

**ENTRE A CICLOIDE E O
CRONÔMETRO: A
DESCOBERTA DA
BRAQUISTÓCRONA PELOS
ALUNOS DO
FUNDAMENTAL II DA
ESCOLA MUNICIPAL LICEU
RIBAMARENSE III**

**BETWEEN THE CYCLOID AND THE STOPWATCH: THE DISCOVERY OF THE
BRACHISTOCHRONE BY LOWER SECONDARY STUDENTS AT LICEU
RIBAMARENSE III MUNICIPAL SCHOOL**

Ciências Exatas e da Terra, Ciências Humanas • 09/09/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/788923123](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/788923123)

Raimundo José Pinto Cutrim¹

Marcos Nascimento Azevedo²

RESUMO

Este artigo apresenta o relato de uma experiência pedagógica desenvolvida com estudantes do Ensino Fundamental II da Escola Municipal Liceu Ribamarense III, em São José de Ribamar-MA, com o objetivo de investigar o problema da braquistócrona por meio da experimentação, da modelagem matemática e do uso de tecnologias digitais. A proposta buscou tornar acessíveis conceitos historicamente associados ao cálculo variacional, articulando conhecimentos matemáticos, físicos e históricos. As atividades envolveram a construção de rampas com diferentes trajetórias, a representação da cicloide no software GeoGebra, o uso de um cronômetro digital desenvolvido com Arduino para medição dos tempos de descida e a produção de um jornal científico para divulgação das etapas do projeto. A pesquisa, de abordagem qualitativa e caracterizada como relato de experiência, utilizou observação participante, registros escritos, diário de campo e registros fotográficos como instrumentos de coleta de dados. Os resultados evidenciaram avanços na compreensão dos conceitos investigados, no desenvolvimento da argumentação matemática, da autonomia intelectual e do protagonismo discente. A culminância ocorreu na I Feira Municipal de Matemática de São José de Ribamar-MA, ampliando as oportunidades de comunicação e socialização científica. Conclui-se que a integração entre investigação, experimentação, modelagem, tecnologias digitais e divulgação científica favorece aprendizagens mais significativas e contribui para uma Educação Matemática contextualizada, crítica e socialmente relevante.

Palavras-chave: Ensino de Matemática; Experimentação; Investigação Matemática; Tecnologias Digitais; Protagonismo Discente.

ABSTRACT

This article presents a report of a pedagogical experience developed with lower secondary school students from Escola Municipal Liceu Ribamarense III, located in São José de Ribamar, Maranhão, Brazil. The project aimed to investigate the classical brachistochrone problem through experimentation, mathematical modeling, and the use of digital technologies. The proposal sought to make concepts historically associated with the calculus of variations accessible by integrating mathematical, physical, and historical knowledge. The activities included the construction of ramps with different trajectories, the representation of the cycloid using GeoGebra software, the use of a digital timer developed with Arduino to measure descent times, and the production of a scientific newsletter to disseminate the stages of the project. This qualitative study, characterized as an experience report, employed participant observation, students' written records, field notes, and photographic records as data collection instruments. The results revealed advances in the understanding of the investigated concepts, as well as improvements in mathematical argumentation, intellectual autonomy, and student protagonism. The project culminated in its presentation at the 1st Municipal Mathematics Fair of São José de Ribamar, expanding opportunities for scientific communication and knowledge dissemination. The findings indicate that the integration of investigation, experimentation, mathematical modeling, digital technologies, and scientific communication promotes more meaningful learning and contributes to a contextualized, critical, and socially relevant Mathematics Education.

Keywords: Mathematics Education; Experimentation; Mathematical Investigation; Digital Technologies; Student Protagonism.

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Matemática na educação básica tem sido marcado pelo desafio de tornar conceitos abstratos acessíveis e significativos para os estudantes. Em muitos contextos escolares, a ênfase em abordagens excessivamente formais e descontextualizadas tem limitado a compreensão conceitual e contribuído para o distanciamento dos estudantes em relação à Matemática escolar. Diante desse cenário, torna-se fundamental a adoção de práticas pedagógicas que articulem teoria e prática, favorecendo a participação ativa dos estudantes no processo de construção do conhecimento.

Nessa perspectiva, a utilização de atividades investigativas e experimentais apresenta-se como uma possibilidade pedagógica relevante, pois permite ao aluno explorar situações-problema, formular hipóteses, testar ideias e discutir resultados. Tal abordagem dialoga com a concepção de aprendizagem significativa proposta por Ausubel (2003), segundo a qual a assimilação de novos conhecimentos ocorre de maneira mais consistente quando estes se relacionam aos saberes prévios dos estudantes. Do mesmo modo, aproxima-se da visão freireana de educação, que compreende o ensino como um processo dialógico, no qual o conhecimento é construído coletivamente a partir da problematização da realidade (FREIRE, 1996).

Inserido nesse contexto, o problema da braquistócrona, formulado no século XVII, constitui um exemplo clássico da Matemática que articula conceitos de geometria, física e história da ciência. Embora tradicionalmente associado ao cálculo variacional, esse problema pode ser explorado de forma acessível na educação básica quando mediado por experimentação e recursos tecnológicos. A investigação da trajetória de menor tempo de descida permite aos

estudantes refletirem sobre noções de movimento, tempo e percurso, ampliando a compreensão desses conceitos por meio da observação empírica.

Dessa forma, o presente artigo, tem como objetivo relatar e analisar uma experiência pedagógica desenvolvida com alunos do Ensino Fundamental II da Escola Municipal Liceu Ribamarense III, no município de São José de Ribamar-MA. A proposta integrou experimentação, uso de tecnologias educacionais e fundamentação teórica para investigar o problema da braquistócrona, buscando evidenciar as contribuições dessa abordagem para a aprendizagem matemática, o protagonismo discente e a reflexão sobre a prática docente.

Apesar das discussões sobre ensino investigativo e experimentação no ensino de Matemática, ainda são escassos os relatos que exploram problemas clássicos, como a braquistócrona, de forma acessível no Ensino Fundamental II.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A aprendizagem matemática na educação básica demanda abordagens pedagógicas que possibilitem aos estudantes compreender conceitos abstratos de maneira significativa e contextualizada. Segundo Ausubel (2003), a aprendizagem ocorre de forma mais consistente quando novos conhecimentos se relacionam de maneira não arbitrária aos saberes já presentes na estrutura cognitiva do aluno. Dessa forma, considerar os conhecimentos prévios dos estudantes torna-se um elemento central no planejamento de práticas pedagógicas que visem à construção efetiva do conhecimento matemático.

A aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação se relaciona, de maneira não arbitrária e substantiva, com aquilo que o aprendiz já sabe. Isso implica que o material a ser aprendido deve ser potencialmente significativo e que o aprendiz deve apresentar uma disposição para relacionar o novo conteúdo com sua estrutura cognitiva pré-existente (AUSUBEL, 2003, p. 71).

Nesse sentido, atividades investigativas e experimentais configuram-se como estratégias didáticas relevantes, pois permitem que os alunos participem ativamente do processo de aprendizagem, explorando situações-problema, formulando hipóteses e analisando resultados. Para Ponte, Brocardo e Oliveira (2006), a investigação matemática em sala de aula favorece o desenvolvimento do raciocínio, da argumentação e da autonomia intelectual dos estudantes, aproximando a prática escolar do modo como o conhecimento matemático é produzido.

Investigar em Matemática não significa apenas resolver problemas, mas explorar situações, formular questões, conjecturar, testar e justificar resultados. Trata-se de envolver os alunos em processos semelhantes aos da atividade matemática genuína, promovendo autonomia, reflexão e capacidade argumentativa (PONTE; BROCARD; OLIVEIRA, 2006, p. 23).

A concepção freireana de educação também contribui para compreender o papel do professor e do aluno no processo educativo. Freire (1996) defende uma prática pedagógica fundamentada no diálogo, na problematização e na reflexão crítica sobre a realidade. No ensino de Matemática, essa perspectiva implica a superação de metodologias centradas apenas na transmissão de conteúdos, valorizando situações em que os estudantes possam questionar, discutir e construir coletivamente o conhecimento, assumindo uma postura ativa diante da aprendizagem, pois “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção. Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender, numa relação em que ambos se tornam sujeitos do processo” (FREIRE, 1996, p. 47).

A utilização de problemas históricos da Matemática, como o problema da braquistócrona, constitui uma estratégia pedagógica capaz de articular conceitos matemáticos, físicos e históricos, favorecendo a contextualização do conhecimento. Conforme destacam Boyer (2010) e Eves (2011), o estudo da História da Matemática permite compreender que os conceitos matemáticos são construções humanas, desenvolvidas em resposta a problemas concretos e a contextos históricos específicos. Essa abordagem contribui para desmistificar a Matemática como um saber pronto e acabado, aproximando-a da realidade dos estudantes e ampliando sua compreensão sobre o caráter histórico do conhecimento científico.

A história da Matemática revela que seus conceitos não surgiram prontos e acabados, mas foram desenvolvidos gradualmente em resposta a problemas concretos. Compreender esse processo histórico permite ao estudante perceber a Matemática como uma construção humana dinâmica e significativa.” (BOYER, 2010, p. 15)

O problema da braquistócrona, formulado no século XVII, consiste em determinar a trajetória pela qual uma partícula, sob a ação da gravidade e partindo do repouso, percorre dois pontos no menor tempo possível. A solução desse problema evidenciou que a trajetória de menor tempo não é a reta, mas a cicloide, uma curva gerada pelo movimento de um ponto de uma circunferência que rola sem deslizar sobre uma linha reta (BOYER, 2010; EVES, 2011). Embora tradicionalmente associado ao cálculo variacional, esse problema pode ser explorado de forma acessível na educação básica por meio da experimentação e da modelagem, sem recorrer a formalismos matemáticos avançados.

Do ponto de vista matemático, a cicloide pode ser descrita por equações paramétricas, o que possibilita sua construção e análise com o apoio de softwares de geometria dinâmica. Segundo Stewart (2013), a parametrização de curvas constitui um recurso importante para a compreensão de fenômenos relacionados ao movimento e ao tempo, pois permite articular diferentes representações matemáticas, como a algébrica, a gráfica e a geométrica. O uso de tecnologias educacionais, como o GeoGebra, amplia as possibilidades de visualização e exploração desses conceitos, favorecendo a compreensão de ideias abstratas por parte dos estudantes.

A articulação entre aprendizagem significativa, investigação matemática, diálogo pedagógico, uso de tecnologias e a exploração de problemas históricos constitui um referencial integrado para práticas pedagógicas investigativas em Matemática. Ao integrar experimentação, tecnologia e reflexão teórica, a abordagem adotada busca promover uma aprendizagem matemática mais significativa, investigativa e contextualizada, em consonância com as discussões contemporâneas da Educação Matemática e com os princípios defendidos por Ausubel (2003), Freire (1996), Ponte, Brocardo e Oliveira (2006), Boyer (2010), Eves (2011) e Stewart (2013).

2.1. A Braquistócrona e a Cicloide: Fundamentos Históricos e Matemáticos

O problema da braquistócrona ocupa lugar de destaque na História da Matemática por representar um dos desafios mais importantes do século XVII e por ter contribuído significativamente para o desenvolvimento do cálculo variacional. Proposto por Johann Bernoulli em 1696, o problema consiste em determinar qual trajetória permite que uma partícula, partindo do repouso e deslocando-se sob a ação exclusiva da gravidade, percorra a distância entre dois pontos no menor tempo possível (Boyer, 2010; Eves, 2011).

À primeira vista, pode parecer intuitivo supor que a trajetória retilínea seja a mais rápida, uma vez que corresponde ao menor percurso entre dois pontos. Entretanto, a solução encontrada pelos matemáticos da época demonstrou que o caminho de menor tempo não é a reta, mas uma curva denominada cicloide. Essa descoberta representou um marco para a Matemática e para a

Física, evidenciando que o menor percurso nem sempre corresponde ao menor tempo de deslocamento.

A cicloide é uma curva plana gerada pelo movimento de um ponto fixo localizado na circunferência de um círculo que rola sem deslizar sobre uma linha reta (Stewart, 2013). À medida que a circunferência realiza o movimento de rotação e translação simultaneamente, o ponto acompanha uma trajetória característica, produzindo a curva cicloidal. Segundo Cordeiro (2013), a cicloide é considerada uma das curvas mais importantes da Matemática devido às suas propriedades geométricas e às diversas aplicações em problemas relacionados ao movimento, à otimização e à modelagem de fenômenos físicos.

Matematicamente, a cicloide pode ser representada pelas equações paramétricas:

$$\begin{cases} x = r(t - \operatorname{sen} t) \\ y = r(1 - \cos t) \end{cases} \quad t \in \mathbb{R}.$$

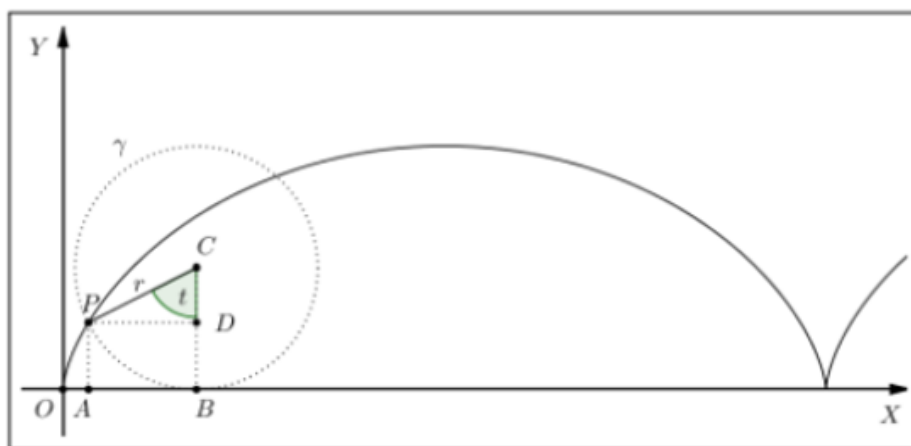


Figura 1. Equações paramétricas do cicloide e sua representação gráfica. Fonte: Elaborado pelos autores.

nas quais “r” representa o raio da circunferência geradora da curva e “t” corresponde ao parâmetro, que representa o ângulo de rotação (ou o tempo), cuja função nas equações paramétricas é descrever a

posição do ponto fixo “P” conforme a circunferência gira. A medida de r determina as dimensões da cicloide e influencia diretamente sua forma geométrica. A utilização dessas equações possibilita representar a curva em softwares de geometria dinâmica, favorecendo sua exploração visual e analítica.

Além de sua relevância histórica, o problema da braquistócrona apresenta elevado potencial pedagógico. Sua exploração permite integrar conhecimentos de Matemática, Física, História da Ciência e Tecnologia, favorecendo abordagens interdisciplinares e investigativas. Ao analisar diferentes trajetórias e comparar os tempos de deslocamento, os estudantes são levados a formular hipóteses, testar conjecturas e interpretar resultados, aproximando-se dos processos de produção do conhecimento científico.

Nesse contexto, a utilização de recursos tecnológicos amplia as possibilidades de investigação. Ferramentas como o GeoGebra permitem representar dinamicamente a cicloide e explorar suas propriedades geométricas, enquanto dispositivos eletrônicos, como cronômetros digitais baseados em Arduino, possibilitam a obtenção de medidas experimentais mais precisas. A integração entre representação matemática e experimentação favorece a compreensão de conceitos abstratos e fortalece o caráter investigativo das atividades desenvolvidas.

Dessa forma, a compreensão da braquistócrona e da cicloide ultrapassa os limites de uma abordagem exclusivamente matemática, constituindo um contexto rico para o desenvolvimento de práticas investigativas que articulam história, experimentação, modelagem e tecnologias digitais. Tais características justificam sua

utilização como eixo estruturador da experiência pedagógica relatada neste estudo.

2.2. Aprendizagem Significativa e Investigação Matemática no Ensino de Matemática

A compreensão de conceitos matemáticos na educação básica demanda práticas pedagógicas que ultrapassem a memorização de procedimentos e favoreçam a construção de significados pelos estudantes. Nesse contexto, a teoria da aprendizagem significativa, proposta por Ausubel (2003), oferece importantes contribuições ao defender que a aprendizagem ocorre de forma mais consistente quando novos conhecimentos se relacionam de maneira não arbitrária aos saberes já presentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Segundo Ausubel (2003), a aprendizagem significativa depende não apenas da qualidade do material apresentado, mas também da disposição do estudante para estabelecer relações entre os novos conteúdos e os conhecimentos previamente construídos. Essa perspectiva destaca a importância de propostas pedagógicas que considerem as experiências dos alunos e promovam situações capazes de mobilizar seus conhecimentos prévios, favorecendo a construção de novos significados.

A investigação do problema da braquistócrona insere-se nessa perspectiva ao desafiar os estudantes a confrontarem concepções intuitivas sobre movimento, distância e tempo de deslocamento. Em muitos casos, a expectativa inicial dos alunos é que a trajetória retilínea represente o caminho mais rápido entre dois pontos. Entretanto, a observação dos resultados experimentais conduz à

necessidade de reinterpretar essas ideias, promovendo processos de reorganização cognitiva compatíveis com os pressupostos da aprendizagem significativa.

A construção do conhecimento matemático também pode ser potencializada por meio de atividades investigativas. Para Ponte, Brocardo e Oliveira (2006), investigar em Matemática significa explorar situações, formular questões, levantar conjecturas, testar hipóteses e justificar conclusões. Trata-se de uma prática que aproxima os estudantes das formas de produção do conhecimento matemático, favorecendo o desenvolvimento do raciocínio lógico, da argumentação e da autonomia intelectual.

Ao participarem da investigação da braquistócrona, os estudantes não se limitaram à execução de procedimentos previamente definidos. Ao contrário, foram convidados a elaborar hipóteses, analisar dados experimentais, interpretar resultados e construir explicações para os fenômenos observados. Esse movimento contribui para transformar a sala de aula em um ambiente de investigação, no qual a aprendizagem ocorre por meio da problematização e da busca por soluções fundamentadas.

Sob essa perspectiva, a Matemática deixa de ser compreendida como um conjunto de regras prontas e passa a ser reconhecida como uma construção humana dinâmica, produzida historicamente para responder a diferentes problemas. Tal compreensão favorece o desenvolvimento de uma postura mais ativa diante do conhecimento e contribui para a formação de estudantes capazes de argumentar, refletir e tomar decisões fundamentadas.

A articulação entre aprendizagem significativa e investigação matemática constitui, portanto, um importante referencial para a compreensão da experiência desenvolvida neste estudo, uma vez que possibilita interpretar os processos de construção do conhecimento observados ao longo das atividades realizadas.

2.3. Contextualização, Modelagem, Experimentação e Tecnologias Digitais na Educação Matemática

As discussões contemporâneas da Educação Matemática têm enfatizado a necessidade de práticas pedagógicas que articulem diferentes estratégias de ensino capazes de promover aprendizagens mais significativas e contextualizadas. Entre essas estratégias destacam-se a contextualização histórica, a modelagem matemática, a experimentação e o uso de tecnologias digitais, elementos que estiveram presentes na proposta pedagógica desenvolvida nesta pesquisa.

A contextualização dos conhecimentos matemáticos encontra respaldo nas contribuições de D'Ambrósio (2019), para quem a Matemática deve ser compreendida como uma produção humana vinculada aos contextos históricos, culturais e sociais nos quais foi desenvolvida. Nessa perspectiva, a exploração de problemas históricos permite que os estudantes compreendam os conceitos matemáticos como respostas construídas ao longo do tempo para solucionar desafios concretos enfrentados pela humanidade.

A utilização do problema da braquistócrona favorece essa aproximação entre Matemática e História da Ciência, permitindo aos estudantes compreenderem que importantes avanços matemáticos surgiram da tentativa de resolver problemas relacionados ao

movimento e à otimização. Tal abordagem contribui para superar visões reducionistas da Matemática e fortalece sua compreensão como um campo dinâmico de produção de conhecimento.

Essa perspectiva também dialoga com a Educação Matemática crítica proposta por Skovsmose (2014), que defende a criação de cenários investigativos nos quais os estudantes possam questionar, explorar e interpretar situações problemáticas. Para o autor, a aprendizagem torna-se mais significativa quando os alunos participam ativamente da construção do conhecimento, assumindo uma postura reflexiva diante dos fenômenos estudados.

A experimentação desempenha papel central nesse processo. Segundo Lorenzato (2012), atividades práticas e materiais manipuláveis favorecem a compreensão de conceitos matemáticos ao possibilitar a observação direta de fenômenos, a comparação de resultados e a formulação de hipóteses. No contexto desta pesquisa, a construção das rampas e a realização dos testes experimentais permitiram aos estudantes observar concretamente as diferenças entre as trajetórias investigadas, favorecendo a compreensão das relações entre forma da curva e tempo de deslocamento.

A proposta também incorpora elementos da modelagem matemática. Para Bassanezi (2015), a modelagem constitui um processo que envolve observar fenômenos da realidade, construir representações matemáticas, analisar resultados e interpretar conclusões. A investigação da braquistócrona possibilitou aos estudantes relacionar os dados experimentais obtidos com representações matemáticas da cicloide, estabelecendo conexões entre fenômenos observáveis e modelos matemáticos.

As tecnologias digitais ampliaram significativamente as possibilidades de exploração dos conceitos trabalhados. O software GeoGebra permitiu a visualização dinâmica da cicloide e de suas propriedades geométricas, favorecendo a articulação entre representações gráficas, geométricas e algébricas. De acordo com Valente (1999), as tecnologias digitais contribuem para a aprendizagem quando utilizadas como ferramentas de investigação, exploração e construção do conhecimento.

Além disso, a utilização de um cronômetro digital baseado em Arduino proporcionou maior precisão na coleta dos dados experimentais, fortalecendo a integração entre Matemática, tecnologia e investigação científica. Essa articulação favoreceu o desenvolvimento de atividades interdisciplinares e ampliou as possibilidades de participação dos estudantes na produção do conhecimento.

Dessa forma, a integração entre contextualização histórica, Educação Matemática crítica, experimentação, modelagem matemática e tecnologias digitais constitui um referencial teórico consistente para compreender os resultados obtidos nesta pesquisa. Ao articular essas diferentes perspectivas, torna-se possível promover aprendizagens mais significativas, investigativas e socialmente relevantes no ensino de Matemática.

3. METODOLOGIA - DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA

A presente pesquisa caracteriza-se como um relato de experiência de abordagem qualitativa, natureza descritiva e caráter intervencionista, desenvolvido no contexto das aulas de Matemática da Escola Municipal Liceu Ribamarense III, localizada no município

de São José de Ribamar – MA. A escolha dessa abordagem fundamenta-se na compreensão de que os processos de ensino e aprendizagem envolvem dimensões subjetivas, sociais e contextuais que demandam análise interpretativa, especialmente quando se busca compreender como os estudantes constroem conhecimentos matemáticos a partir de experiências investigativas e experimentais.

O estudo teve como objetivo compreender como estudantes do Ensino Fundamental II constroem noções matemáticas relacionadas às trajetórias e ao tempo de deslocamento ao investigarem experimentalmente o problema da braquistócrona. Nessa perspectiva, a pesquisa foi conduzida a partir da implementação de uma sequência de atividades planejadas para promover a problematização, a experimentação, a formulação de hipóteses e a análise de resultados, favorecendo a participação ativa dos estudantes no processo de construção do conhecimento.

Participaram da experiência seis estudantes do Ensino Fundamental II da Escola Municipal Liceu Ribamareense III, com idades entre 13 e 14 anos, regularmente matriculados na instituição. A escolha da turma considerou a adequação da proposta aos conteúdos curriculares trabalhados no período letivo e o potencial da atividade para promover a investigação matemática e a aprendizagem significativa. Os participantes estiveram envolvidos em todas as etapas da pesquisa, desde a exploração inicial do problema até a socialização dos resultados obtidos.

Os procedimentos metodológicos foram organizados em etapas articuladas. Inicialmente, realizou-se uma atividade diagnóstica com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca de conceitos relacionados a trajetória, velocidade, tempo e

movimento. Essa etapa permitiu ao professor planejar as intervenções pedagógicas considerando os saberes já existentes na estrutura cognitiva dos alunos, aspecto considerado fundamental para a aprendizagem significativa (Ausubel, 2003).

Na etapa seguinte, os estudantes foram apresentados ao contexto histórico do problema da braquistócrona e aos conceitos matemáticos relacionados à cicloide. Para favorecer a visualização e a compreensão da curva, foi utilizado o software GeoGebra, possibilitando a construção dinâmica de representações gráficas e a exploração das propriedades geométricas da cicloide. Essa atividade permitiu que os alunos estabelecessem relações entre diferentes formas de representação matemática, ampliando a compreensão dos conceitos abordados.

Posteriormente, foi realizada a construção dos dispositivos experimentais utilizados na investigação. Os estudantes participaram da elaboração de rampas com diferentes trajetórias, incluindo percursos retilíneos, curvas simples e aproximações da cicloide, mantendo o mesmo desnível entre os pontos de partida e chegada. Em seguida, foram realizados testes experimentais utilizando uma esfera metálica, com o objetivo de comparar os tempos de descida em cada uma das trajetórias construídas.

Para a obtenção dos dados experimentais, utilizou-se um cronômetro digital desenvolvido com Arduino Uno e display LCD 16x2, programado para registrar automaticamente o tempo gasto pela esfera ao percorrer cada percurso. O uso desse recurso tecnológico possibilitou maior precisão nas medições e contribuiu para a confiabilidade dos resultados obtidos durante os experimentos.

A coleta de dados ocorreu entre os meses de outubro e dezembro de 2024 e foi realizada por meio de diferentes instrumentos. Foram utilizados registros de observação direta das atividades desenvolvidas em sala de aula, diário de campo do professor-pesquisador, produções escritas dos estudantes, tabelas contendo os dados experimentais, registros fotográficos dos experimentos e anotações produzidas durante as discussões coletivas. Também foram considerados os questionamentos, hipóteses, argumentações e explicações formuladas pelos estudantes ao longo do desenvolvimento das atividades.

A utilização de múltiplos instrumentos de coleta permitiu a triangulação das informações produzidas durante a experiência, favorecendo uma compreensão mais ampla do fenômeno investigado. Essa estratégia possibilitou confrontar diferentes fontes de evidência, contribuindo para a consistência da análise e para a compreensão dos processos de aprendizagem observados.

A análise dos dados foi realizada por meio de uma abordagem qualitativa de caráter interpretativo. Inicialmente, os registros produzidos foram organizados e sistematizados conforme os objetivos da pesquisa. Em seguida, procedeu-se à leitura e interpretação dos materiais coletados, buscando identificar evidências relacionadas à construção de conceitos matemáticos, à formulação de hipóteses, ao desenvolvimento do raciocínio investigativo, à argumentação matemática e ao protagonismo discente.

As produções escritas, os registros de observação e os diálogos ocorridos durante as atividades foram analisados de forma articulada, permitindo identificar padrões, avanços conceituais e

manifestações de aprendizagem ao longo do processo. Paralelamente, os dados obtidos nos experimentos foram examinados como evidências empíricas das interpretações construídas pelos estudantes acerca da relação entre trajetória e tempo de deslocamento.

Desse modo, a análise não se restringiu aos resultados finais obtidos pelos participantes, mas buscou compreender os processos de construção do conhecimento desenvolvidos ao longo da experiência pedagógica. Essa perspectiva permitiu investigar de que forma a articulação entre experimentação, tecnologia, história da matemática e investigação contribuiu para a aprendizagem matemática e para o desenvolvimento de atitudes investigativas no contexto da educação básica.

3.1. Produção do Jornal Científico Como Estratégia de Divulgação e Sistematização da Aprendizagem

Paralelamente às atividades experimentais, os estudantes participaram da elaboração de um jornal informativo destinado à divulgação das etapas do projeto para a comunidade escolar. A proposta teve como objetivo registrar o percurso investigativo desenvolvido ao longo da pesquisa, bem como promover a comunicação científica em linguagem acessível.

A construção do jornal ocorreu de forma colaborativa, envolvendo a produção de textos, seleção de imagens, organização das informações e revisão dos conteúdos elaborados pelos próprios estudantes. Foram registradas informações referentes ao contexto histórico da braquistócrona, à construção dos experimentos, ao uso

do GeoGebra, ao desenvolvimento do cronômetro digital com Arduino e aos resultados obtidos durante as investigações.

Além de constituir um instrumento de divulgação científica, o jornal tornou-se um importante recurso pedagógico para a sistematização das aprendizagens, favorecendo o desenvolvimento da escrita, da argumentação e da comunicação matemática. A atividade também ampliou o protagonismo discente, uma vez que os estudantes assumiram a responsabilidade de selecionar, organizar e socializar conhecimentos produzidos durante a experiência.

3.2. Considerações Éticas

Ressalta-se que não houve solicitação formal de aprovação do projeto por comitê de ética, uma vez que a experiência foi desenvolvida no âmbito das atividades curriculares regulares da escola. As imagens utilizadas nos anexos foram tratadas de modo a preservar a identidade dos estudantes, com o borramento dos rostos, por não haver autorização específica para uso de imagem.

4. REFLEXÕES SOBRE A PRÁTICA E RESULTADOS

A experiência pedagógica desenvolvida possibilitou a produção de evidências significativas acerca da aprendizagem matemática dos estudantes, especialmente no que se refere à compreensão das relações entre trajetória, tempo de deslocamento e movimento. As observações realizadas ao longo das atividades, associadas aos registros escritos, às discussões coletivas e aos resultados experimentais obtidos, permitiram identificar avanços conceituais, desenvolvimento do raciocínio investigativo e fortalecimento do protagonismo discente.

Um dos primeiros aspectos observados relaciona-se às concepções iniciais dos estudantes sobre o problema investigado. Durante as atividades diagnósticas e os momentos iniciais de discussão, a maioria dos alunos demonstrou acreditar que o percurso de menor comprimento corresponderia necessariamente ao menor tempo de deslocamento. Essa interpretação revelou uma compreensão intuitiva do fenômeno, baseada na associação direta entre distância e rapidez. Contudo, à medida que os experimentos foram realizados, os estudantes passaram a confrontar suas hipóteses com os dados obtidos, iniciando um processo de reconstrução conceitual.

Foram realizados três testes para cada trajetória (reta, parábola e cicloide) com os seis estudantes. Os tempos de descida, medidos em segundos, estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Tempos de descida (em segundos) por estudante, trajetória e repetição

Estudante	Trajetoária	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Médi
1	Reta	2,37	2,34	2,46	2,39
	Parábola	2,12	2,04	2,06	2,07
	Cicloide	1,74	1,88	1,81	1,81
2	Reta	2,35	2,49	2,31	2,38
	Parábola	2,14	1,95	2,18	2,09
	Cicloide	1,95	1,95	1,84	1,91

△ Esta tabela possui muitas colunas e foi cortada para impressão. Para visualizá-la completa, acesse o artigo original em: <https://revistatopicos.com.br/artigos/entre-a-cicloide-e-o-cronometro-a-descoberta-da-braquistocrona-pelos-alunos-do-fundamental-ii-da-escola-municipal-liceu-ribamareense-iii?noblockage>

Médias gerais por trajetória:

- Reta: 2,40 s
- Parábola: 2,08 s
- Cicloide: 1,81 s

Os resultados experimentais mostraram que as trajetórias que apresentavam uma descida inicial mais acentuada possibilitavam menores tempos de percurso quando comparadas à trajetória retilínea. A constatação de que a linha reta não representava o caminho mais rápido provocou questionamentos, debates e reformulações das hipóteses inicialmente construídas pelos estudantes. Esse movimento evidencia um importante processo de reorganização cognitiva, compatível com a perspectiva da aprendizagem significativa, segundo a qual novos conhecimentos são incorporados à estrutura cognitiva do sujeito por meio da interação com conhecimentos previamente existentes (Ausubel, 2003).

Ressalta-se que os experimentos utilizaram esferas metálicas, que podem apresentar rolamento e perdas de energia por atrito. Dessa forma, os tempos obtidos não correspondem exatamente ao modelo ideal de partícula sem atrito, mas permitem uma aproximação experimental da propriedade da curva.

Além da compreensão dos conceitos envolvidos, observou-se o desenvolvimento de habilidades relacionadas à investigação matemática. Durante as atividades, os estudantes formularam hipóteses, registraram resultados, compararam dados e elaboraram explicações para os fenômenos observados. Tais ações aproximam-

se daquilo que Ponte, Brocardo e Oliveira (2006) caracterizam como práticas investigativas, nas quais os alunos assumem uma postura ativa diante do conhecimento, participando da construção e validação de argumentos matemáticos.

As discussões coletivas realizadas após os experimentos revelaram avanços significativos na qualidade das argumentações apresentadas pelos estudantes. Inicialmente, as justificativas baseavam-se predominantemente em percepções intuitivas. Entretanto, ao longo do desenvolvimento do projeto, passou a ser frequente a utilização dos dados experimentais como fundamento para as conclusões apresentadas. Os alunos recorreram aos registros das medições, às observações realizadas durante os testes e às representações gráficas construídas no GeoGebra para sustentar seus argumentos, evidenciando uma postura mais reflexiva e fundamentada diante do conhecimento matemático.

Sob a perspectiva da Educação Matemática crítica, os resultados também indicam a constituição de um ambiente favorável à investigação e à problematização. Conforme argumenta Skovsmose (2014), a aprendizagem matemática torna-se mais significativa quando os estudantes participam de cenários investigativos que lhes permitam questionar, explorar e produzir conhecimento. Nesse sentido, a experiência desenvolvida ultrapassou a simples execução de procedimentos, promovendo situações em que os estudantes foram convidados a levantar questões, interpretar resultados e construir explicações para os fenômenos observados.

Outro aspecto relevante refere-se à contribuição da experimentação para a aprendizagem. A utilização das rampas e dos materiais construídos pelos próprios estudantes favoreceu a aproximação

entre conceitos abstratos e situações concretas de observação. Conforme destaca Lorenzato (2012), os materiais manipuláveis e as atividades experimentais desempenham papel importante na construção do conhecimento matemático, uma vez que possibilitam a exploração de ideias por meio da ação, da observação e da reflexão. No presente estudo, os experimentos contribuíram para tornar visíveis relações matemáticas que, em abordagens exclusivamente expositivas, poderiam permanecer excessivamente abstratas para os estudantes.

A articulação entre experimentação e modelagem matemática também se mostrou relevante. Ao relacionarem os resultados obtidos nas rampas experimentais com as representações construídas no GeoGebra, os estudantes passaram a compreender a cicloide não apenas como uma curva geométrica, mas como uma representação matemática capaz de descrever um fenômeno observado empiricamente. Tal processo aproxima-se das concepções de Bassanezi (2015), segundo as quais a modelagem matemática favorece a interpretação da realidade por meio da construção e análise de representações matemáticas.

O uso das tecnologias digitais ampliou significativamente as possibilidades de investigação. O GeoGebra permitiu a visualização dinâmica da cicloide e a exploração de suas propriedades geométricas, enquanto o cronômetro digital baseado em Arduino proporcionou maior precisão na coleta dos dados experimentais. Essa integração entre tecnologia e investigação favoreceu a compreensão dos conceitos trabalhados e contribuiu para o engajamento dos estudantes nas atividades propostas. Conforme destaca Valente (1999), as tecnologias digitais assumem papel relevante quando utilizadas como ferramentas de construção do

conhecimento, e não apenas como instrumentos de transmissão de informações.

Outro resultado significativo foi observado na produção do jornal científico desenvolvido pelos estudantes ao longo do projeto. A elaboração desse material exigiu a sistematização dos conhecimentos construídos, a organização das informações produzidas e a tradução dos conceitos matemáticos para uma linguagem acessível à comunidade escolar. Durante esse processo, os alunos revisitaram conceitos, reorganizaram ideias e ampliaram sua capacidade de comunicação científica. Além disso, a atividade favoreceu o desenvolvimento da escrita, da argumentação e da autonomia intelectual, ampliando as possibilidades de aprendizagem para além dos espaços tradicionais da sala de aula.

A participação na I Feira Municipal de Matemática de São José de Ribamar – MA também contribuiu para potencializar os resultados observados. Ao apresentarem publicamente o projeto, os estudantes assumiram o papel de produtores e divulgadores do conhecimento construído durante a investigação. A necessidade de explicar procedimentos, responder questionamentos e justificar conclusões exigiu domínio conceitual e capacidade argumentativa, fortalecendo o protagonismo discente e ampliando a compreensão da Matemática como prática social e culturalmente situada.

De modo geral, os resultados evidenciam que a articulação entre história da matemática, investigação, experimentação, modelagem matemática, tecnologias digitais e divulgação científica favoreceu a construção de aprendizagens significativas e o desenvolvimento de competências relacionadas ao pensamento científico. Mais do que compreender empiricamente a solução do problema da

braquistócrona, os estudantes participaram de processos de observação, análise, argumentação e comunicação do conhecimento, aproximando-se de práticas autênticas de produção científica. Esses resultados reforçam o potencial das abordagens investigativas para a promoção de uma Educação Matemática mais contextualizada, crítica e socialmente relevante.

As discussões coletivas realizadas após os experimentos mostraram-se momentos fundamentais para a consolidação das aprendizagens. Nesses espaços, os estudantes compartilharam interpretações, confrontaram ideias divergentes e reformularam explicações, construindo coletivamente o entendimento de que a curva cicloide representa a trajetória de menor tempo no problema da braquistócrona. Esse processo de diálogo e troca de saberes reforça a concepção freireana de educação, na qual o conhecimento é construído de forma colaborativa, por meio da problematização e da reflexão crítica sobre a prática (FREIRE, 1996). Mais do que momentos de socialização, essas discussões configuraram-se como espaços de produção de conhecimento, nos quais a linguagem, a argumentação e a escuta assumiram papel central na aprendizagem.

Do ponto de vista matemático, a cicloide utilizada na modelagem foi representada por meio das equações paramétricas, já descritas anteriormente. Durante as atividades desenvolvidas no GeoGebra, os estudantes puderam variar o ângulo de rotação " t " na circunferência geradora, através de um controle deslizante, e observar que um ponto fixo " P " na mesma, movia-se e descrevia a cicloide. Favorecendo a compreensão das relações entre representação algébrica, geométrica e experimental.

Além dos aspectos conceituais, a experiência revelou avanços significativos no protagonismo discente e na autonomia dos estudantes. Ao participarem ativamente da construção dos experimentos e da análise dos resultados, os alunos assumiram uma postura investigativa, demonstrando maior segurança ao expor suas ideias e argumentar matematicamente. Esse aspecto reforça a importância de práticas pedagógicas que superem a simples transmissão de conteúdos, valorizando o estudante como sujeito do processo de aprendizagem. Tal evidência aproxima-se das discussões de Vieira, Rosa e Freitas (2016), ao indicarem que a exploração de problemas desafiadores e historicamente significativos contribui para o engajamento e para a construção de uma postura ativa diante do conhecimento.

A articulação entre recursos tecnológicos, como o software GeoGebra e o cronômetro digital baseado em Arduino, também contribuiu para ampliar as possibilidades de exploração matemática, favorecendo a visualização de conceitos abstratos e a precisão das medições realizadas. A utilização dessas ferramentas permitiu integrar diferentes formas de representação, gráfica, algébrica e experimental, aspecto fundamental para a compreensão de conceitos matemáticos mais complexos, conforme discutido por Stewart (2013). Além disso, conforme apontam De Sousa e Lima (2024), a integração entre tecnologia e experimentação potencializa o envolvimento dos estudantes, ao proporcionar experiências interativas que favorecem a construção de significados e o desenvolvimento da autonomia intelectual.

De modo geral, os resultados obtidos indicam que a abordagem investigativa adotada possibilitou não apenas a compreensão empírica da braquistócrona, mas também o desenvolvimento de

competências relacionadas ao pensamento científico, à argumentação e à construção coletiva do conhecimento matemático. A experiência evidencia que, quando fundamentadas teoricamente e articuladas a práticas experimentais e tecnológicas, as propostas pedagógicas podem contribuir de forma significativa para a ressignificação do ensino de Matemática na educação básica. Nesse sentido, reafirma-se o potencial de abordagens investigativas para promover aprendizagens mais profundas, contextualizadas e alinhadas às demandas contemporâneas da educação.

4.1. Socialização Científica e Protagonismo Discente: A Participação na I Feira Municipal de Matemática de São José de Ribamar - MA

A culminância do projeto ocorreu com a participação dos estudantes na I Feira Municipal de Matemática de São José de Ribamar – MA, realizada em dezembro de 2024. O evento configurou-se como um espaço institucional de divulgação científica no âmbito da educação básica, ampliando significativamente a dimensão pedagógica da experiência desenvolvida na Escola Municipal Liceu Ribamareense III. Conforme apresentado no material expositivo elaborado pelos estudantes, intitulado “Cicloide: a curva de menor tempo”, a proposta foi situada no campo da matemática aplicada e articulada com outras áreas do conhecimento, evidenciando o caráter interdisciplinar da atividade.

A inserção do trabalho no contexto da feira científica representou um desdobramento qualitativo da proposta investigativa inicialmente desenvolvida em sala de aula. Se, no espaço escolar, o foco esteve centrado na experimentação, na formulação de hipóteses e na análise de dados, no ambiente da feira destacou-se a

dimensão comunicativa, argumentativa e social do conhecimento matemático. Os estudantes foram desafiados a sistematizar os resultados obtidos, organizar argumentos, explicitar procedimentos metodológicos e apresentar, de forma fundamentada, a constatação empírica da cicloide como trajetória de menor tempo no problema da braquistócrona.

Durante a apresentação, os alunos demonstraram domínio conceitual ao explicitar não apenas os aspectos experimentais do projeto, mas também seus fundamentos históricos, retomando o desafio proposto por Johann Bernoulli acerca da trajetória de menor tempo sob ação da gravidade. Essa contextualização histórica, evidenciada no material da feira, contribuiu para situar o problema no desenvolvimento da Matemática, reforçando sua dimensão histórica e epistemológica. Além disso, ao relacionarem o problema a aplicações cotidianas, como tobogãs e pistas de skate, os estudantes ampliaram a compreensão da Matemática como conhecimento aplicável e socialmente relevante, superando abordagens abstratas e descontextualizadas.

A necessidade de dialogar com visitantes, avaliadores e estudantes de outras instituições exigiu clareza na exposição, rigor na argumentação e capacidade de reformulação explicativa. Esse movimento evidencia o desenvolvimento de competências comunicativas e científicas, na medida em que os estudantes foram levados a traduzir conceitos matemáticos em linguagem acessível, sem perder o rigor conceitual. Ao explicarem o uso do software GeoGebra para a representação da cicloide e o funcionamento do cronômetro digital com Arduino, os alunos demonstraram capacidade de integrar diferentes linguagens, matemática,

tecnológica e experimental, em um discurso coerente e fundamentado.

Do ponto de vista formativo, a participação na feira contribuiu de maneira decisiva para a consolidação do protagonismo discente. Ao assumirem o papel de expositores e mediadores do próprio conhecimento, os estudantes deslocaram-se da condição de receptores para a de produtores e divulgadores de saberes matemáticos. Esse processo evidencia uma mudança qualitativa na relação dos alunos com o conhecimento, que passa a ser compreendido não apenas como algo a ser aprendido, mas também como algo a ser comunicado, validado e compartilhado em espaços públicos. Tal movimento está em consonância com a perspectiva freireana de educação (FREIRE, 1996), ao reconhecer o educando como sujeito ativo no processo de construção e socialização do conhecimento.

Além disso, a participação na feira pode ser compreendida como um espaço de validação social do conhecimento produzido, no qual os estudantes tiveram a oportunidade de confrontar suas ideias com diferentes interlocutores. Esse processo exigiu consistência argumentativa, domínio conceitual e capacidade de responder a questionamentos imprevistos, ampliando o nível de elaboração cognitiva dos estudantes. Nesse sentido, a socialização científica não se configura apenas como etapa final, mas como parte integrante do processo de aprendizagem, contribuindo para a consolidação dos conhecimentos construídos.

A experiência também evidenciou que a comunicação dos resultados constitui uma etapa essencial do processo investigativo. Ao sistematizar e apresentar o trabalho, os estudantes revisitaram

conceitos, reorganizaram ideias e aprofundaram sua compreensão sobre o problema investigado. Esse movimento dialoga com as proposições de Ponte, Brocardo e Oliveira (2006), ao destacarem que a argumentação e a comunicação são dimensões centrais da investigação matemática, na medida em que permitem explicitar, validar e compartilhar os raciocínios construídos.

Ademais, a socialização pública da investigação contribuiu para ampliar a compreensão da Matemática como prática social, histórica e culturalmente situada. Ao interagir com diferentes públicos, os estudantes puderam reconhecer a relevância do conhecimento produzido, percebendo a Matemática como uma linguagem que dialoga com o cotidiano e com outras áreas do saber. Essa dimensão foi reforçada pelo caráter aplicado do projeto, evidenciado na proposta de relacionar a cicloide a situações concretas do dia a dia, conforme apresentado no material da feira.

A feira científica, nesse sentido, ampliou o alcance do projeto ao promover a interlocução entre escola e comunidade, fortalecendo o papel da instituição escolar como espaço de produção e socialização do conhecimento. Ao integrar experimentação, tecnologia, história da matemática e comunicação científica, a experiência evidencia o potencial de práticas pedagógicas investigativas para promover aprendizagens mais significativas, críticas e contextualizadas.

A experiência vivenciada na I Feira Municipal de Matemática consolidou, portanto, os resultados já observados no desenvolvimento do projeto, ao potencializar aprendizagens construídas ao longo do processo. Observou-se não apenas a ampliação do engajamento e o fortalecimento da argumentação matemática, mas também o desenvolvimento da autonomia

intelectual, da capacidade de comunicação e da apropriação crítica do conhecimento produzido. Desse modo, a participação na feira não se configura como um momento isolado, mas como parte constitutiva do processo formativo, evidenciando que a socialização científica desempenha um papel fundamental na consolidação de práticas investigativas no ensino de Matemática.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo compreender como estudantes do Ensino Fundamental II constroem noções matemáticas relacionadas às trajetórias e ao tempo de deslocamento por meio da investigação experimental do problema da braquistócrona. A partir da experiência desenvolvida na Escola Municipal Liceu Ribamarense III, observou-se que a articulação entre experimentação, modelagem matemática, tecnologias digitais, história da matemática e divulgação científica favoreceu a construção de aprendizagens mais significativas, contextualizadas e investigativas, contribuindo para a ressignificação do ensino de Matemática na educação básica.

Os resultados evidenciaram que a exploração do problema da braquistócrona possibilitou aos estudantes superar concepções intuitivas inicialmente associadas à relação entre distância e tempo de percurso, permitindo a construção de novos significados sobre movimento, trajetória e otimização. Ao confrontarem hipóteses com evidências empíricas produzidas durante os experimentos, os alunos participaram ativamente do processo de construção do conhecimento, desenvolvendo habilidades relacionadas à observação, análise, argumentação e validação de resultados. Esses aspectos corroboram os pressupostos da aprendizagem significativa,

ao demonstrarem que novos conhecimentos foram construídos a partir da relação com saberes previamente existentes (Ausubel, 2003).

A abordagem investigativa adotada também favoreceu o desenvolvimento do raciocínio matemático, da autonomia intelectual e da capacidade de resolução de problemas. Ao longo das atividades, os estudantes foram incentivados a formular hipóteses, interpretar dados, discutir resultados e construir explicações para os fenômenos observados. Esse processo aproximou a aprendizagem escolar de práticas autênticas de investigação, permitindo que os alunos assumissem uma postura mais ativa diante do conhecimento matemático. Nesse sentido, a experiência reforça as contribuições de Ponte, Brocardo e Oliveira (2006) acerca do potencial das investigações matemáticas para promover o pensamento crítico e a construção colaborativa do conhecimento.

A utilização de recursos tecnológicos mostrou-se igualmente relevante para o desenvolvimento da proposta. O GeoGebra ampliou as possibilidades de visualização e compreensão da cicloide, enquanto o cronômetro digital desenvolvido com Arduino contribuiu para a precisão das medições experimentais e para a integração entre Matemática, tecnologia e experimentação. Essas ferramentas favoreceram a articulação entre diferentes formas de representação do conhecimento, possibilitando aos estudantes relacionar aspectos geométricos, algébricos e físicos envolvidos no problema investigado.

Outro aspecto significativo da experiência foi a valorização da comunicação e da divulgação científica como componentes do

processo educativo. A produção do jornal informativo e a participação na I Feira Municipal de Matemática de São José de Ribamar – MA ampliaram as oportunidades de sistematização, socialização e validação dos conhecimentos construídos ao longo do projeto. Ao assumirem o papel de autores, expositores e divulgadores do próprio trabalho, os estudantes fortaleceram competências relacionadas à argumentação, à comunicação científica e ao protagonismo discente, compreendendo a Matemática como um conhecimento que pode ser compartilhado, discutido e aplicado em diferentes contextos sociais.

A experiência também evidenciou a relevância da contextualização histórica dos conceitos matemáticos. Ao conhecerem o problema da braquistócrona e sua importância no desenvolvimento da ciência, os estudantes puderam compreender a Matemática como uma construção humana, histórica e cultural, aproximando-se de uma visão mais ampla e crítica do conhecimento matemático. Essa perspectiva contribuiu para tornar os conteúdos mais significativos e favoreceu o estabelecimento de conexões entre diferentes áreas do conhecimento.

Embora os resultados obtidos evidenciem contribuições relevantes para a aprendizagem matemática e para o desenvolvimento do pensamento investigativo dos estudantes, é importante reconhecer algumas limitações desta pesquisa. Por se tratar de um relato de experiência desenvolvido em uma única instituição escolar e com um grupo específico de estudantes do Ensino Fundamental II, os resultados não podem ser generalizados para outros contextos educacionais. Além disso, a natureza qualitativa do estudo privilegiou a compreensão dos processos de aprendizagem e das experiências vivenciadas pelos participantes, não tendo como

objetivo a mensuração quantitativa dos impactos da proposta. Outra limitação refere-se ao período de realização da intervenção, que impossibilitou o acompanhamento dos efeitos da experiência em longo prazo.

Apesar dessas limitações, os resultados obtidos permitem identificar potencialidades importantes para o ensino de Matemática na educação básica. A experiência demonstra que a integração entre investigação, experimentação, modelagem matemática, tecnologias digitais, história da matemática e divulgação científica pode contribuir significativamente para a construção de aprendizagens mais profundas e para o desenvolvimento de competências científicas, argumentativas e reflexivas nos estudantes.

Por fim, espera-se que este trabalho possa contribuir para o debate sobre práticas pedagógicas investigativas no ensino de Matemática e incentivar professores e pesquisadores a explorarem problemas históricos e contextualmente significativos em suas práticas educativas. Recomenda-se que futuras pesquisas ampliem essa discussão por meio de estudos realizados em diferentes contextos escolares, com períodos mais extensos de acompanhamento e com a utilização de diferentes estratégias metodológicas. Dessa forma, será possível aprofundar a compreensão sobre as contribuições de abordagens investigativas para a formação matemática dos estudantes e para a construção de uma educação mais crítica, participativa e socialmente relevante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, David Paul. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2003.

BASSANEZI, Rodney Carlos. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática*. 4. ed. São Paulo: Contexto, 2015.

BICUDO, Maria Aparecida Viggiani; GARNICA, Antonio Vicente Marafioti. *Pesquisa qualitativa em educação matemática*. 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

BOYER, Carl Benjamin. *História da Matemática*. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2010.

CORDEIRO, Ana Carolina Ferreira. *O que é a curva ciclóide: ideias centrais no ensino da Matemática*. São Paulo: Instituto Federal de São Paulo, 2013. Disponível em: https://clubes.obmep.org.br/blog/wp-content/uploads/2021/10/TCC_Ana-Cordeiro.pdf. Acesso em: 11 jun. 2026.

D'AMBROSIO, Ubiratan. *Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade*. 6. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2019.

EVES, Howard. *Introdução à História da Matemática*. 5. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2011.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

LORENZATO, Sergio. *O laboratório de ensino de matemática na formação de professores*. 3. ed. Campinas: Autores Associados, 2012.

PONTE, João Pedro; BROCARD, Joana; OLIVEIRA, Hélia. *Investigações matemáticas na sala de aula*. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

SKOVSMOSE, Ole. *Um convite à educação matemática crítica*. Campinas: Papirus, 2014.

SOUSA, L. G. B.; LIMA, L. P. F. An educational product based on the brachistochrone problem. *International Journal of Professional Business Review*, São Paulo, v. 9, n. 5, e04436, 2024. DOI: <https://doi.org/10.26668/businessreview/2024.v9i5.4436>. Disponível em: <https://openacessojs.com/JBReview/article/view/4436/1862>. Acesso em: 11 jun. 2026.

STEWART, James. *Cálculo*. 7. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

VALENTE, José Armando (org.). *O computador na sociedade do conhecimento*. Campinas: NIED/UNICAMP, 1999. Disponível em: <http://www.nied.unicamp.br/oea/pub/livro1/>. Acesso em: 11 jun. 2026.

VIEIRA, Clóvis Güerim; ROSA, Ramon Junio Gonçalves; FREITAS, Wellington Damaceno de. O problema da braquistócrona: uma proposta para o ensino. *Abakós*, Belo Horizonte, v. 4, n. 2, p. 94–104, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5752/P.2316-9451.2016v4n2p94>. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/abakos/article/view/P.2316-9451.2016v4n2p94/9533>. Acesso em: 11 jun. 2026.

Anexo A – Confecção da rampa com as curvas (reta, parábola e cicloide) e do cronômetro digital.



Fonte: Acervo dos autores, 2024.

Anexo B – Apresentação do projeto na I Feira de Matemática de São José de Ribamar – MA.



Fonte: Acervo dos autores, 2024.

¹ ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-5201-2048>. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

² ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8385-9034>. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)