serviço de forma que nenhuma das conexões se cruze. Isso é ou não possível?

Após serem apresentados a situação problema, os estudante iniciarão um processo de conjecturas, buscando responder o questionamento. Neste momento, o professor irá indicar o próximo passo da atividade.

Confecção do Controle

Nesse momento, os discentes poderão realizar uma adaptação ao controle construído para a atividade das Sete Pontes de Königsberg, ou irão realizar a construção de um novo. O controle deve conter "botões indicando cada uma das três casas e cada um dos três serviços", esse controle pode ser confeccionado de diversas formas e utilizando de diversos materias de forma que possa ser conectado ao computador por meio do Makey Makey. Segue um modelo exemplo de controle:

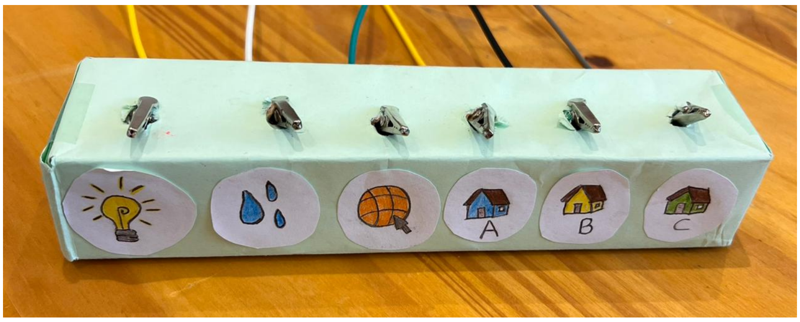

Figura 7.8: Controle para o problema das três casa e três serviços (garras expostas) - Fonte: Próprio autor

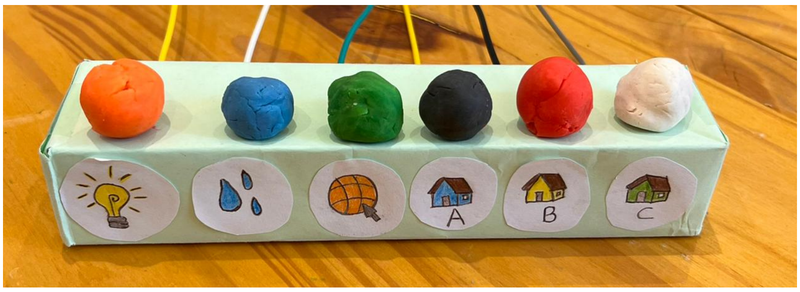

Figura 7.9: Controle para o problema das três casa e três serviços - Fonte: Próprio autor

Observe que o controle apresentado foi confecionado utilizando de uma caixa de creme dental, envelopada com papel. Cada uma das etiquetas dos "botões"foram desenhadas e coloridas. Na caixa, foram feitos furos, nos quais foram passadas as garras jacaré do Makey Makey, estas foram tampadas com macinha de modelar magnetizadas (condutoras de energia). Este é apenas um exemplo de controle a ser contruído.

Esse processo de construção do controle caracteriza-se como uma prática da Cultura Maker. Ao utilizar materiais simples e recicláveis, os alunos assumem um papel ativo na construção do próprio recurso, testando ideias, resolvendo problemas e adaptando soluções conforme suas necessidades. Nesse contexto, o professor atua como mediador.

Hora da prática | Modelo exemplicativo

Esta é a etapa da proposta na qual os alunos poderão experimentar suas conjecturas e buscar responder à situação problema a qual foram apresentados. Para isso, os discentes irão aprender com um jogo programado no Scratch, retratando o problema em questão, o qual está disponível para uso no link https://scratch.mit.edu/projects/1169907725 (acesso em 20/01/2026). O professor irá apresentá-lo aos estudantes que irão jogá-lo, explorando o as possíbilidades de ligações entre as casas e os serviços. Segue uma imagem da tela inicial do jogo programado no Scratch e um vídeo prévio, da atividade sendo realizada foi disponibilizado no canal do YouTube “Prof. Tiago Santos e o Makey Makey”, acessível pelo link www.youtube.com/@Prof.TiagoeoMakeyMaley (acesso em 20/01/2026).

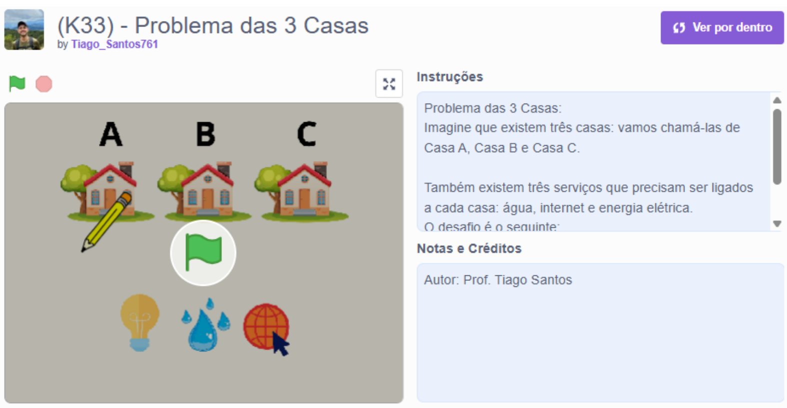

Figura 7.10: Tela do Jogo "Três casas e três serviços"no Scratch - Fonte: scratch.mit.edu

Formalizando Conceitos

Por fim, neste último momento, ocorre a reflexão e a sistematização dos conhecimentos desenvolvidos ao longo da atividade.

Os estudantes se reúnem para analisar as estratégias utilizadas na resolução do desafio das Três Casas, compartilhando suas tentativas, dificuldades e conclusões ao longo do processo. A partir das representações construídas e das conexões realizadas.

O professor "deve"monitorar, conduzindo a aula por meio de perguntas orientadoras, evitando respostas prontas, de modo a incentivar a argumentação, a troca de ideias e a construção coletiva do conhecimento. Dessa forma, consolida-se a relação entre a atividade prática desenvolvida e os conceitos formais da Matemática, reforçando o protagonismo dos estudantes e promovendo uma aprendizagem significativa.

7.0.5 O Problema do Caminho Seguro | Variação do Problema do Menor Caminho

O problema do menor caminho, amplamente estudado na Matemática Discreta e na Teoria dos Grafos, consiste em determinar a rota de menor custo entre dois pontos de uma rede, considerando distâncias, pesos ou tempos associados às arestas. Um dos métodos mais conhecidos para a sua resolução é o algoritmo de Dijkstra, que permite identificar, de forma sistemática, os caminhos mais eficientes em grafos ponderados. Esse problema estimula o desenvolvimento do raciocínio lógico e da tomada de decisão, além de favorecer a compreensão de situações reais, como deslocamentos urbanos, rotas de transporte e fluxos de informação. A aparente simplicidade do enunciado contrasta com a riqueza conceitual envolvida, tornando-o um recurso pedagógico relevante para o trabalho com estratégias, otimização e resolução de problemas.

Apresentação da situação problema

O professor pode iniciar a atividade explicando a essência do Problema do Menor Caminho. A seguir, disponibilizamos uma sugestão de como o problema pode ser apresentado aos estudantes em um contexto atual:

Um estudante precisa caminhar até a escola e, por precaução, deve escolher a rota mais segura para realizar esse percurso. Para isso, cada rua do trajeto recebe uma nota associada ao seu índice de perigo, representando o nível de risco envolvido. Diante desse cenário, o estudante deve analisar as diferentes possibilidades de caminho entre sua casa e a escola e determinar aquela cujo índice total de perigo seja o menor possível, caracterizando, assim, o percurso mais seguro.

Após a apresentação da situação-problema, os estudantes iniciarão um processo de formulação de conjecturas, buscando responder ao questionamento proposto. Nesse momento, o professor assume o papel de mediador, orientando os alunos e indicando o próximo passo a ser desenvolvido na atividade.

Confecção do Mapa

Nesta etapa da atividade, os estudantes serão orientados a construir um mapa físico relacionado ao problema do caminho seguro, tomando como base o modelo apresentado pelo professor e o cenário utilizado no jogo. Esse mapa representará o percurso entre a casa e a escola, incluindo as diferentes ruas e possibilidades de trajeto, servindo como suporte concreto para a análise do caminho com menor índice de perigo. A imagem apresentada a seguir tem a finalidade de exemplificar uma possível construção desse mapa.

Figura 7.11: Mapa Interativo para Problema do Caminho Seguro - Fonte: Próprio autor

Embora seja recomendável manter certa proximidade com o mapa virtual, de modo a facilitar a articulação entre as etapas da atividade, cada estudante terá liberdade para definir o design, os materiais e os detalhes visuais do seu mapa. Essa flexibilidade favorece a criatividade, a autoria e a expressão pessoal, permitindo que o produto final apresente cores, estilos e escolhas próprias, sem perder os elementos essenciais necessários para a resolução do problema proposto.

A construção do mapa está alinhada aos princípios da Cultura Maker, que valorizam o aprender fazendo, a experimentação e a criação de soluções. Para isso, o percurso poderá ser elaborado com trilhas confeccionadas em papel alumínio, que atuarão como condutores elétricos, possibilitando a conexão do mapa físico ao Makey Makey e, posteriormente, ao computador onde o jogo está programado. Essa etapa envolve habilidades manuais, pensamento criativo e a compreensão de noções básicas de circuitos.

Após a finalização do mapa, é fundamental que os estudantes realizem a conexão com o computador por meio do Makey Makey, testando sua funcionalidade e verificando sua integração com o jogo desenvolvido na plataforma Scratch.

Hora da prática | Modelo exemplicativo

Neste momento da atividade, os estudantes irão interagir com um jogo desenvolvido no Scratch que representa o Problema do Caminho Seguro apresentado anteriormente. O jogo está disponível para uso no link https://scratch.mit.edu/projects/1169926508 (acesso em 20/01/2026) e deverá ser apresentado pelo professor, que orientará os alunos durante a exploração. Novamente, foi disponibilizado um vídeo curto mostrando o jogo em funcionamento no canal do YouTube “Prof. Tiago Santos e o Makey Makey”, acessível pelo link www.youtube.com/@Prof.TiagoeoMakeyMaley (acesso em 20/01/2026). Ao jogar, os estudantes irão analisar os diferentes percursos possíveis entre os pontos de origem e destino, observando, na prática, os desafios envolvidos na escolha do caminho mais seguro. A proposta é que busquem soluções de maneira exploratória, testando diferentes rotas e avaliando seus resultados, de modo a compreender, por meio da experimentação e da tentativa e erro, quais trajetos apresentam menor índice de perigo e quais envolvem escolhas menos adequadas ou percursos redundantes.

Figura 7.12: Tela do Jogo "Problema do Caminho Seguro"no Scratch - Fonte: scratch.mit.edu

Após um breve período de experimentação livre, no qual os estudantes exploram o jogo de forma intuitiva e levantam hipóteses sobre os melhores percursos, o professor pode realizar uma intervenção pedagógica com o objetivo de sistematizar o conhecimento construído até então. Nesse momento, é apresentado o Algoritmo de

Dijkstra, contextualizando sua finalidade e explicando, de maneira acessível, como ele pode ser utilizado para determinar o caminho de menor custo em um grafo ponderado, relacionando cada rua do mapa ao respectivo índice de perigo.

Em seguida, os estudantes são convidados a aplicar o algoritmo à situação-problema do caminho seguro, analisando passo a passo os vértices, as arestas e os pesos envolvidos, de modo a identificar o percurso que apresenta o menor índice total de perigo entre a casa e a escola. Após essa etapa de aplicação orientada, os alunos retornam ao jogo no Scratch com um novo olhar, agora fundamentado no uso do algoritmo de Dijkstra.

Formalizando Conceitos

Para finalizar a atividade, propõe-se a realização de uma roda de conversa com os estudantes, com o objetivo de promover a reflexão sobre todo o processo vivenciado. Nesse momento, os alunos são incentivados a relatar as dificuldades encontradas na escolha do caminho mais seguro antes da aplicação do algoritmo de Dijkstra e a comparar essa experiência com os resultados obtidos após a utilização do procedimento formal. Acreditamos que a discussão coletiva permitirá evidenciar como a resolução do problema se torna mais clara, organizada e eficiente com o auxílio do algoritmo, possibilitando que os próprios estudantes reconheçam e concluam de que maneira essa estratégia matemática contribui para a análise e a tomada de decisões em situações semelhantes, tanto no contexto escolar quanto em problemas do cotidiano.

8 Considerações finais

A realização desta dissertação permitiu refletir, de forma aprofundada, sobre as possibilidades de integração entre Cultura Maker, tecnologia educacional e o ensino de Matemática na educação básica; em especial no que se refere à Teoria dos Grafos. Ao longo do trabalho, buscou-se evidenciar que abordagens pedagógicas que valorizam o protagonismo do estudante, a experimentação e a construção ativa do conhecimento podem contribuir para tornar o ensino mais significativo, dinâmico e conectado à realidade escolar. As propostas apresentadas demonstram que conceitos matemáticos, muitas vezes vistos como abstratos ou distantes, podem ser explorados de maneira acessível e instigante quando articulados a práticas criativas e investigativas.

Embora as atividades propostas não tenham sido aplicadas em sala de aula, a construção e organização dessas propostas constituem um material pedagógico relevante, pensado para apoiar professores da educação básica em seus planejamentos e práticas. Ao apresentar desafios inspirados em problemas clássicos da Teoria dos Grafos, integrados ao uso do Makey Makey e a princípios da Cultura Maker, o trabalho oferece subsídios que podem ser adaptados a diferentes contextos escolares, respeitando as realidades locais e a autonomia docente. Dessa forma, a dissertação cumpre seu papel propositivo, ao disponibilizar caminhos possíveis para a inovação no ensino de Matemática.

Do ponto de vista pessoal e profissional, este trabalho contribuiu de maneira significativa para a formação do autor. O processo de estudo, escrita, reflexão e diálogo com a literatura permitiu ampliar a compreensão sobre o ensino de matemática.

Destaca-se, ainda, a experiência positiva de apresentação deste trabalho, em parceria com o orientador Luís Felipe, no III Workshop Nacional do Profmat e também no II Simpósio de Pós-graduação da UFV - Florestal. A oportunidade de compartilhar as ideias desenvolvidas nesta dissertação com outros professores e pesquisadores, trocar experiências e dialogar sobre práticas pedagógicas inovadoras contribuiu para o amadurecimento do trabalho e reforçou a relevância do tema no cenário da Educação Matemática. Esse momento evidenciou o potencial da pesquisa para dialogar com a prática docente e para inspirar outras iniciativas na área.

Por fim, há boas expectativas em relação aos desdobramentos deste estudo, bem como o desejo de continuidade de investigações que articulem matemática, tecnologia e práticas pedagógicas inovadoras.

Acredita-se que o campo explorado nesta dissertação ainda oferece inúmeras possibilidades de pesquisa e aplicação, especialmente no contexto da educação básica. Assim, este trabalho não se encerra em si mesmo, mas se coloca como um ponto de partida para novas reflexões, experiências e produções que contribuam para um ensino de Matemática mais significativo, criativo e alinhado às demandas contemporâneas.

Bibliografia

[1] Anjos, L. M. dos e Franco, M. L. Da teoria à prática: como evidenciar, a Matemática ... ISBN 978-65-270-4722-3. São Paulo: Editora Dialética, 2024, p. 208.

[2] Baptista, M. F. "Novo enfoque no ensino da matemática: relato de experiência – dimensionar, calcular e construir uma ponte em sala de aula". Comunicação XIV CIAEM-IACME. Trabalho publicado nos anais do Congresso Ibero-Americano de Educação Matemática. Chiapas, México, 2015. URL: Cita%5Cc%7Bc%7D%5C~%7Ba%7Do_Baptista.pdf.

[3] Blikstein, P. "Digital Fabrication and Making in Education: The Democratization of Invention". FabLabs: Of Machines, Makers and C. Büching. Ed. por Walter-Herrmann, J. e Büching, C. Bielefeld: Transcript Publishers, 2013.

[4] Bondy, J. A. e Murty, U. S. R. Graph Theory. New York: Springer, 2008.

[5] Brasil. "Base Nacional Comum Curricular". Ministério da Educação (20 de dez. de 2017). Portaria 1570. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. URL: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf (acesso em 25 de jul. de 2023).

[6] Damasceno, M. M. e Rodrigues-Moura, S. "Enseñanza de operaciones matemáticas con Scratch: notas para el aprendizaje construccionista mediado por tecnologías digitales". Revista Paradigma 41.Extra 2 (2020), pp. 147–171. DOI: 10.37618/PARADIGMA.1011-2251.0.p147-171.id860.

[7] Fernandes, A. G. S. Uma introdução à teoria dos grafos. Acesso em 28 jan. 2026. Florestal, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2023. URL: https://drive.google.com/file/d/1mN2GyeXXAtY8vwlubjob3ZZs9gMJU5r8/view?usp=sharing.

[8] Fournier, J.-C. "Démonstration simple du théorème de Kuratowski et de sa forme duale". Discrete Mathematics 31 (1980), pp. 329–332.

[9] Hatch, M. The Maker Movement Manifest. Obra que apresenta e sistematiza o Manifesto do Movimento Maker. New York: McGraw-Hill Education, 2013.

[10] Jurkiewicz, S. Grafos. Apostila 5 da OBMEP. Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas. Rio de Janeiro, 2009. URL: http://www.obmep.org.br/docs/apostila5.pdf.

[11] Makey Makey. Makey Makey in the Math Classroom! Blog post do site oficial da Makey Makey sobre o uso da ferramenta em atividades de matemática. Joylabz / Makey Makey. Out. de 2023. URL: https://makeymakey.com/blogs/blog/makey-makey-in-the-math-classroom?srsltid=AfmBOopYlec-HkOqFlTYK47Ymx_XXo0KuqSPOvMqdHeKbWYzmg1M-MDy.

[12] Mezadri, M. "Introduzindo o ensino da geometria através de uma atividade lúdica usando "jujubas"". Acesso em 20 jan. 2026. Monografia (Especialização em Ensino da Matemática no Ensino Médio). Tapejara, RS, Brasil: Universidade Federal de Santa Maria, 2016. URL: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/14937/TCCE_EMEM_EaD_2016_MEZADRI_MACIEL.pdf?sequence=1%5C&isAllowed=y.

[13] Moran, J. M. Metodologias ativas para uma educação inovadora. Porto Alegre: Penso, 2018.

[14] Neto, J. R. et al. "A Cultura Maker como Metodologia Ativa de Ensino ..." Ensino, Educação e Ciências Humanas 25.1 (2024), pp. 107–115. DOI: 10.17921/2447-8733.2024v25n1p107-115.

[15] Novais, W. Cultura Maker III ... ASIN B0C7FDJKPM, publicado em 7 de junho de 2023. Edição Digital (eBook), 2023.

[16] Novais, W. Cultura Maker IV ... ASIN B0CY4DJXGJ, publicado em 14 de março de 2024. Edição Digital (eBook), 2024.

[17] Novais, W. Cultura Maker Vol I ... ASIN B0BW9TL8XH, publicado em 19 de fevereiro de 2023. eBook, 2023.

[18] Novais, W. Cultura Maker Vol II ... ASIN B0C75HRNQC, publicado em 4 de junho de 2023. Edição Digital (eBook), 2023.

[19] Papert, S. Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas. New York: Basic Books, 1980.

[20] Ramos, E. d. S. Uso da calculadora no ensino de matemática ... Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Licenciatura em Matemática. Arapiraca, AL, Brasil, 2019. URL: https://ud10.arapiraca.ufal.br/repositorio/publicacoes/3151?utm_source.

[21] Rancan, G. e Giraffa, L. M. M. "Utilizando manipulação, visualização e tecnologia como suporte ao ensino de geometria". Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (2012). Artigo apresentado como suporte metodológico ao ensino de geometria baseado em manipulações e visualizações.

[22] Resnick, M. et al. "Scratch: Programming for All". Communications of the ACM 52.11 (2009), pp. 60–67.

[23] S.Paulo, F. de. Educação maker deve ir além do laboratório ... Imagem consultada no site da Folha de S.Paulo. Fev. de 2021. URL: https://www1.folha.uol.com.br/mpme/2021/02/educacao-maker-deve-ir-alem-do-laboratorio-nas-escolas.shtml.

[24] Senador Canedo, P. M. de. Projeto de robótica transforma o ensino em Senador Canedo. Imagem consultada no site da Prefeitura Municipal de Senador Canedo. Out. de 2025. URL: https://senadorcanedo.go.gov.br/projeto-de-robotica-transforma-o-ensino-em-senador-canedo/.

[25] Silver, J. e Rosenbaum, E. "Makey Makey: Improvising Tangible and Nature-Based User Interfaces". Proceedings of the Sixth International Conference ... ACM, 2012, pp. 367–370.

[26] Sprandel, L. Robótica e Educação Maker. Primeira publicação, 2023. Edição Online, 2023.

[27] West, D. B. Introduction to Graph Theory. 2ª ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2001.