

MATEMÁTICA, CIÊNCIAS & OUTRAS REFLEXÕES



Organizadores:
Rafael Prearo Lima
Rubens Pantano Filho



*Matemática, Ciências
& outras reflexões*

2023

© 2023, FoxTablet

Título: Matemática, Ciências & outras reflexões

Autores: vários

Organizadores: Rafael Prearo Lima / Rubens Pantano Filho

Imagem da capa: J. Donvil. Nicolai Copernic, Nicolai Copernici Torinensis De revolutionibus orbium coelestium, libri IV, Nuremberg, Iohannes Petreius, 1543 (R. 69C, Université de Liège), 2016. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nicolai_Copernici_Torinensis_De_revolutionibus_orbium_coelestium.jpg. Acessado em: 14 abr. 2023.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
M425	Matemática, Ciências e outras reflexões [livro eletrônico] / Organizadores: Rafael Prearo Lima, Rubens Pantano Filho. – Salto, SP: FoxTablet, 2023. 148 p.: il. Formato: PDF Requisito de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN: 978-65-89010-85-2 1. Matemática – Pesquisa - Brasil. 2. Ciências – Pesquisa - Brasil. 3. Educação – Pesquisa – Brasil. I. Lima, Rafael Prearo. II. Pantano Filho, Rubens. <p style="text-align: right;">CDD 371.72</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Índices para catálogos sistemáticos:

Proibida a reprodução total ou parcial desta obra, de qualquer forma ou por qualquer meio eletrônico, mecânico, inclusive por meio de processos xerográficos, sem a permissão expressa do editor (Lei nº 9.610, de 19/02/1998).

Todos os direitos desta edição reservados pelos autores.



Rua Toscana, 176 – Bairro Vila Romana – Salto/SP – CEP 13321-440
www.foxtablet.com.br / contato@foxtablet.com.br / (11) 98689-1789

Sumário

Apresentação.....05

Desenvolvimentos de projetos relacionando materiais manipuláveis e a Geometria Espacial aplicados a turmas do Ensino Técnico Integrado no IFSC.....06

Roberta Nara Sodré de Souza / Diana Terezinha Amaro Ferraz

O uso da calculadora gráfica Desmos nos processos de ensino e aprendizagem no âmbito das ideias básicas para o conceito de funces contínuas e descontínuas.....23

Ana Carolina C. Francisco / Monica de O. P. da Silva / Sandra Menezes

A parábola e algumas de suas aplicaces.....36

Yuri Jefferson de Mattos / Bruno Henrique Labriola Misse

A Formaco Inicial de Professores e o Ensino de Matemática: análise de disciplinas ofertadas no curso de Pedagogia da UECE.....46

Ana Paula A. Mota / João B. Araújo da Silva Júnior / Lauro A. Mota

Literatura e Matemática na Creche a partir das Obras do PNLD Literário 2018.....59

Lilian Siqueira e Angelico / Edvonete Souza de Alencar

A epistemologia de Feyerabend: uma breve reflexão visando ao ensino de Física.....72

Rodrigo Felipe Raffa / Rubens Pantano Filho

Uma proposta de Sequência Didática sobre Semicondutores para o Ensino Médio.....86

Fernando Moreira / Marcio Pereira / Wingley Borssali Miorali Vital

Uma Abordagem Experimental com Foguetes de Garrafa PET utilizando Bicarbonato de Sódio e Vinagre como Propelentes: investigando a reação e o desempenho.....101

Ana Carolina Plens / Rodrigo Felipe Raffa

Inovações e Práticas na Construção Civil para Cidades mais Inteligentes.....110

Anderson Bezerra da Silva / Antônio Celso de Souza Júnior / Dara Meira da Costa / João Alexandre Paschoalin Filho / Joana Paula Ribeiro Machado / Micaelle da Paixão Barbosa Scaramai / Rogério Santino Barboza

Percepções de estudantes sobre o Ensino Médio integrado e o componente curricular Educação Física no Instituto Federal de São Paulo no período que antecedeu a implementação da reforma do Ensino Médio.....124

Valentina Piragibe

Apresentação

Dentre os diversos eventos que sedia, o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP campus Bragança Paulista – organiza anualmente a Semana da Matemática e Educação Matemática (SEMAT). O evento, dirigido não apenas a estudantes de Licenciatura em Matemática ou Ciências da Natureza e a professores dessas áreas, como também a quaisquer interessados, tem como objetivo proporcionar o enriquecimento acadêmico tanto do futuro professor, quanto do professor atuante na Educação Básica.

Em sua programação, a SEMAT oferece oficinas, palestras, espaços para discussões e debates sobre ensino de Matemática e de Ciências da Natureza, além de contar com uma Feira de Matemática e Ciências com seções para apresentação de trabalhos acadêmicos. Professores e estudantes podem submeter trabalhos que, tendo sido aprovados, contarão com a publicação em anais eletrônicos.

A exemplo dos anos anteriores, a 12ª SEMAT, realizada entre os dias 10 e 12 de maio de 2023, contempla o público participante com esta publicação que ora apresentamos, abordando o seguinte tema base: **“Matemática, Ciências & outras reflexões”**. A obra é uma coletânea com trabalhos referentes a estudos e relatos de práticas de sala de aula, todos de autoria de professores/pesquisadores do IFSP campus Bragança Paulista, bem como de docentes convidados de outras instituições de ensino e pesquisa.

A divulgação desses estudos, reflexões e práticas do dia a dia acadêmico e profissional é uma oportunidade para que os autores compartilhem, por meio dos trabalhos aqui publicados, suas práticas acadêmicas, estabelecendo, assim, a promoção de outras ideias, análises e discussões. Esperamos, pois, que as reflexões aqui apresentadas contribuam para o aperfeiçoamento do trabalho docente, tanto em relação aos profissionais que já atuam na área da Educação, quanto àqueles se preparando para isso, melhorando, desse modo, sua atuação como educadores/formadores em suas unidades de ensino.

Rafael Prearo-Lima / Rubens Pantano Filho

***Desenvolvimentos de projetos relacionando
materiais manipuláveis e a Geometria Espacial
aplicados a turmas do Ensino Técnico
Integrado no IFSC***

***Roberta Nara Sodré de Souza¹
Diana Terezinha Amaro Ferraz²***

Introdução

Dentre os conteúdos de Matemática abordados no ensino básico está a Geometria Euclidiana subdividida, para fins didáticos, em Geometria Euclidiana Plana, quando os objetos de estudo estão no mesmo plano (bidimensional), e em Geometria Euclidiana Espacial, quando os objetos de estudo estão no espaço – podendo estar em planos distintos (tridimensional) – em que são abordados, em resumo, os poliedros e os sólidos geométricos, suas propriedades e medidas de área total, área lateral e volumes. Na Geometria Espacial, as figuras geométricas estão ligadas a um entorno de aprendizados simbólicos e abstratos que vinculam a elaboração dos objetos matemáticos pelos aprendizes. Em geral, a abordagem sobre as figuras elementares que compõem os estudos dos conceitos da Geometria Espacial no Ensino Médio ocorre no segundo ou terceiro ano de estudos neste nível de ensino.

¹ Doutora em Educação Científica e Tecnológica. Docente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - IFSC - Câmpus Itajaí - E-mail: roberta.sodre@ifsc.edu.br

² Mestre em Matemática. Docente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - IFSC - Câmpus Itajaí - E-mail: diana.terezinha@ifsc.edu.br

Matemática, Ciências & outras reflexões

De acordo com Duval (2005, p. 21), dentre as áreas do conhecimento matemático, a Geometria é a que exige a atividade cognitiva mais completa, pois requer o gesto, a linguagem e o olhar. Frente a este desafio, Nacarato (2005, p. 4) evidencia que os estudos nesta área apontam a importância dos processos de visualização.

A definição lexical do termo “visualização” refere-se à transformação de conceitos abstratos em imagens reais ou visíveis mentalmente. Nacarato e Passos (2003) pontuam que, para além desta definição, “a visualização também pode ser considerada como a habilidade de pensar, em termos de imagens mentais, seja a representação mental de um objeto ou de uma expressão, naquilo que não está ante os olhos, no momento da ação do sujeito sobre o objeto.” (NACARATO e PASSOS, 2003, p. 78)

As figuras geométricas tridimensionais possuem, agregadas ao seu simbolismo e abstrações, a ligação direta com o mundo real. A ligação entre o abstrato e o real destaca um elemento importante a ser explorado no ensino, trazendo as diferentes dimensões das figuras para dialogarem nas atividades propostas.

Desta forma, ao tentar priorizar a visualização aliada ao mundo real durante o processo de ensino-aprendizagem da Geometria Espacial, recorre-se indiscriminadamente aos materiais manipulativos. Contudo, Pais (2000) alerta que o uso de materiais didáticos no ensino de geometria deve ser sempre acompanhado de uma reflexão pedagógica a fim de evitar os riscos de um realismo ingênuo ou de um empirismo. Em suma, “devemos sempre estimular um constante vínculo entre a manipulação de materiais e situações significativas para o aluno.” (PAIS, 2000, p. 15). Nacarato (2005) corrobora com tal pensamento ao afirmar que “não é o simples uso de materiais que possibilitará a elaboração conceitual por parte do aluno, mas a forma como esses materiais são utilizados e os significados que podem ser negociados e construídos a partir deles”. (NACARATO, 2005, p. 5)

Brunheira e Ponte (2018, p. 483), ao debruçarem-se nos estudos de Battista (2009) e de Gutiérrez (1996), apontam que há várias condições que são relevantes para a ativação dos processos associados à construção, análise, transformação de modelos mentais e operações com estes modelos – processos estes que são fundamentais para o

Matemática, Ciências & outras reflexões

desenvolvimento do raciocínio espacial – em particular, no que se refere ao tipo de tarefas propostas, aos recursos disponibilizados e às interações na sala de aula.

No que respeita às tarefas, a seleção dos sólidos e das operações mentais deve manter o nível de desafio cognitivo elevado, mas alcançável; a realização de contagens de elementos dos poliedros e o estabelecimento de relações e justificações revelam-se promotores dos processos de raciocínio espacial; o material manipulável é importante como suporte, mas a sua utilização não deve diminuir o desafio cognitivo, nomeadamente, substituindo ou sobrepondo-se às imagens mentais; e o contexto de trabalho colaborativo favorece a comunicação do raciocínio que, por sua vez, estimula a estruturação e reestruturação espacial dos objetos. (BRUNHEIRA & PONTE, 2018, p. 483)

A oportunidade de construir e de “desmanchar” as figuras tridimensionais para outras dimensões, pode agregar ao desenvolvimento dos conceitos matemáticos e, nesse sentido, se constitui a forte importância do pensar sobre a intencionalidade do que se chama de “desconstrução dimensional das formas” na ação docente na aprendizagem da geometria espacial.

As principais ferramentas utilizadas no ensino, como o livro didático, apresentam um mundo tridimensional através de imagens bidimensionais. Até mesmo imagens produzidas em computador e imagens em movimento apresentam representações bidimensionais de objetos físicos. *Por estas razões, as transformações tridimensionais em bidimensionais, e vice-versa, são uma ferramenta muito necessária que deve estar presente na formação geométrica dos alunos, até o ensino secundário.* (GUTIÉRREZ, 1991; GUTIÉRREZ; JAIME, 1991 *apud* SILVA; SANTOS, 2018, p. 849 – grifo nosso)

Assim, notamos que é importante considerarmos que o fato do estudante permanecer na dimensão em que a figura geométrica foi tratada na atividade a ser elaborada pode levá-lo a permanecer na mesma

dimensão em que uma figura foi dada, levando-o a não buscar caminhos heurísticos fora da mesma dimensão para resolver aquele problema ou outros. Dessa forma, o direcionamento sobre a necessidade do olhar docente à proposição de situações de aprendizagem de forma intencional pode possibilitar o desenvolvimento da desconstrução geométrica, favorecendo as operações nas figuras abordadas para suas dimensões inferiores. (SOUZA; MORETTI; ALMOULOU, 2018).

Relato de experiência

Percebendo a lacuna de pesquisa quanto às práticas de ensino relacionadas à Geometria Euclidiana Espacial que não só integrem a visualização, mas que também possibilitem a construção de figuras geométricas espaciais (dimensão 3) e a relação destas com a sua planificação (dimensão 2) e vice-versa, compartilhamos neste capítulo um caminho facilitador que provém da experiência exitosa de vários semestres letivos em que desenvolvemos esta metodologia com estudantes do 6º semestre do Curso Técnico em Recursos Pesqueiros Integrado ao Ensino Médio no IFSC - Câmpus Itajaí.

Este curso, com duração de seis semestres, é ofertado em período integral no Câmpus Itajaí e visa preparar o estudante para atuar profissionalmente em atividades de cultivo de peixes, camarões, ostras, mexilhões, rãs e algas, além de atividades de pesca extrativa em rios, mares e lagos. Dentre as competências desenvolvidas destacam-se a preparação de tanques e viveiros para produção aquícola, os procedimentos de auxílio na condução de embarcação a áreas de pesca e no beneficiamento de pescado. Este curso tem matrícula seriada (matrícula por unidade curricular em cada semestre letivo), oferece quarenta novas vagas por semestre e tem ingresso por sorteio. Além do Curso de Recursos Pesqueiros, o Câmpus do IFSC em Itajaí oferece Ensino Técnico e/ou Tecnológico em diversas modalidades; no Ensino Médio Integrado, há também o de Mecânica, já que o entorno econômico da cidade tem relação direta com esse segmento. Itajaí é uma cidade de Santa Catarina que possui dentre as suas principais atividades comerciais o seu porto, a pesca e a navegação.

Nosso objetivo é trazer nas exemplificações e desdobramentos da prática aplicada, elementos importantes ao pensar nas ações de

Matemática, Ciências & outras reflexões

aprendizagem dos conceitos da Geometria Espacial no âmbito das instituições de ensino integrado técnico em que atuamos.

A experiência abaixo descrita ocorreu na unidade curricular Matemática VI, que tem carga horária semestral de 80h (quatro aulas semanais). Tal disciplina é ofertada no sexto e último semestre do curso e visa desenvolver competências para resolução de situações-problemas de localização e de deslocamento de pontos no espaço, reconhecendo elementos fundamentais para construção de um sistema de coordenadas cartesianas, interpretando e representando diferentes curvas nesse sistema, bem como resolver problemas que envolvam figuras geométricas planas e sólidos geométricos, ampliando e construindo noções de medidas. Normalmente, esta unidade curricular conta, em média, com trinta estudantes por turma.

Metodologia e Discussão

O processo de aprendizagem que propomos aos estudantes é o desenvolvimento de um projeto em equipes sobre conceitos da Geometria Espacial com tema voltado ao seu curso técnico.

O desenrolar do projeto vai acompanhando o desenvolvimento dos conteúdos da unidade curricular ao longo do semestre letivo e culmina na construção de um painel tridimensional e a apresentação, em vídeo de curta duração, das construções e da elaboração dos cálculos que envolvem a Geometria Espacial relacionada ao tema que discutirão em seus projetos. Toda sequência de aplicação, de desenvolvimento dos projetos e de produtos finais foram sendo ajustados conforme fomos sentindo necessidade de melhor orientar o processo de aprendizagem esperado e obter avanços quanto ao produto final esperado.

O encaminhamento para o desenvolvimento do projeto de cada equipe de estudantes das turmas se inicia após o primeiro mês de estudos no módulo VI, quando solicitamos que se organizem em grupos de três a quatro integrantes. Fazemos a proposição de que as equipes tenham como objetivo as aprendizagens relacionadas aos sólidos geométricos integradas a temas de estudos das unidades curriculares do seu curso técnico e, assim, elaborem um painel tridimensional externando relações entre esses conhecimentos. A construção física a ser apresentada ao fim de seus estudos deve conter elementos da orientação dada a todos,

Matemática, Ciências & outras reflexões

contendo, no mínimo, três figuras geométricas espaciais diferentes entre os diferentes poliedros e corpos redondos. O painel desenvolvido deve ser construído considerando a proporcionalidade dos objetos inseridos e a produção de material audiovisual que aponte o percurso das construções, cálculos e as integrações com a área, para o nosso caso, de Recurso Pesqueiro, devem fazer parte da apresentação desenvolvida.

Ao solicitar, aos estudantes, a divisão em equipes, apresentamos alguns dos projetos diversos já realizados por outras equipes em semestres anteriores. Assim, estimulamos seus olhares para a criatividade em busca de novas aplicações mostrando vários enfoques que podem ser explorados. Logo em seguida, propomos que conversem com suas equipes e façam uma proposição inicial em papel, com desenhos a mão livre, contendo o que poderiam vir a desenvolver como tema e, a partir disso, transformando os desenhos em seu produto final – o seu painel tridimensional. Já na abordagem do primeiro rascunho de seus projetos, solicitamos que considerem o mínimo de três figuras espaciais a serem exploradas e utilizadas no painel, que devem, pelo menos estas, apresentar o estudo matemático do enfoque geométrico.

A primeira proposição dos estudantes é entregue no primeiro encontro de duas aulas. No primeiro registro da equipe, solicitamos a identificação dos componentes, um título provisório, o esboço à mão livre do que será construído, a descrição das figuras espaciais selecionadas e um breve relato da ligação da construção que será realizada com o seu curso técnico. Esse documento inicial da equipe fica guardado com o professor, que acompanha a evolução do projeto. Solicitamos aos grupos que fotografem seu progresso para terem o registro das etapas das suas construções e de suas decisões, e que as mudanças no planejamento inicial devem ser novamente discutidas conosco. Havendo algo que não ficou claro quanto ao projeto dos estudantes ou quanto a nossa proposta, conversamos com a equipe e orientamos possíveis encaminhamentos.

Após termos os primeiros encaminhamentos das equipes, no encontro seguinte, entregamos um documento com orientações de elaboração e de registro dos combinados quanto à produção de seus projetos. Nesse documento, consta o que deve compor os seus processos e a elaboração final dos projetos, os meios utilizados para esclarecimentos de dúvidas no caminho das suas produções, os prazos

Matemática, Ciências & outras reflexões

das etapas e os critérios de avaliação. O documento sobre os combinados da produção do projeto e as exemplificações de vídeos de apresentação de equipes anteriores são anexadas à página da disciplina.

Dentre as orientações combinada com as equipes, seguem alguns pontos abordados que seus projetos devem observar:

- O tema escolhido deve abordar a temática de interesse comum da equipe, possibilitando a exploração da criatividade, os processos de aprendizagem matemática e a integração do conhecimento da área. As construções realizadas devem conter precisão de cálculos e construções de figuras geométricas.
- Definir e mostrar em desenho 3D as medidas das figuras geométricas que farão parte da composição do painel;
- Desenhar cada figura planificada calculando a área total e o volume de cada uma por meio das fórmulas específicas e, ao final, apresentar a área total de todas as figuras juntas e o volume total;
- O material da composição do painel tridimensional deve dar preferência a materiais recicláveis, com uso de embalagens reutilizáveis, observando a proporcionalidade dos materiais escolhidos para adaptar;
- O painel deve conter na sua composição pelo menos três figuras geométricas diferentes (por exemplo, prisma, pirâmide e cilindro) a serem exploradas em termos de planificação, cálculos de área e de volumes. As figuras escolhidas devem compor o contexto de confecção do painel sobre o tema escolhido e apresentado no primeiro rascunho do projeto;
- Na avaliação do trabalho serão considerados o atendimento aos combinados quanto à produção do processo e do produto final e se a temática evoluiu para a aplicação aos conteúdos específicos do curso técnico;
- Como critérios avaliativos, também consideramos a organização, a criatividade e a originalidade do grupo quanto ao produto final e à apresentação do audiovisual, a

Matemática, Ciências & outras reflexões

precisão na confecção do painel, os objetos e os cálculos desenvolvidos, a pontualidade da entrega parcial e final do projeto, a organização da apresentação dos materiais produzidos para as demais equipes da turma, as respostas aos questionamentos feitos pelo professor e pelos colegas;

- Entrega parcial: até quinze dias antes da apresentação final do projeto com o vídeo, os estudantes exibem fotos da imagem do painel construído, de acordo com prazo. Nesta oportunidade, fazemos a devolutiva das postagens das etapas, indicando necessidades de adequações na estrutura.
- Entrega final: a conclusão do painel tridimensional, em geral, ocorre em até 50 dias corridos do início da proposição aos estudantes. No produto final, deve constar o painel 3D finalizado, o estudo breve do contexto relacionado ao curso, as figuras espaciais, as planificações e os cálculos de áreas e de volumes, as considerações finais e as referências, com a apresentação nos slides do seu audiovisual de curta duração. O vídeo deve conter explicações sobre o tema escolhido e suas relações, sobre o painel 3D elaborado e trazer explicações condensadas nos slides a serem apresentados, bem como um resumo de cálculos e de figuras construídas, considerando a proporcionalidade. Os alunos postam no Youtube as apresentações gravadas com áudio e encaminham o link do vídeo no sistema da unidade curricular na área solicitada, de acordo com prazo. No dia de apresentação do produto final, solicitamos a explicação oral de todos os componentes da equipe, que podem utilizar slides do audiovisual elaborado, trazendo o painel físico para a sala de aula. O professor e/ou os estudantes podem fazer perguntas referentes ao trabalho, as quais são consideradas na avaliação do conhecimento do tema e do conteúdo do projeto.

É importante ressaltar que, anteriormente à pandemia, era solicitado às turmas que elaborassem, além do painel 3D, relatórios completos com as descrições dos processos e a apresentação oral com slides. Percebemos que o formato de construção dos painéis com a solicitação do relatório e com o material audiovisual de apresentação

fomentaram mais o rigor dos conceitos matemáticos, as passagens de desconstrução geométricas, com as construções das planificações. Contudo, isso demanda uma dedicação e tempo maiores de realização dos projetos e acrescenta uma entrega parcial. Essa trajetória foi substituída durante a pandemia para a comunicação do projeto com apenas a parte física do painel tridimensional fotografado e a comunicação do desenvolvimento de cálculos, processos e aplicações no material audiovisual. Percebemos que, desta forma, o processo de produção ficou mais leve aos estudantes, e estamos em processos de melhoria na orientação para que esse material esteja cada vez mais completo.

Para exemplificarmos, apresentamos algumas discussões de nosso olhar sobre aspectos teóricos envolvidos na proposição dos projetos. Encaminhamos imagens de alguns trabalhos e de links com os vídeos de algumas equipes, para que os leitores interessados conheçam a apresentação completa de algumas produções. Ressalvamos que, quando observamos a necessidade de ajustes na apresentação final dos vídeos, solicitamos aos estudantes que procedam com essa correção; contudo, algumas equipes não executam os novos ajustes.

Figura 1-Projeto Embarcação de Pesca de Carangejo.



Fonte: Os autores.

Vídeo completo disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=U9j-GGB7waM>

Matemática, Ciências & outras reflexões

Na Figura 1, temos o projeto dos estudantes desenvolvendo uma embarcação de pesca de caranguejo em alto mar. Observamos que as formas arredondadas da embarcação foram substituídas pelas formas retilíneas em poliedros para se remeter aos estudos matemáticos em questão e cumprir o quesito das três figuras espaciais. Os estudantes fizeram comparações entre imagens e construíram as formas, elaborando o desenho da planificação, reconhecendo lados dos polígonos e das arestas, vértices e superfícies nas faces, fazendo as conexões de como as superfícies e o fechamento do poliedro constituíram as formas em 3D.

Na construção da forma geométrica realizada manualmente mais aperfeiçoada possível, de forma que reproduza o modelo real, percebemos, por muitas vezes que os estudantes fazem caminhadas e tentativas desde a definição de pontos de encontro entre segmentos na primeira dimensão e segunda dimensão que se transformarão em lados e, estes, em arestas e faces na terceira dimensão, em um ir e vir para que a figura adquira uma forma adequada. Essa intencionalidade das passagens entre dimensões, que se chamada de “desconstrução dimensional”, é recorrente na construção de vários projetos e potencializa esse olhar sobre as dimensões relevantes para realização de problemas que envolvem estas passagens. (SOUZA MORETTI; ALMOULOU, 2019, p. 324)

Figura 2 - O Tronco de Pirâmide nas embarcações de caranguejo



Pirâmide



Fonte: Os autores.

Matemática, Ciências & outras reflexões

Observamos na Figura 1 a utilização do cubo, do paralelepípedo e de um tronco de pirâmide na imagem principal do painel. Na Figura 2, temos as imagens do desenvolvimento dos cálculos relativos às áreas e aos volumes das figuras; nesta imagem, em especial, do tronco de pirâmide. Este sólido geométrico ainda não havia sido explorado em sala e a equipe, ao procurar estar mais fiel à construção da embarcação real, acrescentou-o a seu protótipo, indo além do trabalho didático de sala de aula. No processo de utilização de materiais concretos para aprendizagem de conceitos matemáticos, a forma como os materiais são utilizados e os significados podem ser negociados e construídos a partir deles. (NACARATO, 2005, p. 5)

Figura 3 - Projeto Cultivo de Ostras em Lanternas Flutuantes.



Fonte: Os autores

Vídeo completo disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=SIZGZtlBBW0>

Figura 4 - Calculando elementos do painel no projeto Cultivo de Ostras.

CÁLCULOS CILINDRO

$Ab = \pi \cdot R^2$
 $Ab = \pi \cdot 2^2$
 $Ab = 4\pi \text{ cm}^2$

$V = \pi \cdot R^2 \cdot h$
 $V = \pi \cdot 2^2 \cdot 7$
 $V = \pi \cdot 4 \cdot 7$
 $V = 28\pi \text{ cm}^2$

$AL = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot h$
 $AL = 2 \cdot \pi \cdot 2 \cdot 7$
 $AL = 2 \cdot \pi \cdot 14$

$AT: 2 \cdot ab + AL$
 $AT: 2 \cdot 4 + 28$
 $AT: 8 + 28$
 $AT: 36\pi \text{ cm}^2$

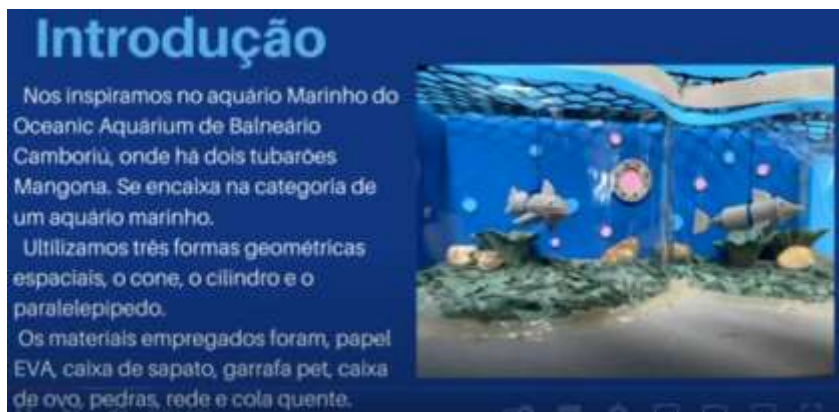
4 cm
7 cm

Fonte: Os autores.

No projeto selecionado na Figura 3, os estudantes elaboraram um painel em terceira dimensão procurando conexão das formas das lanternas flutuantes, presentes no cultivo de ostras, com as figuras geométricas espaciais estudadas. O tema escolhido sobre o cultivo de ostras é fonte de renda para muitos produtores em Santa Catarina e foi fonte de estudos em disciplinas técnicas de seu curso. Sobressaem no estudo geométrico as imagens do cilindro nas lanternas, como mostra na Figura 4, a do cubo nas boias e os cones sobrepostos às lanternas, comparando-os à fiação de apoio das lanternas, identificando geratrizes. Nesse último ponto, discutimos com a equipe sobre a forma geométrica cone identificada e o fato de que a fiação poderia representar a medida da geratriz, mas não arestas, já que a forma cônica possui elementos laterais não compostos por faces, mas com elementos redondos.

Nas figuras 5 e 6, temos um projeto que recriou o aquário de tubarões observado em visita técnica promovida por unidade curricular de seu curso. Com muita criatividade, os estudantes fizeram a secção transversal de um cilindro, formando o que nomearam de semicilindro, de forma a manter a visão arredondada que observaram no aquário, o que o torna mais atrativo e com mais área de observação, mantendo a parte da lateral e a base deste semicilindro, levando à necessidade de mudanças nas fórmulas para o cálculo da área da figura.

Figura 5- Projeto Aquário Marinho de Tubarões de Balneário Camboriú.



Fonte: Os autores.

Figura 6- Construção das figuras de estudo do Projeto Aquário Marinho de Tubarões.



Fonte: Os autores.

Vídeo completo disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=Wkg0weQUIj8>

É comum que os estudos das equipes contenham a parte lateral do sólido e uma base, retirando um elemento da base ou mais, nos

modelos reais, em várias situações eles não possuem um fechamento total havendo, o que leva à necessidade de ajustes em fórmulas tradicionais de área total nos projetos. Esse ponto é considerado e discutido nas equipes, algumas das quais incorrem em erros ao utilizar em seus cálculos fórmulas gerais que não descrevem com precisão os objetos reais que estão em seus painéis. De maneira geral, este é um ponto de discussão nas turmas por semestres repetidos, propiciando o retorno às fórmulas usuais apresentadas dos poliedros ou dos corpos redondos, refletindo, discutindo e modificando tais fórmulas para adaptá-las à construção de seus painéis. Nesse sentido, essas discussões particulares das construções dos painéis das equipes revelam-se em consonância com Brunheira e Ponte (2018, p. 469), como promotoras dos processos de raciocínio espacial que não diminuem o desafio cognitivo e ainda promovem o contexto de trabalho colaborativo que promove a comunicação e a reestruturação espacial dos objetos.

Figura 7- Projeto faróis de Sinalização para Embarcações.



Fonte: Os autores

Figura 8- Alguns elementos de cálculos apresentados no estudo do projeto Faróis.



Cálculo total

MEDIDAS		
CILINDRO ÁREA TOTAL = 75 cm^2 VOLUME = 150 cm^3	PIRÂMIDE DE BASE QUADRADA ÁREA TOTAL = $36 + 36\sqrt{3} \text{ cm}^2$ VOLUME = 48 cm^3	PRISMA QUADRANGULAR ÁREA TOTAL = 456 cm^2 VOLUME = 576 cm^3
SOMA DAS ÁREAS TOTAIS: $75 \text{ cm}^2 + 36 + 36\sqrt{3} \text{ cm}^2 + 456 \text{ cm}^2 = 567 + 36\sqrt{3} \text{ cm}^2$		
SOMA DOS VOLUMES: $150 \text{ cm}^3 + 48 \text{ cm}^3 + 576 \text{ cm}^3 = 774 \text{ cm}^3$		

Fontes: Os autores

Vídeo completo disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=47DMit9alyE>

O projeto dos faróis, abordados nas Figuras 7 e 8, foi desenvolvido por uma das equipes e discutiu as funções de guia e de segurança que esses aparelhos trazem para as embarcações, além de sua importância. Nesta exposição, observamos sólidos geométricos, dentre os quais foram destacados pelo o paralelepípedo, os cilindros e a pirâmide. Algum dos recortes de cálculos apresentados (Figura 8) nas figuras utilizadas para a construção contém a identificação da figura à qual pertence. Os sólidos que compõem as imagens foram considerados em sua proporcionalidade. Assim, por vezes, os estudantes não encontram caixinhas ou embalagens que possam substituir o processo de construção manual dos prismas e dos corpos redondos, fazendo com que eles perpassem desde a sua construção planejada até a construção e a desconstrução das figuras. Relatamos que algumas construções planejadas dos sólidos que comporiam os painéis dos estudantes não ficaram precisas e, por isso, no momento de fechar o sólido planejado para a terceira dimensão, precisariam ser refeitas, fazendo com que os processos de desconstruções geométricas ocorressem naturalmente.

Consideramos que a caracterização do farol construído (Figura 7) revela todo o cuidado e a motivação da equipe com a proximidade do

painel à forma real, estimulando, assim, a manipulação de materiais ligados a situações significativas para o aluno (PAIS, 2000, p. 15).

Considerações finais

A discussão da atividade didática com a construção de painéis tridimensionais é uma importante ferramenta didática, pois tem caráter motivador, dada a sua proximidade com a futura área de atuação do estudante, e abrange aspectos de desenvolvimento dos conceitos geométricos relevantes.

Trazemos para discussão nesse artigo a metodologia aplicada e reorganizada que pode ser fonte para novas situações e aplicações em outros cursos. Para nossa região, as figuras geométricas estavam vinculadas e aplicadas ao curso de Ensino Médio Integrado de Recursos Pesqueiros. Percebemos que o desenvolvimento dos projetos com painéis tridimensionais promoveu o direcionamento e a intencionalidade da desconstrução geométrica ligada à construção de materiais manipuláveis. As ações e discussões envolvidas no fazer dos painéis demonstraram favorecer a integração de conceitos entre as unidades curriculares do curso, a visualização aliada ao mundo real desenvolvendo operações conceituais com diferentes construções em figuras geométricas e suas visualizações, em um vai e vem para as suas dimensões inferiores. Nesse ponto, consideramos que a intencionalidade docente na proposição de ações didáticas e na seleção de como fazer a aprendizagem transcorrer revela um papel essencial para o desenvolvimento desse gesto intelectual que é a desconstrução geométrica das formas (SOUZA, 2018).

Referências

- BATTISTA, M. T. Highlights of research on learning school geometry. **Understanding geometry for a changing world**, p. 91-108, 2009.
- BRUNHEIRA, L. PONTE, J. P. Desenvolvendo o raciocínio espacial na formação inicial de professores dos primeiros anos. **Zetetiké**, Campinas, SP, v.26, n.3, set./dez.2018, p.464-485.
- DUVAL, R. Les Conditions Cognitives de L'apprentissage de la Géométrie: Développement de la visualisation, différenciation des raisonnements et coordination de leurs fonctionnements. **Annales de**

Didactique et sciences cognitive. Strasbourg: Irem, v. 10, 2005. p. 5-53.

GUTIÉRREZ, A. Visualization in 3-dimensional geometry: In search of a framework. *In: L. Puig & A. Gutierrez (Eds.). Proceedings of the 20th PME International Conference.* 1, 3-19, 1996.

NACARATO, A. M. Eu trabalho primeiro no concreto. **Revista de Educação Matemática.** Ano 9, Nos. 9-10, p.1-6, 2005.

NACARATO, A. M.; PASSOS, C. L. B. **A geometria nas séries iniciais:** uma análise sob a perspectiva da prática pedagógica e da formação de professores. São Carlos: EdUSFCar, 2003.

PAIS, L. C. Uma análise do significado da utilização de recursos didáticos no ensino da Geometria. *In: 23ª Reunião Anual da ANPED. Anais da 23ª Reunião Anual da ANPED - GT 19 — Educação Matemática.* Caxambu, ANPED, 2000. Disponível em: www.anped.org.br/23/textos/. Acesso em: 05 mar. 2023.

SILVA, P. V.; SANTOS, L. Compreensão da Representação Bidimensional de Policubos por Alunos do 6º ano em Tarefas de Avaliação Externa. **Bolema,** Rio Claro, v. 32, n. 62, p. 847-868, dez. 2018.

SOUZA, R. N. S., MORETTI, M. T.; ALMOULOU, S. A aprendizagem de Geometria com foco na desconstrução dimensional. **Educação Matemática Pesquisa das formas.** São Paulo, v. 21, n. 1, p. 322-346, 2019. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/emp/article/view/39101>. Acesso em: 5 mar. 2023.

SOUZA, R. N. S. **Desconstrução dimensional das formas:** gesto intelectual necessário à aprendizagem da geometria. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/198939>. Acesso em: 5 mar. 2023.

O uso da calculadora gráfica Desmos nos processos de ensino e aprendizagem no âmbito das ideias básicas para o conceito de funções contínuas e descontínuas

Ana Carolina Camargo Francisco³

Monica de Oliveira Pinheiro da Silva⁴

Sandra Menezes⁵

Introdução

Ao mencionarmos a palavra “continuidade”, ou em um “processo contínuo”, nos parece intuitivo pensar em algo que ocorre sem interrupções ou lacunas. Em termos matemáticos, a continuidade se assemelha à ideia anterior e também se aplica ao conceito de uma função contínua. De acordo com Stewart (2014, p.109), “uma função f é contínua em um número a se $f(x)$ tende a $f(a)$ quando x tende a a ”. A continuidade em uma função em um número a , para existir, requer ainda que o valor de $f(a)$ esteja definido (ou seja, que a esteja no domínio da função).

Caso f esteja definida em um intervalo aberto contendo o número a , não necessariamente definida em a , tem-se que a função f é descontínua em a , ou que f tem uma descontinuidade em a , se f não é contínua em a (STEWART, 2014, p.109). Dessa maneira, podemos pensar numa visualização um pouco mais clara, em termos geométricos,

³ Professora Dra. Faculdade de Tecnologia José Crespo Gonzales – FATEC – Sorocaba. E-mail: ana.francisco2@fatec.sp.gov.br

⁴ Professora Dra. Faculdade de Tecnologia José Crespo Gonzales – FATEC – Sorocaba. E-mail: monica.silva15@fatec.sp.gov.br

⁵ Professora Dra. CIEspMAT/UNICAMP. E-mail: smcarvalho.abreu@gmail.com

considerando que uma função contínua em um intervalo d pode ser pensada em uma função cujo gráfico não é interrompido, podendo ser traçado sem a remoção da caneta no papel (STEWART, 2014, p.109).

Tal noção elucidada pelo autor nos remete à oportuna iniciativa docente de trabalhar de forma conjunta a noção de continuidade e a de visualização gráfica.

Nesse sentido, Andrade e Saraiva (2012) indicam que, para facilitar a aprendizagem de funções, os professores devem contemplar diversos tipos de registros de representações para um mesmo objeto (gráfica, tabelar, algébrica e verbal) e até mesmo o uso de *software* matemático, pois possibilita “o desenvolvimento de diversas conexões e a compreensão efetiva” do tópico de funções.

Duval (2012, p. 270) acrescenta que disponibilizar esses diversos registros de representação é tida como “uma condição necessária para que os objetos matemáticos não sejam confundidos com suas representações e que possam também ser reconhecidos em cada uma de suas representações”.

Há também a oportunidade de buscarmos nos fenômenos físicos exemplos de continuidade (velocidade e deslocamento), como também fenômenos descritos e por funções descontínuas, como a corrente elétrica, por exemplo (STEWART, 2014).

Considerando-se as dificuldades em tratarmos deste tema, especialmente quanto às funções racionais (em que há pontos de descontinuidade), este estudo resolveu explorar a “vizinhança” de um ponto através de valores próximos, valendo-se de um estudo dirigido, com cálculos e tabelas para o estudo da vizinhança de um ponto.

A experiência como docente nos mostrou, ao longo de anos, a dificuldade apresentada pelos alunos na compreensão de conceitos abstratos referentes ao Cálculo diferencial e integral, como funções racionais e sua representação gráfica.

Dessa forma, este estudo aborda o contexto acima, tendo como pano de fundo a abordagem do domínio de função, valendo-se do auxílio

do aplicativo da calculadora gráfica Desmos⁶, o qual suscita questionamentos acerca da apropriação e validação dos conceitos envolvendo a tríade: função, continuidade e domínio.

Referencial teórico

Shulman (1986) apresentou três categorias de conhecimento que os professores deveriam possuir para ensinar: conhecimento do conteúdo, conhecimento pedagógico do conteúdo e conhecimento curricular. Suas pesquisas foram inovadoras proporcionando um avanço para a área de Educação. No entanto, apesar de suas grandes contribuições, seus estudos não focaram em uma disciplina específica.

Assim sendo, os autores Ball, Thames e Phelps (2008), inspirados pelas ideias de Shulman, propõem o modelo *Mathematical Knowledge for Teaching* (MKT), focando no conhecimento matemático e no conhecimento pedagógico do conteúdo. Segundo Moriel Jr. e Wielewski (2017), o MKT foi o primeiro

em descrever o conhecimento mobilizado por professores de matemática em sua prática, destacando o papel do conteúdo matemático, ao mesmo tempo, em que considera aspectos relacionados ao processo de ensino, como a aprendizagem dos alunos, o currículo, dentre outros” (MORIEL JR; WIELEWSKI, 2017, p. 129).

Por outro lado, o reconhecimento da importância do ensino com tecnologia conduziu os autores Mishra e Koehler a propor o modelo TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*), que também tem por base o estudo apresentado por Shulman (1986), especificamente a que se refere ao PCK (conhecimento pedagógico de conteúdo), propiciando o professor integrar as tecnologias na sua prática pedagógica (MISHRA; KOEHLER, 2006).

A estrutura do TPACK é composta por três elementos de

⁶ Desmos - software de Matemática dinâmico em formato de calculadora gráfica disponível gratuitamente em <https://www.desmos.com/calculator?lang=pt-BR>.

conhecimentos (tecnologia, pedagogia e conteúdo) em complexa interação, que não devem ser considerados isolados, formando um todo integrado e, assim, conforme Menezes (2022) aponta, possibilitando “aos professores utilizar as tecnologias de forma didático-pedagógica para promover um ensino que permita um desenvolvimento amplo dos alunos”.

Procedimentos metodológicos

Este estudo foi motivado pela busca da compreensão de como os alunos de graduação revelam seus conhecimentos prévios sobre a continuidade e a descontinuidade de uma função para o estudo do conceito de limite. Para isso, propusemos uma tarefa exploratória para 35 alunos do curso Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (ADS) da disciplina de Cálculo, com a duração de aula de 100 minutos. A escolha dessa turma ocorreu pelo fato de a primeira da autora ser a professora da disciplina.

Durante a realização da tarefa, os alunos dependeram apenas dos seus conhecimentos prévios, pois a professora não havia ainda abordado os conceitos de limite e de funções contínuas e descontínuas, nem em sua forma intuitiva. Para que fossem reveladas as dificuldades e entraves com a atividade proposta, a professora manteve a postura de não interferir no raciocínio e nas consequentes respostas dos alunos.

A tarefa foi realizada em dupla ou em trio e desenvolvida em dois momentos da aula, sendo o primeiro consistindo no preenchimento de tabelas e na construção do gráfico no plano cartesiano dada uma função descontínua, com lápis e papel; o segundo, em verificar/validar se a construção do gráfico realizado com lápis e papel era a mesma representação gráfica com a calculadora gráfica Desmos.

Alguns alunos já tinham feito outro curso superior anteriormente e já tinham noção de limite e continuidade. Esses alunos foram separados dos demais e formaram dois grupos.

Descrição da tarefa

Apresentamos a descrição da tarefa aplicada aos alunos de graduação do curso Tecnologia em ADS da disciplina de Cálculo. Essa

Matemática, Ciências & outras reflexões

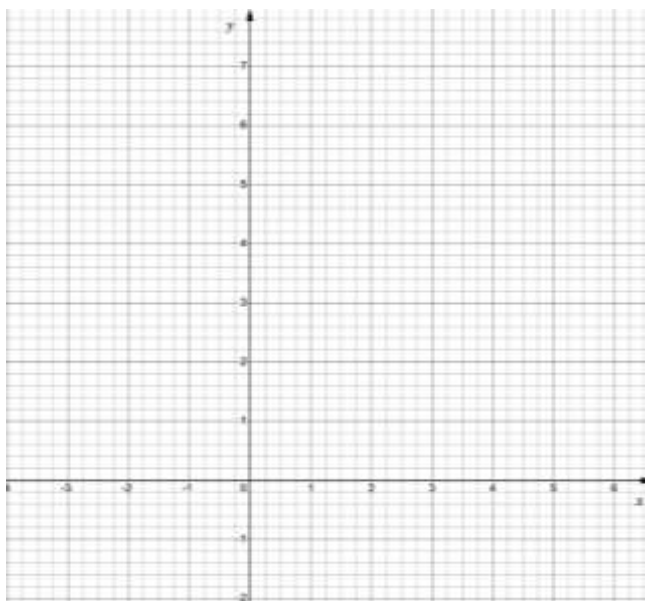
tarefa foi uma motivação para a introdução do conceito de limite com duração prevista para 100 minutos.

1) Considere a função $f(x) = \frac{x^2-4}{x-2}$. Complete a Tabela 1 abaixo e marque os pontos no plano cartesiano.

Tabela 1: Tabela de valores de $f(x)$ para $-3 \leq x \leq 4$.

x	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
$f(x)$								

Figura 1: Plano cartesiano



Fonte: Desmos.

2) Foi possível obter uma representação gráfica de todos os pontos dessa tabela? Justifique.

Matemática, Ciências & outras reflexões

- 3) É possível uma representação gráfica da função $f(x)$, no intervalo estudado, ligando-se os pontos representados a partir da Tabela 1?
- 4) Complete agora a Tabela 2 considerando-se a mesma função e represente os pontos no plano cartesiano.

Tabela 2: Tabela de valores de $f(x)$ para $1,1 \leq x \leq 2,5$.

x	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
$f(x)$														

- 5) E agora, você acha que podemos ligar todos os pontos representados no plano cartesiano para obtermos uma representação gráfica de $f(x)$? Justifique.
- 6) Além de $x = 2$, existe algum valor de x para o qual a função $f(x)$ não está definida? Como você definiria o domínio de $f(x)$?
- 7) Utilize a calculadora gráfica para esboçar o gráfico da função $f(x)$.
- 8) Olhando apenas o gráfico da função construída no Desmos, é possível dizer que a função é definida para todos os números reais? Justifique.
- 9) Comparando o gráfico apresentado com as tabelas construídas anteriormente, você acha que apenas a representação gráfica dada pelo software é suficiente para estudo da função?
- 10) Se você respondeu não à pergunta anterior, como você representaria a função graficamente?

Análise e discussão dos dados

No dia em que a atividade foi aplicada, estavam presentes 25 alunos. Destes, seis já haviam feito um curso de Cálculo Diferencial anteriormente e formaram dois grupos I e J, separados dos demais. Outros oito grupos (A, B, C, D, E, F, G, H) foram formados com os demais alunos, sendo cada um deles composto por dois ou três alunos. Os grupos I e J citados demonstraram bom desempenho na atividade e seus resultados não serão discutidos aqui, restando então oito grupos (A, B, C, D, E, F, G, H) a serem analisados.

Matemática, Ciências & outras reflexões

Durante a execução da atividade, os alunos foram instruídos a preencher a tabela e a ter muito cuidado ao passar os pontos para o plano cartesiano. Também foram orientados de que se tratava de uma tarefa que não deveria acontecer com a intervenção da professora e que poderiam fazer uso de uma calculadora que não fosse gráfica, se assim desejassem.

Na primeira parte da aula, foi-lhes entregue a primeira folha contendo as atividades de 1 a 5. Todos os grupos usaram calculadora para o preenchimento das Tabelas 1 e 2. Na sequência, foi-lhes entregue a segunda folha contendo as questões de 6 a 10 e lhes foi pedido que não alterassem as respostas das questões anteriores e seguissem o que estava sendo pedido. Para a realização desta etapa da tarefa, os alunos usaram o aplicativo da calculadora gráfica Desmos em seus celulares.

Percebemos que os grupos A, B e C não calcularam corretamente o valor da função em todos os pontos, mesmo com o uso de calculadora e, assim, não preencheram corretamente as tabelas. Esses três grupos não acertaram o cálculo de $f(x)$ para valores negativos na Tabela 1 sendo que o grupo C não conseguiu acertar nenhum dos resultados da Tabela 2, apesar de ter acertado os valores positivos na primeira tabela. Quanto ao valor de $f(x)$ em $x = 2$, os grupos B e C atribuíram zero à função, enquanto o grupo A escreveu “divisão por zero” no espaço correspondente. Acreditamos que o motivo da dificuldade para calcular os valores negativos foi a falta do uso de parênteses na substituição dos valores de x na função, sendo os valores encontrados para os valores negativos correspondentes à expressão $\frac{-x^2-4}{x-2}$. Não conseguimos identificar o que ocasionou a dificuldade, e conseqüente preenchimento incorreto, na Tabela 2 apresentada pelo grupo C. Esse mesmo grupo também se equivocou quanto às conclusões da questão 5 e, quando respondeu a segunda folha de perguntas, acertou as respostas das questões 6 e 8; porém, confundiu-se com a argumentação da questão 9, concluindo novamente de forma equivocada a questão 10 por não interpretar corretamente seu enunciado.

Os grupos D, E, F, G e H não tiveram dificuldades para realizar o cálculo de $f(x)$ para valores diferentes de 2, mas os grupos D e E consideraram $f(2) = 0$ e o grupo F considerou $f(2) = 4$, sem explicar como chegaram a essa conclusão. É possível que tenham notado a equivalência

Matemática, Ciências & outras reflexões

com a expressão $x + 2$ a partir da observação da regularidade da Tabela 1 nos demais valores de x e tenham usado a mesma relação para atribuir 4 à $f(2)$. Sendo assim, apenas os grupos A, G e H não atribuíram valor algum à $f(2)$.

Percebemos também a dificuldade dos alunos em encontrar o domínio da função, conhecimento este importante para o estudo da função, pois de acordo com Stewart (2014) antes determinar o valor da função no ponto é necessário verificar se a função está definida ou não neste ponto. Cinco dos oito grupos demonstraram não ter entendido a pergunta por não dar o correto significado matemático à palavra domínio. A Tabela 3 traz as respostas desses cinco grupos mencionados.

Tabela 3: Respostas dos grupos para a questão 6 da tarefa.

Questão 6: Além de $x = 2$, existe algum valor de x para o qual a função $f(x)$ não está definida? Como você definiria o domínio de $f(x)$?	
Grupos	Respostas dos Alunos
A	<i>Não. Domínio: -3, -2, -1, 0, 1, 3, 4.</i>
B	<i>Sim, os valores abaixo de 1,1 e acima de 2,5. Os domínios são todos os x.</i>
D	<i>O domínio seria -2. Não pois não há uma saída.</i>
E	<i>Sim.</i>
F	<i>Não existe. $D(f): \{1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 1,9; 2,1; 2,2; 2, 3; 2,4; 2,5\}$ - $f(x): \{x \in R \mid x \neq 2\}$</i>

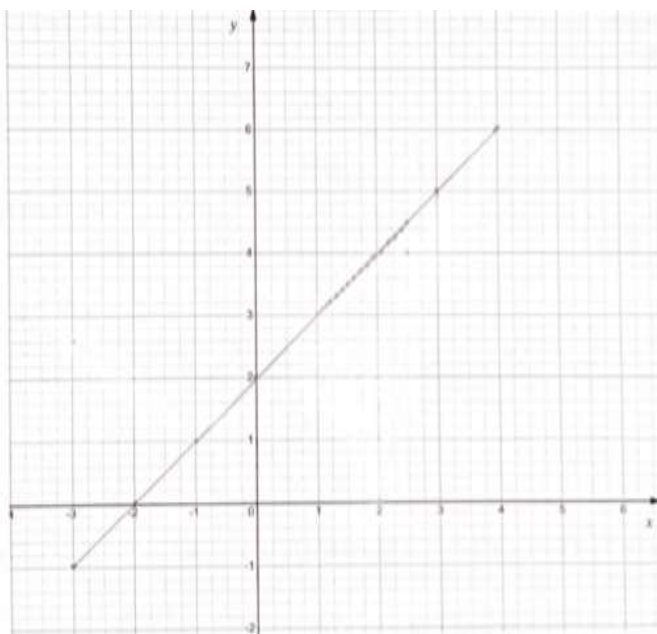
Fonte: Dados da pesquisa

Observa-se que o grupo F confundiu-se ao representar o domínio, trazendo a resposta esperada para o domínio como definição da função e como domínio os valores de x que estavam presente nas Tabelas 1 e 2, excluindo o 2.

Matemática, Ciências & outras reflexões

Em relação à questão da representação gráfica da função, notamos que o grupo H, embora tenha respondido de forma correta e com coerência e tenha concluído que era impossível uma representação gráfica de $f(2)$, ligou todos os pontos da função para representar seu gráfico, conforme a Figura 2, não tendo, portanto, destacado no gráfico a impossibilidade de representação constatada por eles em sua argumentação.

Figura 2: Resposta do grupo H das questões 1 e 4.



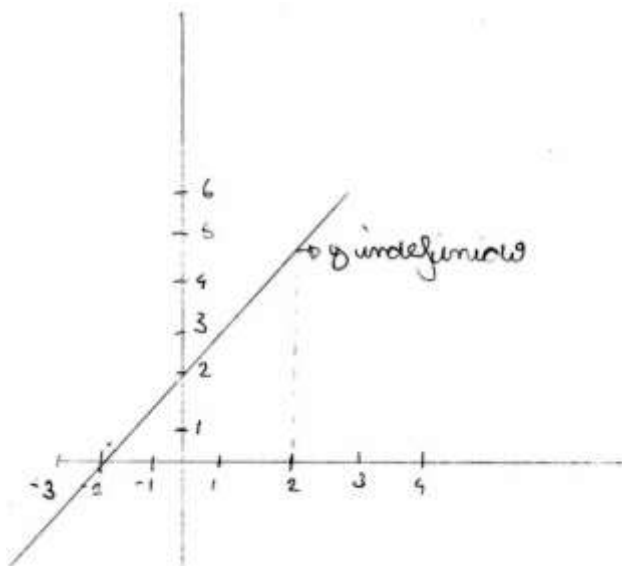
Fonte: dados da pesquisa.

Observamos que entre os 8 grupos investigados, somente o grupo A apresentou uma solução que parece ser a mais adequada para a representação gráfica da função, indicando que a função é indefinida para $x = 2$, no entanto, o gráfico está um pouco fora de escala, prejudicando a nossa interpretação, conforme podemos observar na figura 3. Vale ressaltar que esse foi um dos grupos que havia colocado de forma

Matemática, Ciências & outras reflexões

incorreta o valor de $f(x)$ para os valores negativos de x ; porém, ao executar a segunda parte da tarefa, mesmo tendo dificuldade na interpretação da questão número 6, acertou as questões 8 a 10 após interpretar o gráfico da função com o uso do Desmos. Esse grupo também acertou a questão referente ao domínio da questão.

Figura 3: Questão 10 da tarefa do grupo A.



Fonte: Dados da pesquisa.

Considerações finais

A tarefa foi preparada com a expectativa de que os alunos não apresentassem dificuldades em calcular o valor da função para os valores de x apresentados nas Tabelas 1 e 2, assim como era esperado que eles representassem corretamente os pontos no plano cartesiano e compreendessem o significado da palavra “domínio” na questão 6. Isso porque os conteúdos relacionados a esses conceitos haviam sido trabalhados numa disciplina do semestre anterior ao atual, ministrada também pela primeira autora.

Matemática, Ciências & outras reflexões

Porém, ao analisarmos os resultados notamos que, diferentemente do esperado, foram apresentadas lacunas no cálculo da função, dificuldades na representação na função no plano cartesiano além de erros de interpretação de uma forma geral e no significado da palavra domínio.

Tais respostas demonstraram que, apesar de o professor possuir os conhecimentos propostos por Schulman (1986), não há garantia de que os mesmos conhecimentos sejam apreendidos e construídos pelos alunos, considerando que os conceitos necessários para esta atividade não estavam de todo construídos.

Cabe destacar que a representação gráfica no Desmos não apresenta a “interrupção” que habitualmente deveríamos encontrar no gráfico da função $f(x) = \frac{x^2-4}{x-2}$. Contudo, ao movimentar o cursor em cima da descontinuidade, o ponto desaparece na tela e, no lugar de suas coordenadas, mostra-se a palavra “indefinido”, indicando a descontinuidade da função nesse ponto. Assim sendo, na perspectiva do TPACK o autor Ciboto (2015, p.40), indica a importância do professor conhecer “as características, limitações e potencialidades da tecnologia selecionada”, de modo a promover um uso pedagógico do recurso que possibilite ao aluno “questionar, desafiar e que seja instigado a produzir conhecimento com o uso das tecnologias”. Desta maneira, o despertar para uma aprendizagem de forma mais dinâmicas e participativas independe do estágio em que o aluno se encontra, pois os participantes deste estudo são alunos de graduação e, ainda assim, precisaram do “aval” do professor em algumas ocasiões de tomada de decisão, evidenciando a necessidade de uma ação docente atenta e apta a promover situações de aprendizagem mais efetiva, participativa e com situações com vistas a despertar para a assertividade, para a descoberta e para a construção dos conceitos de forma concreta, eficaz.

Ressaltamos também que, a partir das ideias do TPACK, a tecnologia utilizada como apoio para o desenvolvimento da segunda parte da atividade apontou caminhos, revelou inconsistências e, ainda assim, os alunos não estavam convencidos do motivo pelo qual determinados valores não pertenciam ao domínio da função. Esta conclusão nos remete à seguinte questão: até que ponto, ou em que momento, a validação dos conceitos pode ser calcada por um recurso

tecnológico, sem que o professor/estudante legitime tal conclusão? Nesse sentido, este estudo evidencia a necessidade de cada vez mais o professor desenvolver o conhecimento matemático para ensinar (MKT), pois “ensinar e aprender são fenômenos complexos e dinâmicos”, segundo as autoras Ball e Bass (2002).

Referências

ANDRADE, J. M.; SARAIVA, M. J. Múltiplas representações: um contributo para a aprendizagem do conceito de Funções. **Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa**. p. 137-169. 2012.

BALL, D.L.; BASS, H. Toward a practice-based theory of mathematical knowledge for teaching. *In: Annual Meeting of the Canadian Mathematics education study group*, Edmonton. Conference Proceedings. p. 3-14. 2002.

BALL, D.; THAMES, M.; PHELPS, G. Content knowledge for teaching: what makes it special? **Journal of Teacher Education**, v. 59, n. 5, p. 389 - 407, 2008. Disponível em: <http://www.questia.com/read/1G1-188422895/content-knowledge-for-teaching-what-makes-it-special>. Acesso em: 17 abr. 2020.

CIBOTTO, R. A. G. **O uso pedagógico das tecnologias da informação e comunicação na formação de professores: uma experiência na Licenciatura em Matemática**. 2015. 272 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

DUVAL, R. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de lapensée Trad. M. T. Moretti. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**. v.7, n.2, p. 266-297. 2012.

MENEZES, S. **A integração das tecnologias digitais à prática pedagógica do professor de matemática**. 2022, 333f. Tese (doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Física Gleb Wataghin, Campinas, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/3616>. Acesso em: 4 mai. 2022.

Matemática, Ciências & outras reflexões

MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. **Teachers College Record**, v. 108, n 6 p. 1017-1054, 2006.

MORIEL JR., J. G.; WIELEWSKI, G. D. Base de conhecimento de professores de matemática: do genérico ao especializado. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**. v.18, n.2, p.126-133, 2017.

SHULMAN, L. S. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

STEWART, J. **Cálculo**. Volume 1, 7. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

A parábola e algumas de suas aplicações

*Yuri Jefferson de Mattos*⁷

*Bruno Henrique Labriola Misse*⁸

Introdução

Durante a graduação em Licenciatura em Matemática, em especial na disciplina de Geometria Analítica, surgiu o interesse do primeiro autor em estudar as cônicas. Assim, apresentaremos neste texto uma discussão sobre o assunto, com o objetivo específico de analisar alguns estudos já publicados sobre a temática, tanto para a fundamentação teórica, como também sobre como aplicar as curvas em algumas diferentes áreas do conhecimento.

Em Domingues (1998), encontramos uma discussão bastante profícua sobre as cônicas no decorrer da história. Segundo o autor, esse tipo especial de curvas é obtido por meio de seções cônicas de um plano que intercepta um cone circular reto de duas folhas, podendo formar diferentes estruturas, tais como: parábola, hipérbole e elipse.

Embora não haja um consenso sobre a origem das cônicas, Domingues (1998) assinala que ela está associada a Erastóstenes (séc. III a.C), que apresenta a tentativa de Menaecmo (IV a.C) de resolver o problema da duplicação de um cubo. Tal problema, consiste na construção de um cubo cujo volume seja o dobro do volume de outro cubo de lado qualquer.

Essa hipótese tornou-se plausível, pois algum tempo antes Hipócrates de Quios (séc. V a.C.) havia reduzido o problema à

⁷ Discente do curso de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica – IFSULDEMINAS - Campus Carmo de Minas/MH. E-mail: yuri-1703@hotmail.com.

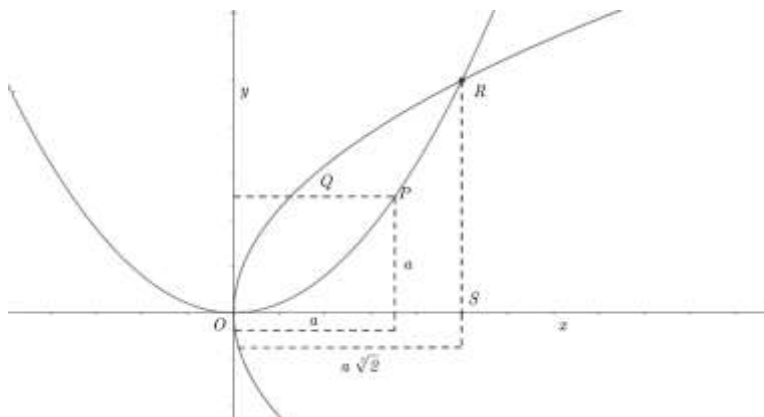
⁸ Docente do curso de Licenciatura em Matemática - IFSULDEMINAS - Inconfidentes/MG. E-mail: bruno.misse@ifsulde Minas.edu.br

Matemática, Ciências & outras reflexões

inserção de duas médias proporcionais entre a e $2a$, ou seja, à determinação de x em $a:x = x:y = y:2a$, pois daí segue que $x^2 = ay$ e $x^2 = 2ax$ e, portanto, eliminando y , $x^3 = 2a^3$. Donde $x = (2)^{1/3}a$, que é a aresta do cubo procurado (DOMINGUES, 1998, p. 43).

Assim, é possível representar a dedução de Menaecmo, como mostrado na figura 1 a seguir.

Figura 1: Parábolas utilizadas na demonstração de Menaecmo.



Fonte: Mattos, 2022, p. 9.

Entendemos que Menaecmo não tinha conhecimento sobre as coordenadas e também que isso não foi de sua autoria. A hipótese é que teria obtido as cônicas raciocinando com três tipos de cones de uma folha.

Eves (2011, p. 199) assinala que Apolônio foi o responsável por cunhar os termos: elipse, parábola e hipérbole, “tomados pela terminologia pitagórica antiga referente à aplicação de áreas”. Apolônio, com sua vasta sabedoria em geometria, percebeu que os três tipos de cônicas – parábola, elipse e hipérbole – podem ser obtidas com secções de uma única superfície cônica de duas folhas, e ainda foi capaz de obter os dois ramos da hipérbole.

Em contrapartida ao estudo das superfícies cônicas como um ramo da geometria espacial, Apolônio cunhou as secções cônicas como

figuras planas. Um exemplo desse estudo pode ser visto em Mattos (2022), no qual o autor determina a propriedade métrica característica da elipse.

A breve contextualização trazida aqui ilumina o percurso histórico das cônicas que, embora tenha tido seu primado na Grécia Clássica, muito evoluiu até os dias de hoje em termos de entendimentos, algebrização e aplicações. Neste sentido é que trazemos a seguir as compreensões produzidas ao longo do trabalho realizado por Mattos (2022) sobre as aplicações da parábola, como exemplar das secções cônicas trabalhadas.

Aplicações da parábola

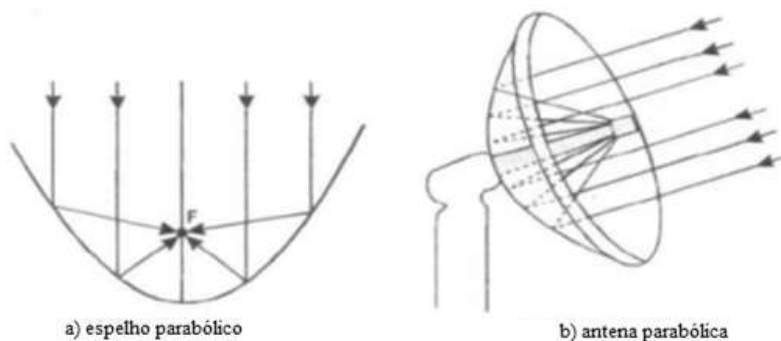
É possível mostrar, por meio de um tratamento algébrico, que uma das principais propriedades das parábolas é a reflexão de uma linha direcionada ao foco, que ocorre quando esta linha incide paralelamente ao eixo da parábola e encontra com seu contorno e vice-versa. A aplicação dessa cônica em diferentes áreas pode otimizar processos, como, por exemplo, a captação ou transmissão de sinais. Para isso, é necessário que o aparelho utilizado tenha o formato parabólico e o transmissor ou receptor esteja localizado em um ponto específico, o foco da parábola. Apresentaremos, a seguir, duas possibilidades: o caso da antena parabólica e o dos faróis automotivos.

Com as leituras realizadas (LOPES, 2011; GONÇALVES, 2014; ROSI, 2017; ARAÚJO *et al*, 2019; OLIVEIRA, 2019), foi possível observar a aplicação das parábolas nas antenas parabólicas. Seu funcionamento ocorre, pois os sinais que vêm dos satélites (muito distantes) podem ser considerados paralelos ao eixo da parábola, refletindo-se em direção ao foco da curva, onde são colocados, de forma proposital, os receptores, para assim receberem os vários sinais de satélites de forma mais concentrada, conforme apresenta a figura 2 (b) a seguir.

Outro exemplo que podemos contemplar sobre as aplicações da parábola está nos faróis automotivos, Figura 2 (a), nos quais as lâmpadas são localizadas no foco dessas parábolas, pois os raios luminosos são direcionados e refletidos na superfície parabólica, a qual propicia a iluminação com um feixe de luz de raios paralelos, que permite maior

alcance (GONÇALVES, 2014; SOUZA, 2014; SILVA FILHO, 2015; OLIVEIRA, 2019). Assim, também é possível perceber que as aplicações em lanternas, como nos faróis automotivos, ocorrem de forma semelhante ao que descrevemos nas antenas parabólicas, porém de maneira reversa.

Figura 2: Antenas parabólicas.



Fonte: Mattos, 2022.

Há também utilizações das superfícies parabólicas em microfones, nos quais as ondas sonoras atingem a superfície e são refletidas para o foco do aparelho, onde fica posicionado o microfone propriamente dito, para captar o som recebido. Outro exemplo são os fornos solares, que concentram os raios solares no foco da superfície parabólica, onde a temperatura fica bastante elevada, permitindo cozinhar alimentos e, até mesmo, obter temperaturas mais elevadas para fusão de metais.

Uma abordagem para a construção de parábolas

Além da abordagem histórica e das aplicações das cônicas na vida cotidiana, interessou-nos, no desenvolvimento de nossa pesquisa, conhecer técnicas didáticas para o ensino de cônicas no Ensino Básico. Dentre as diferentes abordagens que estão postas na literatura acadêmica, encontramos a possibilidade de trabalhar com uma técnica de dobradura, pois ela permite estudar características interessantes das cônicas, além de

Matemática, Ciências & outras reflexões

serem adaptáveis ao modelo dinâmico, utilizando um software de geometria.

A técnica apresentada como proposta didática sobre o estudo das parábolas foi baseada na dobradura do papel, com a qual o papel será dobrado e, posteriormente, vincado diversas vezes, sendo que a junção das retas formadas pelos vincos descreve uma curva cônica. A seguir apresentamos o passo a passo da construção da parábola.

Serão necessários os seguintes materiais: papel vegetal ou sulfite A4, lápis e borracha e régua. A primeira ação que devemos proceder é traçar uma reta na folha de papel, que chamaremos d , e que será a reta diretriz da parábola (Figura 3).

Figura 3: Traçando a diretriz da parábola.



Fonte: dos autores.

A segunda ação consiste em marcar um ponto F , que não pertence a reta d , e que será o foco da parábola em construção (Figura 4).

Figura 4: Marcando o foco da parábola.



A terceira ação será marcar pontos separados sobre a reta d . Escolhe-se, em seguida, um qualquer desses pontos que pertence à reta d , dobrando a folha e fazendo com que o ponto escolhido coincida com o ponto F (Figura 5).

Figura 5: Marcando pontos da parábola.

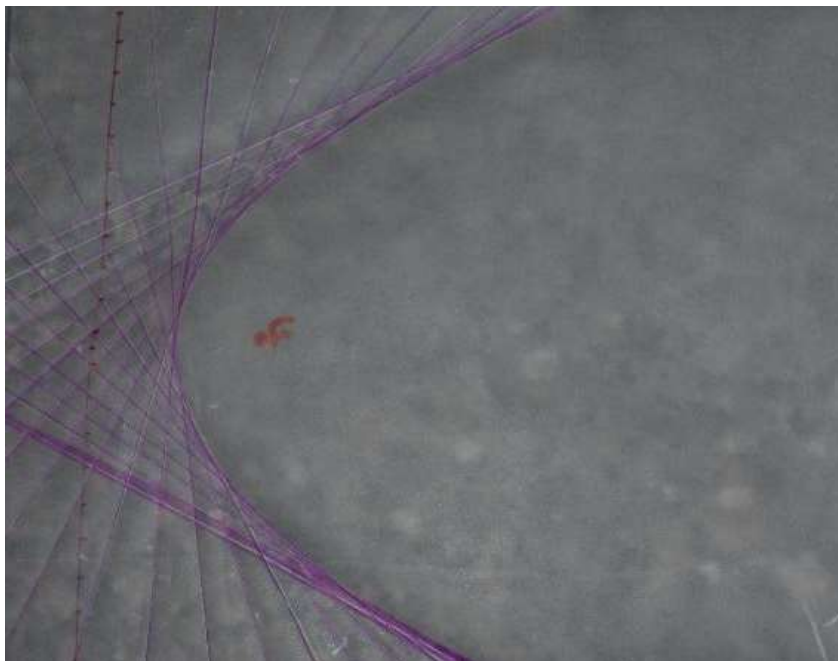


Fonte: dos autores.

Matemática, Ciências & outras reflexões

Por fim, repetiremos a terceira ação por todos os pontos traçados sobre a reta d e, assim, ao abirmos a folha, será possível contemplar uma curva que descreve as propriedades da parábola (Figura 6).

Figura 6: A parábola obtida.

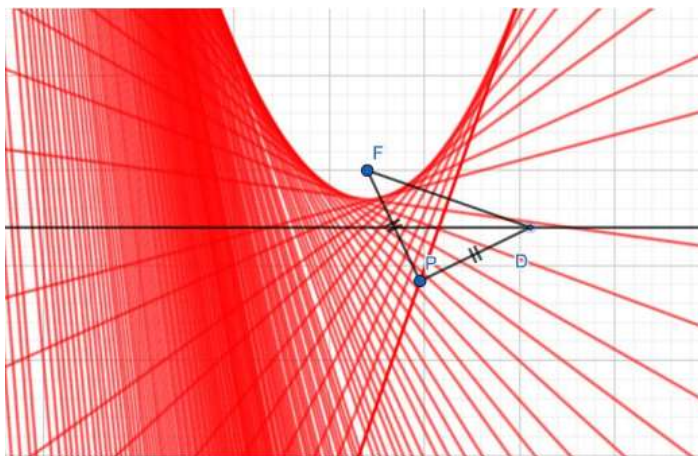


Fonte: dos autores.

Podemos discutir o seguinte: se considerarmos que o ponto F seja o foco da parábola e d a sua diretriz, dado um ponto P pertencente à reta d , ao se fazer uma dobragem de maneira que F e F' se coincidam, é possível constatar que a dobragem feita tem direção diferente com a dobragem inicial.

A seguir, apresentamos na Figura 7 uma repetição do processo de construção, evidenciando uma parábola.

Figura 7: Construção da parábola por meio da reta tangente.



Fonte: dos autores.

Considerações finais

Historicamente, não é possível encontrar consensualmente como, quando e onde foi realizado o primeiro estudo sobre as cônicas. Porém, segundo Erastóstenes (DOMINGUES, 1998), o primeiro estudo do qual se tem dados foi realizado por Menaecmo, que precisava resolver o problema da duplicação de um cubo, no qual o volume de um cubo deve ser o dobro de um outro cubo dado de lado qualquer, problema que pode ser representado através de uma equação de cônica.

As descobertas matemáticas, como a álgebra, permitiram que as cônicas fossem desenvolvidas e aplicadas em diferentes setores da sociedade, permitindo uma evolução humana em aspectos que consideramos importantes.

Neste trabalho, propusemos trazer um pouco sobre como foi o estudo realizado e apresentado pelo primeiro autor em seu trabalho de conclusão de curso de graduação em licenciatura em matemática, que evidenciou um pouco da história, as propriedades e algumas das aplicações de uma das cônicas, a parábola.

Compreendemos que as aplicações das propriedades de reflexão das cônicas revolucionaram a sociedade, no sentido de otimizar

processos e construir novos aparatos tecnológicos, como, por exemplo, as antenas de comunicação, que são otimizadas ao assumirem o formato parabólico, com as quais é possível transmitir e receber informações em diferentes regiões do país ou do mundo. A mesma propriedade pode ser encontrada nos faróis automotivos, os quais se utilizam das propriedades de reflexão das parábolas para aumentar e potencializar o poder de luminescência dos mesmos, trazendo maior segurança no trânsito.

Por fim, entendemos ser necessário aproximar esse conteúdo do ensino básico. Para tanto, nos debruçamos na busca de um modelo didático que permitisse o ensino das cônicas para os estudantes do Ensino Médio. Propusemos uma possibilidade didática para trabalhar com as cônicas utilizando matérias de fácil acesso, como papel e dobradura, e que também podem ser desenvolvidas com softwares de geometria dinâmica, permitindo uma maior interação e visualização de suas propriedades, para além de processos algébricos de simplificação.

Referências

ARAÚJO, E. S; DA SILVA, A. V. L; SILVA W. S. Análise e intervenção no ensino aprendizagem de cônicas e suas aplicações: um estudo de caso. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**. v. 10, n. 6, p. 56-75, 2019. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2109/1-192>. Acesso em: 15 dez. 2021.

DOMINGUES, H. H. Seções Cônicas: história e ensino. **Revista de Educação Matemática**, v. 4, p. 43-50, 1998. Disponível em: <https://www.revistasbemsp.com.br/index.php/REMat-SP/article/view/133/62>. Acesso em: 15 nov. 2022

EVES, H. **Introdução à história da matemática**. Trad. Hygino H. Domingues. Campinas, SP: UNICAMP, 2004.

GONÇALVES, L. de S. **Propriedades reflexivas das cônicas**. Dissertação (Mestrado em Matemática). Rio de Janeiro: PUC-Rio, Departamento de Matemática, 2014. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/25120/25120.PDF>. Acesso em: 15 nov. 2021.

LOPES, J. F. **Cônicas e Aplicações**. Exatas, Universidade Estadual Paulista: Dissertação (Mestrado em Matemática), 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/-11449/91061?show=full>. Acesso em: 15 ago. 2021.

MATTOS, Y. J. **APLICAÇÃO DAS CÔNICAS**. 2022, 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Licenciatura em Matemática. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas, Inconfidentes, 2022.

OLIVEIRA, N. C. de. **Um estudo sobre a propriedade de reflexão dos bilhares cônicos**. Monografia (Licenciatura em Matemática). Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Educação e Saúde. Cuité, 2019. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/8375/1/NATHAM%20C%c3%82NDIDO%20DE%20OLIVEIRA%20%20%20TCC%20%20MATEM%c3%81TICA%202019.pdf>. Acesso em: 15 out. 2021.

ROSI, P. R. **Espelhos e seções cônicas**. 56 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação. Universidade de São Paulo, 2017, 56 p. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponi-veis/55/55136/tde-28032017102542/publico/-PaolinoRobertoRosi_revisada.pdf. Acesso em: 15 out. 2021.

SILVA FILHO, L. E. **Cônicas: apreciando uma obra prima da matemática**. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Matemática do Programa de Pós-graduação em Matemática em Rede Nacional. Juazeiro do Norte, 2015. 141 f. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/13017>. Acesso em: 15 nov. 2021.

SOUZA, L. D. de. **Cônicas e suas propriedades notáveis**. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática). Universidade Federal de Santa Catarina – Centro Profissional de Ciências Físicas e Matemáticas. Programa de Pós-graduação em Matemática. Florianópolis, SC. 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/128599/328484.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 nov. 2021.

A Formação Inicial de Professores e o Ensino de Matemática: análise de disciplinas ofertadas no curso de Pedagogia da UECE

Ana Paula Araújo Mota⁹

João Batista Araújo da Silva Júnior¹⁰

Lauro Araújo Mota¹¹

Introdução

A formação dos professores para atuar na educação básica tem sido um problema para o Estado brasileiro desde o período colonial, algo que ainda não foi solucionado. Saviani (2012) nos fala que a descontinuidade das políticas educacionais e o desinvestimento financeiro são as principais características deste problema. Neste sentido, quando problematizamos a formação docente no Brasil, faz-se necessário considerar o desafio enfrentado pelos sistemas de ensino estaduais e municipais, as condições geográficas continentais do país, as condições econômicas, culturais e históricas de cada estado/região para formar professores preparados para o trabalho pedagógico adequado garantindo o acesso dos alunos ao patrimônio cultural, historicamente produzido pela humanidade e sistematizado na forma de disciplinas escolares.

Uma sinalização no sentido de mudança no quadro da formação docente pode ser conferida, ainda que de maneira incipiente, a partir do período de reabertura do país após um longo período de golpe militar e de supressão dos direitos civis e políticos vivenciado pelo povo

⁹ Mestre em Educação pela PUC-Campinas. Docente da Universidade Estadual do Ceará- CECITEC/UECE. E-mail: paula.mota@uece.br

¹⁰ Doutor em Química Inorgânica pela UFC. Docente da Universidade Estadual do Ceará- CECITEC/UECE. E-mail: joao.batista@uece.br

¹¹ Doutor em Educação pela UNICAMP. Docente da Universidade Federal do Piauí - CSHNB/UFPI. E-mail: lauro.mota@ufpi.edu.br

Matemática, Ciências & outras reflexões

brasileiro, mais especificamente a partir de 1988, com a promulgação da constituição cidadã e em 1996 com a aprovação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, ou Lei nº 9.394/96, quando a formação de professores começou a ser olhada com maior relevância pelo Estado brasileiro e reconhecida com um dos principais elementos para assegurar o direito à educação, principalmente com a criação do Fundo de Desenvolvimento do Ensino Fundamental – FUNDEF e de outras políticas públicas que visavam garantir as condições necessárias para o acesso, permanência e sucesso das/nas aprendizagens dos alunos da educação básica.

Com a promulgação da LDB, a formação inicial dos professores da educação básica passou a ser requerida mediante cursos de ensino superior, sendo aceita também aquela realizada em nível de ensino médio, no curso normal. O desafio proposto pela legislação de que todos os professores da educação básica fossem formados em nível superior em um período de dez anos constituiu-se como um desafio ainda maior para os municípios e estados mais pobres da Federação que ainda possuíam outros desafios a serem enfrentados tais como: a existência de escolas no campo com salas multisseriadas, a unidocência, professores leigos na educação básica, escolas sem banheiro, sem sala de leitura, sem biblioteca, e docentes sem acompanhamento pedagógico no trabalho docente.

Geralmente os docentes dos anos iniciais eram formados nos cursos de nível médio que enfatizavam sobremaneira os conhecimentos práticos da profissão docente em detrimento dos conhecimentos científicos dos campos disciplinares. Com as modificações ocorridas no curso de Pedagogia pós LDB, a formação inicial em nível superior também sofreu algumas modificações que nem sempre atendiam as necessidades das escolas e dos professores. Foi pensando nessas e em outras problemáticas que afetam a formação dos professores dos anos iniciais no curso de pedagogia que estabelecemos com objetivo desse trabalho, a saber, problematizar o ensino de matemática em um curso de Pedagogia no interior do estado do Ceará. O trabalho adotou como metodologia a análise documental que incidiu sobre o programa da disciplina e os conteúdos nela vinculado, analisando-os de forma crítica.

A formação matemática no curso de Pedagogia

A formação de professores para atuar na educação infantil e anos iniciais do ensino fundamental é regulamentada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 9394/96 (BRASIL, 1996) como sendo aquela ofertada em cursos de nível médio, antigo curso magistério dos anos iniciais e em curso de nível superior em Pedagogia ou Normal Superior. Nesse sentido o parecer do Conselho Nacional de Educação esclarece como pode se dar a formação desses profissionais:

O Curso de Licenciatura em Pedagogia destina-se à formação de professores para exercer funções de magistério na Educação Infantil e nos anos iniciais do Ensino Fundamental, nos cursos de Ensino Médio na modalidade Normal, de Educação Profissional na área de serviços e apoio escolar e em outras áreas nas quais sejam previstos conhecimentos pedagógicos (BRASIL, 2006).

O curso de Pedagogia visa formar o professor polivalente que atuará em todas as áreas do conhecimento no Ensino Fundamental I, do 1º ao 5º ano, o que exige uma formação pedagógica, didática e curricular que dialogue com os diferentes contextos e os conhecimentos prévios dos alunos.

A estruturação, o funcionamento e os princípios do Curso de Licenciatura em Pedagogia do Centro de Educação, Ciências e Tecnologia da Região dos Inhamuns – CECITEC – unidade acadêmica da Universidade Estadual do Ceará, localizado no município de Tauá, região sul do estado do Ceará, nos Sertão dos Inhamuns – conforme o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) vão sofrendo alterações ao longo dos anos desde sua implantação no de 1996 visando atender as exigências educacionais de cada período. Atualmente o PPC em vigência está fundamentado na Resolução CNE/CP 02/2019, de 20 de dezembro de 2019, que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação).

Este documento propõe que o curso de Pedagogia alinhe sua oferta de currículo a proposta da Base Nacional Comum Curricular –

BNCC. A ideia é que “a formação tenha uma visão sistêmica que inclua formação inicial, continuada e a progressão na carreira”, por isso a proposta de “alinhamento e articulação em uma política pública que envolve vários setores educacionais são requisitos indispensáveis” no sentido de garantir a formação de professores atrelada ao currículo que deve ser garantido na educação básica (BRASIL, 2019).

No que se refere à área de ensino de matemática, Santos (2018, p.7) nos fala que existe uma luta de superação do currículo conteudista que inviabiliza mudanças significativas na qualidade de ensino na escola, e defende um currículo com bases multiculturais e interdisciplinares para a transformação social.

A defesa deste currículo interdisciplinar é necessária para repensarmos a forma como as políticas curriculares têm sido construídas historicamente pelas várias instâncias educacionais e como chegam ao chão da escola, principalmente quando se percebe a recorrência das lacunas conceituais relacionadas aos conhecimentos matemáticos que os estudantes das licenciaturas possuem quando chegam para cursar a disciplina de ensino de matemática no curso de pedagogia (FERREIRA, 2019; MOTA, 2020).

Essa é uma questão central para a formação dos professores polivalentes que atuam nos anos iniciais do ensino fundamental. Nos cursos de formação inicial para a docência espera-se que o licenciando já domine os conteúdos científicos de matemática dos anos iniciais e, desse modo, se oferecem a eles, na maioria das vezes, os conhecimentos didáticos e metodológicos para a transposição didática dos conhecimentos científicos. Existe, pois, uma centralidade no ensino de metodologias de ensino em detrimento do ensino propriamente dito dos conteúdos conceituais no curso de Pedagogia, por acreditar que os alunos – professores em formação – já os dominem quando de sua passagem pela escola (GATTI; BARRETO, 2009). O oposto também pode ser constatado nos cursos de licenciatura, em matérias específicas para os anos finais do ensino fundamental e do ensino médio, cujo foco da formação é o ensino de conteúdos curriculares em detrimentos de metodologias de ensino (FERREIRA, 2019). Nesses cursos de formação, prioriza-se a aquisição do conhecimento especializado em detrimento do conhecimento didático pedagógico, conforme constataram Gatti e

Barreto (2009) em um importante estudo sobre os cursos de formação de professores no Brasil.

Apesar de a pesquisa referida ter sido realizada há mais de uma década, ela ainda se mantém atual e reflete um dos grandes desafios para a formação de professores de matemática para os anos iniciais, que é a necessidade de que os cursos de formação de professores reorganizem suas matrizes curriculares de modo a oferecer disciplinas que articulem os conhecimentos específicos com os conhecimentos didáticos, pedagógicos e metodológicos. Um desafio que requer, também, a ampliação da quantidade de disciplinas de ensino de matemática oferecidas nos curso de Pedagogia visando preparar melhor os professores para a atuação nos anos iniciais.

Metodologia e discussão dos dados

A metodologia utilizada para a construção desse texto se insere no referencial das pesquisas qualitativas que, segundo Chizzotti (2006, p. 26), não tem um padrão único porque admite que a realidade é fluente e contraditória, e os processos de investigação dependem também da formação do pesquisador para analisar os dados e atribuí- lhes sentido.

A pesquisa documental foi escolhida porque esta “recorre a materiais que ainda não receberam tratamento analítico, ou seja, às fontes primárias” (SÁ-SILVA; ALMEIDA; GUINDANI, 2009, p.6). As fontes primárias são aquelas que ainda não receberam um tratamento analítico, ou seja, são os originais, por isso requerem mais cuidado por parte do pesquisador. Os dados analisados nessa investigação são: o fluxograma do curso de Pedagogia e o programa da disciplina de ensino de matemática, disponíveis no Projeto Pedagógico do Curso de Pedagogia do CECITEC, *campus* da UECE.

A Universidade Estadual do Ceará-UECE, é uma instituição com sede em Fortaleza, capital do Ceará, e foi expandida como uma rede *multicampi*. A instituição possui *campus* presencial em nove municípios do estado: Crateús, Guaiúba, Iguatu, Itapipoca, Limoeiro, Mombaça, Pacoti, Quixadá e Tauá. Este último é o foco de nossa investigação.

A UECE vem se destacando no ranking das melhores universidades públicas das regiões Norte e Nordeste do país por oferecer

atividades de ensino, pesquisa e extensão de qualidade, voltadas para a população cearense, conforme pode ser conferido na matéria do jornal *The World University* (CORIOLANO, 2023)

Análise do fluxograma

O fluxograma pode ser definido como um gráfico em que se representa o percurso ou caminho percorrido através dos vários departamentos da organização, bem como o tratamento que cada um vai lhe dando (DAMIÃO, 2017).

No fluxograma encontramos o itinerário formativo do curso no que se refere à organização das disciplinas por semestres, em obrigatórias e optativas. As disciplinas obrigatórias são aquelas que fazem parte do núcleo comum da formação básica dos alunos. Já as disciplinas optativas oferecem possibilidades de escolha pelo estudante, mas são dependentes das possibilidades de oferta pelos professores do *campus*.

O fluxograma também nos permite refletir sobre a formação oferecida pelo curso de uma determinada instituição através das disciplinas que são ofertadas como obrigatórias e optativas e da carga horária que cada estudante vai cursar em cada uma delas.

O fluxograma analisado é o que estava em vigor durante a pesquisa, em fevereiro de 2023. Neste pudemos identificar a seguinte oferta:

Quadro 1: Disciplinas obrigatórias e optativas ofertadas no currículo do curso de pedagogia.

Semestre	Disciplinas obrigatórias
IV	Alfabetização e Letramento (68h/a)
V	Literatura Infantil (68h/a)
VI	Ensino de Linguagens (85h/a)
VI	Ensino de Matemática (85h/a)
VII	Ensino de Ciências Naturais (68h/a)

Matemática, Ciências & outras reflexões

VII	Ensino de Geografia (68h/a)
VII	Ensino de História (68h/a)
Disciplinas optativas	
Arte Educação (68h/a)	
Educação Ambiental (68h/a)	
Gramática na Escola (68h/a)	
História da Educação no Ceará (68h/a)	
Letramento Digital (68h/a)	
Linguística e Educação (68h/a)	

Fonte: PPC do curso de Pedagogia, 2020.

Como se pode constatar, as disciplinas voltadas para o ensino na área de língua portuguesa compõem o repertório maior se comparadas com as outras áreas do conhecimento, que também constituem o currículo escolar dos futuros professores dos anos iniciais do ensino fundamental, tais como: história, geografia, ciências naturais e matemática. Com relação às disciplinas optativas relacionadas a este currículo, encontramos a possibilidade do estudante cursar até três disciplinas relacionadas à área de língua portuguesa, uma na área de história do Ceará e uma na área de educação ambiental, que pode ter o caráter interdisciplinar entre as áreas de ciências naturais e geografia, dependendo da formação do professor formador que assumirá esta disciplina.

O que se pode constatar, com base na análise desse fluxograma, é que o ensino de matemática neste curso ficou reduzido a uma única disciplina de 85h/a, enquanto as três disciplinas obrigatórias relacionadas à área de língua portuguesa perfazem a carga horária de 221h/a. Esta questão também é recorrente em outras pesquisas, que identificaram o pequeno espaço-tempo referente à formação em matemática e para o ensino de matemática do futuro professor dos anos iniciais no curso de

Matemática, Ciências & outras reflexões

pedagogia. (MOTA, 2016; BARBOSA, 2009; GATTI, BARRETO, 2009; CURI, 2005)

Ainda neste sentido, Barbosa (2009) analisou aspectos relacionados ao ensino de matemática nos cursos de formação de professores para os anos iniciais do Ensino Fundamental em algumas universidades públicas e privadas do Brasil e de Portugal. A autora compara, nas universidades analisadas, o número de horas voltadas à educação matemática e aponta que a educação matemática realizada nas universidades portuguesas chega a ser, em alguns casos, até 16 vezes maior que em algumas universidades brasileiras investigadas. (BARBOSA, 2009 *apud* MOTA, 2016, p. 29)

Estas questões implicam tanto na formação do futuro professor de matemática dos anos iniciais do Ensino Fundamental como no trabalho pedagógico que ele desenvolverá com seus alunos. Sobre essa questão, Mota (2020) constatou que:

(...) o pouco tempo destinado a disciplinas de ensino de matemática é uma fragilidade em relação aos conhecimentos necessários à atuação dos futuros professores, também temos clareza que não é somente aumentar a carga horária da disciplina ou agregar duas ou mais disciplinas na matriz curricular que resolveremos o problema da formação docente inicial e continuada. Tal medida pode até diminuir as dificuldades relacionadas aos conteúdos, mas não necessariamente resolve o problema, por que há outras questões envolvidas nesse processo, tais como: a) a formação do professor formador desta disciplina; b) o fato do aluno não ter estudado durante muitos anos alguns conteúdos específicos de matemática, como por exemplo a geometria, a operação aritmética de divisão e quando chega a formação inicial, muitas vezes, a disciplina não dá conta de trabalhar esses conteúdos da formação básica do aluno. (MOTA, 2020, p. 274)

É importante refletir sobre como tem se dado o ensino de matemática no curso de Pedagogia, não somente no sentido de apontar fragilidades, mas também considerar o conhecimento em constante construção, e os estudantes no processo de interação social com o mundo que reelaboram, que complementam e com o qual negociam sentidos, identificando e ressignificando as suas crenças. (CARVALHO, 1994)

Análise do programa da disciplina

A ementa do programa da disciplina de Ensino de Matemática propõe:

A constituição do conhecimento matemático pela criança e as relações que estabelece com o mundo físico. A história da matemática, conteúdos e metodologias relativos aos elementos constitutivos do ensino desta área: números, álgebra, geometria, grandezas e medidas, probabilidade e estatística propostos pelos documentos legais para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental. (PPC do curso de Pedagogia, 2020, p. 79)

Constata-se na análise desse programa uma proposta ampla de formação em um curto período e que dialoga com as especificidades presentes na área de matemática orientado pela Base Nacional Comum Curricular – BNCC para a Educação Básica, o que reafirma a necessidade do professor formador desta disciplina ser um educador matemático, como indica Carvalho (1994), e que tenha uma visão ampla e estrutural da disciplina. Essa vinculação estreita com a BNCC, no âmbito da formação docente, causa preocupação e demonstra um alinhamento com políticas neoliberais que vêm sendo implementadas nos países nos últimos anos. Tal modelo de formação é baseado na preparação para o ensino de competências e é um quase “treinamento” dos alunos para obterem resultados nas avaliações externas em larga escala, aumentando a competitividade e a exclusão.

Já no que diz respeito ao objetivo geral da disciplina, observam-se as seguintes recomendações:

Estudar as relações que a criança estabelece com o mundo físico. Exploram recursos didáticos que colaboram para a percepção de espaço e forma pela criança. Estuda a constituição histórica da matemática, conteúdos e metodologias relativo aos elementos constitutivos do ensino desta área: números, álgebra, geometria, grandezas e medidas, probabilidade e estatística (PPC do curso de Pedagogia, 2020, p. 79)

Desse modo, o objetivo da disciplina não é trabalhar os conteúdos conceituais como se trabalha na educação básica, mas propor, como nos indica Carvalho (1994), um trabalho em sala de aula que

Matemática, Ciências & outras reflexões

capacite os futuros professores para atuar de forma que promova a aprendizagem da matemática.

D'Ambrosio (2015, p. 3) aponta que “ensinamos o mesmo currículo há 200 anos! Apesar de alterarmos constantemente o currículo de forma a remendar algo que não funciona, temos sido incapazes de fazer com que o currículo acompanhe as necessidades de formação do jovem”.

Essa posição do autor é seguida pela sugestão de encorajamento e confiança que os professores devem ter para assumir riscos que são inovadores e criativos e resultam em invenções de novas possibilidades. (D'AMBROSIO, 2015, p. 3)

Com relação aos conteúdos programáticos a serem ministrados durante a disciplina, pode-se observar: constituição histórica da matemática; o ensino de matemática na educação infantil e elementos constitutivos do ensino de matemática no ensino fundamental: números, álgebra, geometria, grandezas e medidas e probabilidade e estatísticas.

Ferreira (2019, p. 16) chama atenção para o fato de que se espera que os licenciandos na disciplina de matemática no curso de Pedagogia conheçam previamente os conceitos matemáticos, faltando apenas o estudo dos procedimentos, conforme problematizamos no início deste texto. O autor acrescenta que isso é um engano, pois os licenciandos – professores em formação – têm muitas dúvidas para operar de forma conceitual e metodológica com esses assuntos, mesmo sendo conteúdos dos anos iniciais, o que gera insegurança em trabalhar determinados conteúdos de matemática em sala de aula.

A estratégia metodológica da disciplina:

estará sustentada na modelo ação/reflexão/ação, buscando contemplar o cotidiano da escola, as experiências dos alunos participantes do curso, os problemas por eles apontados e os subsídios teóricos e práticos oferecidos pela disciplina. Os conteúdos serão trabalhados por meio de estudos teóricos, painéis de síntese e exposição orais. Tomaremos como princípio básico as reflexões escritas entregues pelos alunos, individualmente ou em grupos, organizando um painel de síntese da disciplina. (PPC do curso de Pedagogia, 2020, p. 79)

Matemática, Ciências & outras reflexões

As atividades exploratórias-investigativas oferecem as mais variadas maneiras de se trabalhar atividades em sala de aula, constitui-se como uma proposta de estímulo e incentivo ao pensamento crítico e reflexivo do aluno (FEITOSA, 2018). Dessa forma, os jogos, a produção de material pedagógico, a escrita de narrativas nas aulas de matemática são atividades potencializadoras para refletir sobre o ensino e a aprendizagem da matemática.

A bibliografia utilizada para a construção da disciplina contempla referenciais que vão desde os modos de ver e de conceber o ensino de matemática no Brasil, focando as tendências do ensino de matemática, passando pela formação deste professor, as metodologias ativas até o documento normatizador do currículo da educação básica, que é a BNCC.

Considerações finais

Considerando a discussão realizada ao longo deste texto, e analisando o PPC do curso de uma das mais importantes instituições públicas do Nordeste, refletimos sobre como a formação dos professores que ensinam matemática nos anos iniciais da educação básica ainda carece de atenção e investimento, no sentido de ser a ela dedicado mais tempo na matriz curricular do curso.

O que se constata é também reflexo do que acontece em outras regiões do país e em outras instituições, tanto públicas quanto privadas, quanto à ênfase na formação de professores cada vez mais tecnicistas com foco na formação de competências para atender as demandas do mercado e do capital como tão bem se expressa nas proposições neoliberais da BNCC. Outro aspecto que merece reflexão, mesmo que não tenha sido foco desse estudo, é uma maior ênfase na formação dos professores que buscam atingir resultados nas avaliações externas. Infelizmente as redes de ensino valorizam muito o professor tarefeiro, que cumpre as decisões dos sistemas de ensino sem questionar. Valoriza-se muito “O professor que veste a camisa” e que “está alinhado” com as políticas neoliberais e com a busca de resultados, como se a aprendizagem pudesse ser medida somente com os indicadores das avaliações externas.

O que se percebe com relação à formação docente é um esvaziamento de conteúdos necessários para um trabalho pedagógico

eficiente, reflexivo, crítico e comprometido com a realidade social e com aprendizagem dos alunos. Constatamos um aligeiramento da/na formação e a falta de políticas que invistam na formação em serviço desvinculada de “metas” a serem alcançadas, investimento em condições de trabalho e na valorização da profissão docente com salários dignos e possibilidades de progressão na carreira, desafios estes que envolvem todos os sistemas de ensino e os governos nas esferas municipal, estadual e federal.

Referências

BARBOSA, V. R. **A matemática nos cursos de formação de professores para os anos iniciais do ensino fundamental**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Pedagogia) – Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas, 2009.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB**. 9394/1996.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. **Parecer CNE/ CP nº 03, de 21 de fevereiro de 2006**. Brasília: CNE, 2006.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/ CP nº 02, de 20 de dezembro de 2019**. Brasília: CNE, 2019.

CARVALHO, D. L. de. **Metodologia do ensino da matemática**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1994.

CHIZZOTI, A. **Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais**. Petrópolis: Vozes, 2006.

CORIOLOANO, A. C. **A participação da família no Ensino Remoto durante a Pandemia da Covid-19**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Pedagogia) – Centro de Educação, Ciências e Tecnologia da Região dos Inhamuns – CECITEC, UECE, Tauá, 2023.

CURI, E. **A matemática e os professores dos anos iniciais**. São Paulo: Musa, 2005.

D’AMBROSIO, B. S. A subversão responsável na constituição do educador matemática. *In: 16º Encuentro Colombiano de Matemática Educativa*. Bogotá, CO: Asociación Colombiana de Matemática Educativa, 2015, p.1-10. Disponível em: https://www.academia.edu/35157450/A_SUBVERS%C3%83O_RESP

ONS%3%81VEL_NA_CONSTITUI%3%87%3%83O_DO_EDU
CADOR_MATEM%3%81TICO

DAMIÃO, M. A., **A formação inicial dos professores e as tecnologias digitais na educação**: análise de disciplinas ofertadas nos cursos de pedagogia da UECE. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Pedagogia). CECITEC, UECE, Tauá, 2017.

FEITOSA, T. M. **O uso de atividades exploratórias-investigativas de matemática em uma turma de 3º ano do Ensino Fundamental**. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Pedagogia). CECITEC, UECE, Tauá, 2018.

FERREIRA, L. A. **Formação de professores e aprendizagem significativa**: contribuições para o ensino da divisão. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Educação). UECE, Fortaleza, 2019.

GATTI, B.; BARRETO, E. S. de. **Professores do Brasil**: impasses e desafios. Brasília: UNESCO, 2009.

MOTA, A. P. A. **Ensino das operações aritméticas**: formação de professores. Curitiba: Appris, 2016.

MOTA, A. P. A. A produção de histórias no curso de Pedagogia e o ensino de matemática. *In*: CASTRO, Paula Almeida. **Avaliação**: processos e política. Campina Grande: Realize Eventos, 2020. 2 v. 2110 p.

SÁ-SILVA, J.; ALMEIDA, C. D. de; GUINDANI, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**. Ano 1, n. 1, jul. 2009.

SANTOS, M. J. C. dos. O currículo de matemática dos anos iniciais do ensino fundamental na Base Nacional Comum Curricular (BNCC): os subalternos falam?, **Horizontes**. v.36, n.1, jan./abr. 2018. Disponível em: <http://doi.org/1024933/horizontes.36i1.571>

SAVIANI, D. Política educacional brasileira: limites e perspectivas. **Revista de Educação PUC-Campinas**, [S. l.], n. 24, 2012. Disponível em: <https://periodicos.puc-campinas.edu.br/reveducao/article/view/108>. Acesso em: 7 fev. 2023.

UECE. **Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Pedagogia**. Tauá, 2020.

Literatura e Matemática na Creche a partir das Obras do PNLD Literário 2018

***Lilian Siqueira e Angelico¹²
Edvonete Souza de Alencar¹³***

Introdução

Muitos professores encontram dificuldade em proporcionar oportunidades para que as crianças pequenas testem e criem hipóteses matemáticas. Ou seja, como fazer isso de maneira lúdica e adequada às especificidades da criança pequena e bem pequena. A literatura infantil surge como uma possibilidade para propiciar momentos prazerosos e mais eficazes de elaboração de noções matemáticas, ainda na educação infantil.

No entanto, para que essa articulação seja possível é preciso selecionar os livros e as histórias que possibilitem uma correlação da leitura com os conceitos matemáticos acessíveis a cada faixa etária. Faria (2012, p.24) ressalta que o professor precisa de um conhecimento básico de literatura para poder realizar uma análise de livros infantis de modo a escolher o que desperte o interesse das crianças, bem como decidir acerca dos elementos literários que ampliem o conhecimento do jovem leitor. Só dessa forma será possível mobilizar saberes de outras áreas, como a matemática.

A partir das considerações, esta pesquisa teve como objetivo geral analisar os livros de literatura infantil direcionados à etapa da creche pelo PNLD Literário 2018, de modo a refletir sobre o conteúdo de conceitos matemáticos presentes nessas obras. Para realizar a análise e a reflexão sobre as obras do PNLD Literário 2018, foram estabelecidos

¹² Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática pela UFGD - MS (PPGECMAT - UFGD). E-mail: siqueilva@gmail.com

¹³ Doutora em Educação Matemática pela PUC-SP, docente na Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD. E-mail: edvonetealencar@ufgd.edu.br

os seguintes objetivos específicos: elencar os livros de literatura infantil direcionados às crianças de 0 a 3 anos e 11 meses, disponibilizadas para a escolha das escolas públicas pelo PNLD Literário 2018, que apresentem possibilidade de relação com conceitos matemáticos para crianças bem pequenas; analisar mais detalhadamente uma das obras a partir dos conceitos matemáticos nela contidos; e propor possibilidades de trabalho pedagógico a partir da obra utilizada.

A partir de uma pesquisa bibliográfica, que, conforme definem Lakatos e Marconi (2003, p. 158), seria um apanhado geral dos trabalhos já feitos, direcionou-se para uma pesquisa documental cujo objeto são os livros de literatura infantil disponibilizados pelo PNLD Literário 2018. Lakatos e Marconi (2003, p.174) caracterizam a pesquisa documental a partir da fonte de coleta de dados, que, segundo as autoras, é “restrita a documentos, escritos ou não, o que se denomina fontes primárias”.

Assim, o artigo se constitui enquanto pesquisa qualitativa ao elencar as obras disponibilizadas pelo PNLD literário 2018 e ao conduzir uma análise de conteúdo seguindo a metodologia proposta por Bardin (2011, p.95), na qual se realiza uma pré-análise, seguida pela exploração do material e, por fim, traz as inferências do autor. Bardin (2011, p.29) lembra que a análise de conteúdo pode se aplicar a todas as formas de comunicação, independentemente do suporte dessa mensagem, sendo aplicada com menor ou maior dificuldade dentro de cada caso. A autora lembra que esse tipo de análise enriquece a exploração, tendo uma função heurística, e fornece questões provisórias que servem de diretrizes para uma análise mais sistemática, tendo também uma função de administração de provas.

Após feita a apresentação da temática do artigo, sua justificativa e metodologia na introdução, este artigo seguirá para o tópico “A matemática e literatura na educação infantil a partir do PNLD Literário 2018”, que traz o histórico do PNLD, aborda ainda a intersecção entre a literatura e a matemática na educação infantil; em seguida, realiza as três fases da metodologia de Bardin (2011), a saber, a pré-análise e a exploração do material no tópico, em “Obras do PNLD Literário 2018 para a Creche”; as inferências e interpretações, no tópico “Análise de Conteúdo do Livro Bola Vermelha de Vanina Starkoff”. As Considerações Finais, por sua vez, arrematam o artigo.

1 A matemática e literatura na educação infantil a partir do PNLD 2018

Moraes (2020, p.5) nos apresenta como a educação infantil e a educação matemática, como campos de pesquisas, se mostram escassas e assistemáticas, sendo a educação matemática...”, sendo a educação matemática muito mais associada aos anos iniciais, mostrando a necessidade de pesquisar sobre o tema. O Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) é uma política pública de abrangência nacional, que está diretamente relacionada ao acesso à literatura, por alunos e por professores das escolas públicas, e, conforme o art. 1º do decreto nº 9.099, de 18 de julho de 2017, se destina

(...) a avaliar e a disponibilizar obras didáticas, pedagógicas e literárias, entre outros materiais de apoio à prática educativa, de forma sistemática, regular e gratuita, às escolas públicas de educação básica das redes federal, estaduais, municipais e distrital e às instituições comunitárias, confessionais ou filantrópicas sem fins lucrativos e conveniadas com o poder público. (BRASIL, 2017a, p.7)

Desde 1997, a disponibilização de livros literários para as escolas públicas era feita em anos alternados pelo Programa Nacional Biblioteca da Escola (PNBE) e o PNLD era destinado apenas a distribuição de livros didáticos. No entanto, as ações de aquisição e distribuição de livros didáticos e literários foram unificadas pelo Decreto nº 9.099, de 18 de julho de 2017. A etapa da educação infantil foi contemplada no ano de 2022, mas, por ainda não estar finalizada no que corresponde ao Objeto 2 – Obras Literárias, impossibilitou a análise enquanto se escrevia o artigo. Anteriormente à educação infantil, foi contemplada no ano de 2018 e, antes disso, em 2014, ainda pelo PNBE.

Embora Lerner e Sadovsky (2009, p.73) tragam em seus estudos como as crianças elaboram hipóteses sobre os números e sua utilização no dia a dia, muitas vezes a matemática na educação infantil se restringe ao uso de atividades para cobrir pontilhados, sequência numérica até dez, a memorização dos nomes e da grafia dos numerais com a associação a sua respectiva quantidade. Apesar disso, a matemática na educação infantil não precisa ser apenas lidar diretamente com números e com

Matemática, Ciências & outras reflexões

operações matemáticas. O Referencial Curricular Nacional para Educação Infantil (RCNEI) traz que, para essa etapa, fazer matemática é

(...) expor idéias próprias, escutar as dos outros, formular e comunicar procedimentos de resolução de problemas, confrontar, argumentar e procurar validar seu ponto de vista, antecipar resultados de experiências não realizadas, aceitar erros, buscar dados que faltam para resolver problemas, entre outras coisas. Dessa forma, as crianças poderão tomar decisões, agindo como produtoras de conhecimento e não apenas executoras de instruções. (BRASIL, 1998, p. 207).

Para tratar da educação matemática na educação infantil, é preciso entendê-la menos voltada ao conteúdo e mais direcionada às experiências, conforme previsto na BNCC (BRASIL, 2017b), uma vez que a criança vivencia o mundo de maneira integrada. e não compartimentalizada em disciplinas. Por isso, as práticas pedagógicas precisam estar estruturadas nas interações e nas brincadeiras.

Nesse sentido, Moraes (2020, p.10) procura trocar o termo “conteúdo matemático” por “noção matemática”, pois este transmite maior flexibilidade e transversalidade a respeito dos objetos de ensino para o público da educação infantil, buscando evitar o enrijecimento do termo “conteúdo”. O termo “noção matemática” já é utilizado inclusive no RCNEI (BRASIL, 1998) para abordar a importância da matemática na educação infantil:

O trabalho com noções matemáticas na educação infantil atende, por um lado, às necessidades das próprias crianças de construir conhecimentos que incidam nos mais variados domínios do pensamento; por outro, corresponde a uma necessidade social de instrumentalizá-las melhor para viver, participar e compreender um mundo que exige diferentes conhecimentos e habilidades. (BRASIL, 1998, pg. 207)

É preciso compreender que a matemática constitui em si uma linguagem. Por isso, relacionar a aprendizagem matemática ao desenvolvimento da língua materna é uma articulação benéfica para ambos, pois são complementares e principalmente na educação infantil

Matemática, Ciências & outras reflexões

não devem ser compartimentalizadas. Souza (2018) menciona Machado (2001) ao explicar essa impregnação entre matemática e língua materna:

Para caracterizar a impregnação entre a Matemática e a Língua Materna, referimo-nos inicialmente a um paralelismo nas funções que desempenham, enquanto sistemas de representação da realidade, a uma complementaridade nas metas que perseguem, o que faz com que a tarefa de cada uma das componentes seja irreduzível à outra, e a uma imbricação nas questões básicas relativas ao ensino de ambas, o que impede ou dificulta ações pedagógicas consistentes, quando se leva em consideração apenas uma das duas disciplinas (MACHADO, 2001, p. 91 *apud* SOUZA, 2018, p. 187).

Essa aproximação da matemática e da linguagem pode ser mediada pela fantasia, uma vez que esta é um importante recurso para que a criança compreenda o mundo. Zilberman (2003, p.49) destaca como a fantasia preenche os vazios do indivíduo na infância, justamente por não conseguir compreender a realidade, é dessa forma que a criança organiza as experiências que vai adquirindo através dos próprios livros.

Montoito, Cunha, Weissheimer (2012, p. 88) ressaltam o professor como responsável por reformular e ampliar conhecimentos que os alunos já possuem através de novas configurações e da adição de informações. O aluno precisa ser mobilizado para constituir um conhecimento dele, precisa refletir e reelaborar os conteúdos trazidos pelo professor. Outro ponto a esclarecer é que a estética e a linguística própria dos textos literários não precisa ser deixadas de lado em detrimento do trabalho pedagógico. Pelo contrário, ensinar e divertir estão presentes na maioria das obras literárias destinadas a infância. É o olhar e a abordagem pedagógica que vão ampliar o repertório cultural dos alunos à medida que utilizam os textos literários ao trabalhar os conteúdos escolares (COELHO, 2000).

1.1 Obras do PNLD Literário 2018 para a creche

O Edital de Convocação 02/2018-CGPLI abriu as inscrições de obras literárias para o PNLD Literário 2018. Neste edital, houve uma alteração dos critérios empregados, alinhando-os à BNCC. Dentre as categorias trazidas pelo edital em que as obras puderam ser inscritas, três

direcionaram-se à educação infantil. São elas: Categoria 1 – Creche I, para as crianças de 0 a 1 ano e seis meses; Categoria 2 – Creche II: para crianças de 1 ano 7 meses a 3 anos e 11 meses; e Categoria 3 – Pré-escola, para crianças de 4 a 5 anos 11 meses.

O Guia do PNLD Literário 2018¹⁴ traz também instruções e orientações para a escolha das obras, também disponibiliza os títulos e informações gerais das obras inscritas e aprovadas, conforme a Figura 1.

A busca no site revelou a disponibilidade de 147 obras voltadas para a educação infantil, das quais somente 27 destinaram-se à etapa da creche, incluindo as categorias de Creche I e Creche II. Destas 27 obras, é possível observar que somente uma das obras contempla a etapa da Creche I, bem como a predominância das obras de gênero conto, crônica, novela, teatro, texto da tradição popular (12 títulos) e livro-imagem (13 títulos). Dentre as 27 obras, nenhuma se encaixava no gênero de livro brinquedo (BRASIL,2014). Assim, verifica-se um avanço em relação às considerações feitas no relatório do PNBE 2014, em que eram poucos os livros imagem. Todavia ainda se vê predominância dos contos e crônicas. Vemos também a diferença da quantidade de obras ofertadas para o público de 0 a 3 anos e 11 meses e nenhuma oferta de livro-brinquedo.

Figura 1: Obras inscritas e suas informações.



Fonte: *print* da tela em https://pnld.nees.ufal.br/pnld_2018_literario/etapa-ensino/2018-literario_educacao_infantil

¹⁴ Disponível no site: https://pnld.nees.ufal.br/pnld_2018_literario/inicio.

Matemática, Ciências & outras reflexões

A respeito da presença de noções matemáticas nas obras, foram identificadas 9 que poderiam ser utilizadas na intersecção entre matemática e literatura, elencadas na Tabela 1. É preciso ressaltar, no entanto, que essa intersecção depende da visão do professor a respeito de uma história, podendo identificar possibilidade de trabalho nas demais obras. A lista fica, assim, como uma sugestão e apoio ao trabalho pedagógico.

Dentre as obras da Tabela 1, foi selecionado o livro *Bola Vermelha*, de Vanina Starkoff, para realizar uma análise de conteúdo, que será apresentada na sequência.

Tabela 1 – Livros com possibilidade de intersecção matemática e literatura

LIVRO	GÊNERO	NOÇÕES MATEMÁTICAS
A pinta fujona	Livro de imagens	Subtração e reversibilidade
Assim como você	Conto, crônica, (...)	Igualdade e contagem
Bem lá no alto	Livro de imagens	Alturas (alto e baixo) e adição
Bola vermelha	Livro de imagens	Relações de igualdade e diferença, conjuntos
Cadê o pintinho?	Conto, crônica, (...)	Sequência e adição
E Você?	Conto, crônica, (...)	Contagem e quantificação
Eu	Poema	Sequência
Onde está a ovelha verde?	Livro de imagens	Conjuntos
Tô indo	Livro de imagens	Adição

Fonte: das próprias autoras.

2 Análise de conteúdo do Livro Bola Vermelha de Vanina Starkoff

A análise de conteúdo do livro *Bola Vermelha*, de Vanina Starkoff, é embasada a partir dos estudos de Bardin (2011, p. 42), pois a

Matemática, Ciências & outras reflexões

autora afirma que “a função primordial da análise do conteúdo é o desvendar crítico”, que se ocupa de “uma descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo extraído das comunicações e sua respectiva interpretação”. A autora sugere uma metodologia que executa um estudo analítico em três fases: a primeira, pré-análise, trata da organização da investigação, da seleção do objeto a ser analisado e que já foi estabelecida anteriormente neste artigo; a segunda fase, a exploração do material que, através de uma leitura mais atenta e da seleção de trechos, levou à criação de categorias de análise a fim de fazer uma delimitação para a escolha de um livro dentre as obras do PNLD Literário 2018 a partir da presença de noções matemáticas; e, por fim, o tratamento dos resultados, apresentando as inferências e as interpretações do pesquisador que serão realizadas nesta seção.

Figura 2: Capa do livro Bola Vermelha.



Fonte: Starkoff (2015).

O livro *Bola Vermelha* de Vanina Starkoff (Figura 2), conta uma narrativa visual e traz apenas interjeições como texto, são elas “Hum!”, “Ih...”, “Opa”, “Oh!”, “Ah!”, “Ê!!!”. Abramovich (2005, p.17) lembra que “a criança é capaz de ler as imagens e todos os outros elementos visuais de um livro infantil”. Para Coelho (2000, p. 161), os textos e ilustrações já são entendidos por bebês por volta de seus 18 meses e,

assim, ressalta-se a relevância de utilizar livros de imagens para crianças bem pequenas. A narrativa visual permite a inclusão de crianças leitoras e não leitoras e as interjeições permitem que as crianças possam repetir juntas durante a leitura do livro.

A narrativa visual também é muito importante tanto na incorporação da ordem cronológica dos fatos, quanto no desenvolvimento da leitura, pois, segundo Cadermatori (1994), cria uma narrativa através da visão. Nesse sentido, para compreender a história também é preciso compreender o que vem primeiro e o que vem depois.

A forma como a narrativa visual é trazida no livro permite tanto a percepção de sequência quanto de distância, trazendo primeiramente a planta distante com um tamanho pequeno e, à medida que o personagem se aproxima da planta, ela aparece maior. Essa dinâmica acontece em mais de uma situação proposta pelo livro. Esse aspecto pode ser ressaltado durante a leitura, e em seguida pode-se experimentar olhar algo pela janela e ver como parece pequeno e, depois, se aproximar desse objeto para ver como ficou maior. Para as crianças na faixa dos 3 anos, é possível até utilizar algum elemento que lhes permita tirar medidas, como a palma das mãos ou uma fita de cetim. Por exemplo, de uma janela, uma árvore parece ser do tamanho de uma mão, mas, ao se aproximar dela, são necessárias várias mãos para medi-la.

Figura 3 – Não pertence ao conjunto.



Fonte Starkoff (2015).

Outro aspecto interessante é que a narrativa se constrói no fato de o elemento bola vermelha não pertencer a diversos grupos distintos, conforme a Figura 3. Observar por que esse elemento pertence ou não pertence pode ser uma maneira de introduzir a noção de conjuntos. Essa noção matemática pode ser explorada com atividades de procurar intrusos no conjunto ou mesmo de separar os elementos de um grande grupo misto em grupos menores a partir de suas características, como, por exemplo, separar os caranguejos, os pássaros, os peixes, ou separar os elementos vermelhos, os azuis, os amarelos.

Por fim, há também a presença do pensamento algébrico ao explorar as igualdades e diferenças uma vez que o livro traz esses aspectos ao adicionar elementos na figura da bola vermelha. O desfecho da história também se dá na mesma lógica, e esse aspecto pode ser explorado em atividades posteriores em que a criança precisa adicionar elementos para tentar igualar algo a um modelo ou mesmo para diferenciá-lo. Essa noção pode ser praticada em outros exercícios nos quais a criança precisa colocar no objeto algum elemento dominante no conjunto, ou em atividades que usem os elementos que aparecem na história, como peixes, pássaros, caranguejos, bolas. Pode ser uma estratégia que reforça a narrativa já vista. Pode-se perguntar, por exemplo, “para que a bola vermelha pertença ao grupo dos caranguejos, o que é preciso desenhar nela?”.

Dessa forma, percebeu-se que a obra de Vanina Starkoff (2015), para além de sua beleza estética e literária, é um elemento pedagógico que, em muito, pode contribuir com a introdução de noções matemáticas na creche. O livro foi classificado para a Creche II, 1 ano 7 meses a 3 anos e 11 meses, e sua utilização para creche I precisaria ser ainda mais tátil e de exploração, sendo utilizada principalmente na percepção de igualdade e de diferença, com as devidas adaptações.

Considerações finais

De acordo com Kobayashi (2013), os livros infantis, objetos lúdicos, não servem apenas de entretenimento infantil, mas também podem ser um recurso para uso pedagógico. Porém, é preciso considerar quem são os ouvintes e os manipuladores dos livros, cuidadosamente pensar e planejar a abordagem, executar e avaliar, embora esses

Matemática, Ciências & outras reflexões

processos sejam relativos e haja inúmeros modos e intencionalidades ao utilizar o livro infantil no ensino-aprendizagem.

Percebe-se, assim, que o PNLD Literário 2018 traz algumas contribuições para o trabalho de intersecção entre literatura e matemática, embora, muito possivelmente de maneira intencional, uma vez que o material de apoio dos professores não especifica essa possibilidade. Daí a importância de pesquisas como esta, que proponham e indiquem para os professores formas de abordar matemática e literatura de maneira integrada na Creche. Dessa forma, entende-se que a pesquisa aqui apresentada atingiu seus objetivos ao analisar o conteúdo de um livro de literatura infantil e ao propor intersecção entre matemática e literatura para o público da creche, apresentando ainda uma correlação com o trabalho pedagógico.

Referências

ABRAMOVICH, F. **Literatura infantil: gostosuras e bobices**. 5. ed. São Paulo: Scipione, 2005.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70. 2011.

BRASIL. MEC/SED/ CENTRO DE ALFABETIZAÇÃO, LEITURA E ESCRITA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (elb). **PNBE na escola : literatura fora da caixa**/Ministério da Educação. Brasília: MEC/SED, 2014. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=15609-guia-ei-leituraforadacaixa-pdf&category_slug=maio-2014-pdf&Itemid=30192. Acesso em: Ago. 2022.

BRASIL. Congresso. Câmara dos Deputados. Constituição. **Decreto nº Nº 9.099, de 18 de julho de 2017**. Dispõe sobre o Programa Nacional do Livro e do Material Didático. Brasília, DF, 2017a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9099.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%209.099%2C%20DE%2018,Livro%20e%20do%20Material%20Did%C3%A1tico. Acesso em: Jul. 2022

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Edição revisada. Brasília: MEC, 2017b. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>. Acesso em: Mai. 2022.

BRASIL. **PNLD: Literário**. Brasília, MEC/SEB/FNDE: 2018. Disponível em: https://pnld.nees.ufal.br/pnld_2018_literario/inicio. Acesso em: Mai. 2022.

BRASIL. **Referencial Curricular Nacional para Educação Infantil**. Brasília: MEC / SEF, 1998. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/rcnei_voll.pdf. Acesso em: Jul. 2022.

CADERMATORI, L. **O que é literatura infantil?** 6. ed. São Paulo: Brasiliense, 1994.

COELHO, N. N. **Literatura infantil: teoria, análise e didática**. São Paulo: Moderna, 2000.

FARIA, M. A. **Como usar a literatura infantil na sala de aula**. 5. ed. São Paulo: Contexto, 2012.

KOBAYASHI, M. do C. M. (org.). **Literatura infantil na formação do leitor: teorias e vivências**. Bauru: Canal, 2013

LAKATOS, E. V.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica 1**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LERNER, D.; SADOVSKY, P. O sistema de numeração: um problema didático. *In*: PARRA, C.; SAIZ, I. (Orgs.). **Didática da matemática: reflexões psicopedagógicas**. Porto Alegre: Artmed, 1996.

MACHADO, N. J. **Matemática e língua materna: a análise de uma impregnação mútua**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

MONTOITO, R.; CUNHA, A. V.; WEISSHEIMER R. F. Criando e ressignificando histórias infantis para o ensino de matemática nos anos iniciais: relatos de pesquisas. **Revista Educação Matemática em Pesquisa: Perspectivas e Tendências**, v. 1, 2012. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.org/articles/201202489.pdf>. Acesso em: ago. 2022.

MORAES, J. C. P. A presença da educação infantil em componentes obrigatórios de Educação Matemática em cursos de Pedagogia nas Universidades Federais do Sul do Brasil. **Revista Vidya**, v. 40, n. 2, 2020.

Matemática, Ciências & outras reflexões

SOUZA, T. P. S. Redação matemática: uma proposta para o desenvolvimento do raciocínio matemático. **Revista de Crítica Cultural** - Grau Zero, v. 6, n. 2, 2018.

STARKOFF, V. **Bola Vermelha**. Pulo do Gato, 2015.

ZILBERMAN, R. **A literatura infantil na escola**. São Paulo: Global, 2003.

A epistemologia de Feyerabend: uma breve reflexão visando ao ensino de Física

Rodrigo Felipe Raffa¹⁵

Rubens Pantano Filho¹⁶

1 Um pouco sobre Paul Karl Feyerabend

Paul Karl Feyerabend nasceu em Viena, Áustria, em 13 de janeiro de 1924, e faleceu em Genolier, Suíça, em 11 de fevereiro de 1994.

Em março de 1938, seu país de nascimento passou a formar parte do Reich alemão. Os pais de Feyerabend saudaram a anexação da Áustria, enquanto ele próprio, mais tarde, descreveria sua relação com os nazistas como ingênua e relativamente sem emoções. Não se transformou em um partidário inflamado, mas também não respondeu com indignação às atrocidades da guerra das quais foi testemunha.

Quando se formou na escola secundária, em abril de 1940, foi recrutado para o ano de trabalho obrigatório militar na Alemanha. Após o treinamento inicial, foi designado para uma unidade perto de Brest, na França. Em 1942, integrou um corpo de engenheiros do exército alemão e, em 1943, foi assistente da escola militar de oficiais. Para sua instrução foi enviado também para a Iugoslávia por um tempo, permanecendo um período neste país. Em setembro de 1943, foi enviado para a Rússia, onde

¹⁵ Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – UFSCar – campus Sorocaba. Docente do Serviço Social da Indústria - SESI, Itapetininga, SP. *E-mail: rodrigoraffa@estudante.ufscar.br*

¹⁶ Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – UFSCar – campus Sorocaba. Doutor em Engenharia e Ciência dos Materiais. Docente e Coordenador do Instituto Federal São Paulo – IFSP - campus Bragança Paulista. *E-mail: rubenspantano@ifsp.edu.br*

desempenhou como oficial na parte norte da Frente Oriental, sendo condecorado com a Cruz de Ferro.

Quando a Alemanha já começava a recuar pelo avanço do Exército Vermelho, Feyerabend foi atingido no estômago e nas mãos. Uma das balas atingiu sua coluna e, como resultado, ele precisou, pelo resto de sua vida, utilizar uma bengala para caminhar. A partir de então, passou o final da guerra recuperando-se dos ferimentos em um hospital na Alemanha. Quando a guerra acabou, ele primeiro encontrou um emprego temporário como dramaturgo e também começou a estudar canto, para depois estudar na universidade de sua cidade, reconstruir a vida e, literalmente, curar-se das feridas.

Em termos de formação, tornou-se doutor em Física, pela Universidade de Viena, filósofo, especialista em teatro e doutor *honoris causa* em Letras e Humanidades, pela Universidade de Chicago. Viveu em diversos países, tais como Reino Unido, Estados Unidos, Nova Zelândia, Itália e Suíça. Começou sua carreira acadêmica em 1955, na Universidade de Bristol, Inglaterra. Posteriormente, foi professor de Filosofia na Universidade da Califórnia, em Berkeley, e de Filosofia da Ciência no *Federal Institute of Technology*, em Zurique.

Em sua larga trajetória de atividades acadêmicas, colocou-se em contato com importantes pensadores, tais como como Paul Dirac e Arthur Koestler. Recebeu influência na sua concepção filosófica de ciência de Walter Hollitscher, que foi seu professor e amigo, pelas ideias marxistas, pela oposição ao instrumentalismo e pelos argumentos em favor do realismo. Também foi influenciado por Karl Popper, com quem inicialmente concordava filosoficamente, pela liberdade de pensar e agir, pelo falsificacionismo e pela oposição às ideias de Otto Neurath. Mais tarde, rompeu com as ideias de Popper.

Feyerabend tornou-se famoso por sua visão anarquista da ciência e por sua suposta rejeição à existência de regras metodológicas universais no campo da investigação científica.

Na área da Filosofia da Ciência seus trabalhos mais importantes são *Against method* (Contra o método), publicado em 1975, *Science in a free society* (Ciência em uma sociedade livre), publicado em 1978, e *Farewell to reason* (Adeus à razão), uma coletânea de artigos publicados em 1987.

2 A epistemologia de Feyerabend

2.1 O anarquismo epistemológico

O anarquismo epistemológico consiste em uma teoria criada por Paul Feyerabend. De início, deve-se entender que o termo anarquismo por ele utilizado não significa uma oposição a toda e qualquer organização; seu conceito de anarquismo tem o significado de oposição a um princípio único, absoluto e imutável de ordem (REGNER, 1996). A ideia dele é de que o anarquista não se recusará a analisar qualquer concepção, pois entende que, por trás do mundo descrito pela ciência, pode estar oculta uma realidade mais profunda, de modo que uma “percepção de realidade” não é mais racional ou objetiva que outra (REGNER, 1996).

A partir do termo epistemologia, que se refere ao estudo sobre a produção do conhecimento, ele argumenta que não existem regras metodológicas fixas ou livres de exceções que conduzam o progresso científico ou o desenvolvimento dos conhecimentos. Segundo ele, a ideia de que a ciência pode ou deve operar de acordo com um conjunto de regras fixas e universais é irrealista e danosa, indo contra a própria ciência. Nas próprias palavras de Feyerabend (1977, p. 17), “a ciência é um empreendimento essencialmente anárquico: o anarquismo teórico é mais humanitário e mais suscetível de estimular o progresso do que suas alternativas representadas por ordem e lei”.

Feyerabend também considera esse anarquismo característico da ciência uma vez que, na história da ciência, não há regras ou métodos que não tenham sido violados ou alterados. Ele pondera que a existência de um método científico seria apenas um mito, que sucumbiria à luz da investigação da própria história da ciência (REGNER, 1996). Ele defende ainda que, sem essas rupturas, a ciência nunca teria progredido e que as hipóteses científicas podem nascer de espaços fora da ciência, como mito, filosofia, sonhos ou fantasias pessoais de pesquisadores. Em outras palavras, as ideias, enquanto tais, não têm fontes privilegiadas. (FERNANDEZ; TAMARO, 2004)

Para Feyerabend, a adoção de normas metodológicas demasiadamente rígidas restringiria a liberdade teórica do pesquisador, o que poderia resultar na eliminação de uma ou mais teorias da lista de

alternativas concorrentes numa pesquisa, resultando assim em um prejuízo em nosso patrimônio cognitivo. (ABRAHÃO, 2015)

Pelas mesmas sendas, ele considera que, na ciência, via de regra, quando duas teorias distintas tentam explicar o mesmo fenômeno, considera-se “vencedora” aquela que mais se aproxima das antigas teorias, “perdendo” a que não combina tão bem com as anteriores. Segundo Feyerabend, essa opção é menos racional e mais estética; uma preferência pessoal que não segue um rigoroso critério. O fato de a teoria nova não funcionar com teorias antigas não é prova de que a nova está incorreta. De acordo com ele, descartar a novidade científica porque ela não “se harmoniza” às velhas teorias é uma atitude emocional.

O anarquismo epistemológico consiste então em uma crítica direta ao racionalismo, este compreendido como método da ciência que pressupõe obediência a determinados padrões fixos, com a aspiração de demarcar o que seja científico ou não científico. (LEAL, 2016)

De acordo com a concepção de Feyerabend, o método científico não possui o monopólio da verdade ou os resultados palpáveis por meio de um conjunto único, fixo e restrito de regras. Em sua principal obra – *Contra o método* – considerada um marco nas reflexões da Filosofia e História das Ciências, Feyerabend critica a existência de um modelo racional universalista para a ciência, ou seja, indica que há múltiplos caminhos de interação de padrões abstratos na prática científica (LEAL, 2016). Em outras palavras, ele propõe que o cientista trabalhe com a maior liberdade possível no que diz respeito às metodologias. (ZANETIC, 2020)

Corroborando com essas concepções de múltiplos caminhos, Fernandez e Tamaro (2004, p. 1) citam um testemunho do matemático e pensador britânico Roger Penrose:

Acredito que o poderoso senso de validade de um lampejo de inspiração está intimamente ligado às suas qualidades estéticas. Uma boa ideia tem muito mais chances de ser verdadeira do que uma má. Paul Dirac, por exemplo, afirma que seu aguçado senso de beleza foi o que o levou a adivinhar sua equação do elétron. Sem dúvida, posso garantir as qualidades estéticas do meu pensamento tanto no que diz respeito à convicção que se sente no

Matemática, Ciências & outras reflexões

caso de ideias que poderíamos definir como inspiradas, como no caso de outras conjecturas que poderíamos chamar de rotina e que devem ser expostas continuamente ao tentar atingir algum objetivo. O raciocínio rigoroso costuma ser o último passo!¹⁷

2.2 A visão pluralista e libertária de Feyerabend

Uma das ideias originais de Feyerabend é a de realizar o ideal do conhecimento como um oceano de alternativas em constante crescimento, que exige a adoção de uma forma de pluralismo libertário. Esse pluralismo, entendido em sua forma extrema, exerceria um papel indispensável para assegurar a natureza progressiva das atividades cognitivas humanas (ABRAHÃO, 2015).

Assumindo a ideia de falibilidade do conhecimento, Feyerabend considera um princípio de proliferação irrestrita, em que todas as teorias podem ser admitidas no debate científico. Dessa forma, a liberdade de pensamento apareceria como uma condição permanente para a investigação científica, sendo que, para tanto, seria indispensável a pluralidade teórica. Sendo assim, ele recusa qualquer regra para neutralizar os efeitos da proliferação, ou seja, a proliferação de teorias alternativas consistiria no pré-requisito para o aumento do conteúdo empírico do conhecimento (ABRAHÃO, 2015).

Para ele, do mesmo modo que existe uma pluralidade de formas de vida, a ciência não deve se submeter à imposição de um único método. Segundo Feyerabend, o único princípio que não inibe o progresso científico é que “tudo vale”.

¹⁷ Creo que el potente sentido de la validez de un destello de inspiración está en estrecha conexión con sus cualidades estéticas. Una buena idea tiene muchas más posibilidades de ser cierta que otra mala. Paul Dirac, por ejemplo, afirma que su agudo sentido de la belleza fue lo que le llevó a adivinar su ecuación del electrón. Sin ningún lugar a dudas, puedo garantizar las cualidades estéticas de mi pensamiento tanto respecto a la convicción que se siente en el caso de ideas que podríamos definir como inspiradas, como en el caso de otras conjeturas que podríamos llamar rutinarias y que deben exponerse continuamente cuando se intenta alcanzar algún objetivo. ¡El razonamiento riguroso suele ser el último paso!

2.3 A influência social, política e cultural na produção da ciência

Pode-se dizer que as interpretações de Paul Feyerabend ressaltam a dimensão sociológica e cultural do conhecimento científico, bem como apontam para a necessidade de uma reflexão mais abrangente sobre ele.

Feyerabend argumentou que a ciência não é uma atividade separada da sociedade em que é praticada. Pelo contrário, ele defendeu que a ciência é moldada pelas pressões políticas e culturais que sobre ela atuam. A produção científica pode ser influenciada por interesses econômicos, crenças religiosas, visões políticas, modas intelectuais e outros fatores não-rationais.

A ciência, do mesmo modo que as demais atividades humanas, também se transforma continuamente a partir de suas interações com a cultura e com a sociedade. E, conforme considera Targa (2014, p. 45), “esse processo é recursivo, ou seja, os produtos e efeitos da ciência se tornam, ao mesmo tempo, produtores e causas do avanço científico”.

3 Karl Popper, Thomas Kuhn e Paul Feyerabend

3.1 O racionalismo crítico de Karl Raimund Popper

Karl Raimund Popper, também austríaco, nasceu em Viena, aos 28 de julho de 1902, e faleceu em Londres, aos 17 de setembro de 1994. Foi um filósofo liberal e professor.

É considerado um dos maiores filósofos da ciência do século XX, sendo conhecido por sua rejeição às visões indutivistas clássicas sobre o método científico em favor do falsificacionismo. Segundo ele, qualquer teoria nas ciências empíricas nunca é provada, mas pode sim ser falseada ou falsificada, o que significa que a mesma pode e deve ser examinada por experimentos decisivos.

Para Popper, as teorias científicas não trazem verdades absolutas, mas são conjecturais, ou seja, hipotéticas, provisórias e conjunturais, de modo que toda teoria abre espaço para ser derrubada. Assim, ele considera que o motor do progresso científico é o que ele denominou falseabilidade.

O Princípio da Falseabilidade, que é central na concepção de progresso da ciência de Popper, ao ser introduzido na filosofia da ciência

contemporânea, resolveu um antigo problema percebido por David Hulme no empirismo britânico do séc. XVIII, a questão do indutivismo: o estabelecimento de leis ou de teorias gerais a partir de análises de alguns casos específicos, do descobrimento de relações entre eles, para depois generalizar algo que foi observado na particularidade (do conjunto analisado) para o universal. Para Popper, o conhecimento indutivo não é seguro, pois desemboca no apriorismo e pode levar a uma concepção falsa de ciência.

Popper considera que o fazer científico não deve ser o de provar que uma determinada teoria é verdadeira, mas sim tentar provar o contrário, que construção científica da mesma é falsa. Para tanto, ele propõe um método dedutivo, em contraposição ao indutivismo.

Entendendo que o método científico parte de um problema, Popper propõe um método composto de quatro etapas: o problema (conflitos que surgem diante de expectativas e teorias já existentes), conjectura (solução proposta para uma nova teoria), levantamento das hipóteses falseáveis e experimentação ou teste e, por fim, o estabelecimento ou não da teoria.

Em sua concepção, quanto mais resistir à falseabilidade ou à tentativa de refutação, mais confiança uma teoria desperta. Quando não responde satisfatoriamente ao teste, a teoria seria abandonada e então substituída por outra. Sendo assim, para Popper o conhecimento científico evolui dessa forma, por substituição de uma teoria por outra e não por acumulação.

Para Popper, a ciência é objetiva e evolui de modo a se aproximar da verdade, sendo que esta aproximação é feita pela substituição de teorias ou paradigmas que são objetivamente melhores que a teoria ou paradigmas anteriores, ou seja, a ciência é objetiva. Essa concepção de Popper sobre a evolução da ciência é vista de modo bastante frequente no âmbito das chamadas ciências da natureza.

3.2 Thomas Samuel Kuhn e o enfoque historicista

Thomas Samuel Kuhn nasceu em Cincinnati, Estados Unidos da América, aos 18 de julho de 1922, e faleceu em Cambridge, Estados Unidos, aos 17 de junho de 1996. Foi um físico, historiador e filósofo da ciência. Seu trabalho incidiu sobre história e filosofia da ciência,

Matemática, Ciências & outras reflexões

tornando-se um marco no estudo do processo que leva ao desenvolvimento científico.

Graduou-se em Física na Universidade de Harvard, em 1943. Na mesma instituição, colou o grau de mestre, em 1946, e de doutor, em 1949, ambos na área de Física. Após o doutorado, tornou-se professor na mesma instituição. Quando lecionou uma disciplina de ciências para alunos de ciências humanas, baseada nos casos mais famosos da história da ciência, Kuhn familiarizou-se com este tema, o que foi fundamental para o desenvolvimento das suas reflexões sobre o desenvolvimento da ciência.

Depois disso, Kuhn lecionou história da ciência na Universidade da Califórnia, em Berkeley, e posteriormente tornou-se professor de Filosofia e História das Ciências, na Universidade de Princeton. Mais tarde, foi atuar como docente no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), onde permaneceu até o encerramento de sua carreira acadêmica.

Para Kuhn, ao contrário de Popper, a ciência é subjetiva. Ele critica a visão popperiana e afirma que duas teorias ou paradigmas são incomensuráveis, pois para que uma seja melhor que a outra, ela tem que ser objetivamente melhor que a anterior, mas isso não acontece uma vez que são subjetivos os fatores que levam à escolha de um paradigma e o abandono do anterior.

Kuhn estabelece um enfoque historicista para o entendimento da evolução da ciência. Para ele, a ciência não é só um contraste entre teorias e realidade, senão o resultado de diálogos, debates, tensões entre os defensores de distintos paradigmas científicos, ou seja, é precisamente nesse debate que se demonstra que os cientistas não são absolutamente racionais, não são apenas objetivos, pois não podem afastar-se de todos os paradigmas e compará-los de forma objetiva; eles estão sempre imersos em um paradigma, interpretando o mundo conforme o mesmo.

Na atividade científica influi tanto interesses científicos quanto subjetivos, de tal maneira que a atividade científica se vê influenciada pelo contexto histórico-sociológico em que se desenvolve. Segundo Kuhn, deve-se considerar o contexto histórico, sociológico e psicológico no qual o cientista e a sociedade em questão estão inseridos no período

Matemática, Ciências & outras reflexões

da “descoberta” científica. Deve-se levar em conta isso, pois, isolando um desses elementos contextuais, pode-se ter um resultado diferente.

Para Kuhn, a evolução do conhecimento científico é mais caracterizada por rupturas e não por acúmulo. Ele denomina ciência normal a um conjunto de conhecimentos estabelecidos, ao qual se acrescentam outros conhecimentos quando os cientistas falam a mesma linguagem. Tem-se então um paradigma constituído. Paradigma seria a unidade metodológica da ciência, a delimitação da área de campo de estudo, norteando os padrões de racionalidade aceitos em uma comunidade científica. Ele considera que a ciência vai resolver os problemas dentro dessa unidade metodológica.

Quando um paradigma mostra-se insuficiente para explicar uma anomalia que se apresenta, ocorre a substituição, ou seja, surge a ciência extraordinária ou revolucionária. Em outras palavras, quando um paradigma entra em crise, há necessidade de definição de um novo quadro referencial. Assim, nessa etapa da ciência extraordinária, desenvolve-se um novo paradigma, uma nova linguagem, um novo modelo. Isso é visto, por exemplo, nos estudos de Copérnico e em seu embate entre geocentrismo e heliocentrismo.

Segundo Kuhn o trabalho do cientista seria o de adequar teoria a fatos. O pesquisador vai buscar teorias que se adequem aos fatos. Quando a teoria não se adequa de forma alguma aos fatos, o paradigma é substituído. No entanto, para manter o paradigma, o cientista pode tentar a utilização de novas hipóteses (*ad hoc*), ao contrário do que considera Karl Popper.

Kuhn rejeita o falsificacionismo de Popper. Ele considera que, mesmo no caso de teses falseadoras, provas falseadoras, um cientista não deve ser crítico de um paradigma que está utilizando. Somente nos casos em que os problemas viram anomalias, em que não há solução, é que ele abandona um paradigma por outro.

3.3 Contraposições de Feyerabend

Feyerabend foi aluno de Popper, inicialmente adepto de suas concepções epistemológicas, mas depois rompeu com esses referenciais popperianos. Em seu trabalho, ele contrapõe-se ao racionalismo crítico de Popper, bem como ao indutivismo, considerando que essas

concepções metodológicas não propiciam uma adequada explicação da ciência, podendo inclusive prejudicar seu desenvolvimento.

Feyerabend (1977) argumenta que sem caos não há conhecimento; que há mitos, dogmas de teologia, metafísica e muitas outras maneiras para a elaboração de uma cosmovisão. Assim, considera que uma interação entre a ciência e essas cosmovisões ditas não científicas necessita do anarquismo, possível e necessário, tanto para o progresso interno da ciência, quanto para o desenvolvimento da nossa cultura como um todo.

Com relação a Kuhn, há desacordos e aproximações. Kuhn afirma que o estabelecimento de uma nova teoria define um campo de investigação distinto, provocando por um período uma espécie de progresso do conhecimento que, no seu limite, leva à derrocada da própria teoria. Feyerabend, por sua vez, considera que a ciência fica estagnada quando dominada por uma teoria única, propondo a derrubada de qualquer teoria que esteja nessa posição. No que diz respeito às aproximações, pode-se dizer que Feyerabend também tem um olhar para a evolução histórica da ciência, bem como concorda com Kuhn com relação à incomensurabilidade das diferentes teorias.

4 O pluralismo metodológico

O anarquismo epistemológico de Feyerabend, traduzido em termos metodológicos, é o que pode ser denominado pluralismo metodológico. A ideia que ele propõe é que o pesquisador pode e deve apelar para qualquer forma de argumentação, adaptando seus métodos e sua prática para defender suas posições e fazer avançar sua compreensão do mundo, estando livre para propor teses, mesmo que essas estejam em franco conflito com as teorias então vigentes. (REGNER, 1996)

Segundo Feyerabend, o progresso da ciência seria mais acentuado na medida em que houvesse uma proliferação de teorias, mesmo que cada uma delas oferecesse diferentes visões de mundo. Para ele, a variedade de opiniões é fundamental para o conhecimento objetivo. Assim, caberia também ao pesquisador comparar suas teorias com outras teorias, mesmo que anteriormente abandonadas, e não somente com fatos observados ou os resultados experimentais obtidos. Para tanto, ele exemplifica com a teoria heliocêntrica, concepção do cosmos nascida na

antiguidade grega e abandonada por quase dois mil anos, que foi posteriormente recuperada por Copérnico, influenciando sobremaneira os grandes trabalhos de Johannes Kepler e Isaac Newton.

Assim, pondera Feyerabend – com uso recorrente da história da ciência – que uma teoria antes considerada um mito ou algo sem o menor sentido, pode ser recuperada e então constituir-se numa nova teoria científica.

5 Uma alternativa para o ensino de Física

O ensino de Física, bem como o das Ciências da Natureza de um modo geral, tem sido objeto de discussões e reflexões profundas nos últimos anos, principalmente com preocupação em atribuir sentido a esses estudos, tendo em vista que o letramento científico se faz necessário para a inserção do indivíduo em uma sociedade tecnológica, permeada por experiências científicas. Para tanto, ensinar Ciências não envolve somente demonstrações de conhecimentos científicos. Há que se ensinar como se formam os conceitos nessa área, de modo que o estudante possa compreender que o conhecimento científico é uma linguagem construída por homens e mulheres para explicar nosso mundo (CARVALHO; BELTRÃO; FEIO; GONÇALVES, 2019).

Paul Feyerabend foi um dos maiores críticos da velha concepção de ciência como sendo um conjunto de enunciados que se desenvolvem por meio da experimentação. Para ele, quando os episódios históricos são examinados, pode-se perceber que o único princípio que não inibe o progresso da ciência é: tudo vale. Não há uma metodologia específica para se fazer ciência.

Assim, considerando a obra de Feyerabend como referência, mais especificamente a ideia do pluralismo metodológico e do anarquismo epistemológico, pode-se indicar o uso da História da Ciência como estratégia de ensino, a fim de se apresentar as teorias científicas.

Destaque-se que abordar a História da Ciência em sala de aula não é simplesmente apresentar historicamente os fatos. Há que se discutir suas maturações históricas, seus “fracassos” e “sucessos”, os desafios e ousadias de seus proponentes, os contextos em que estavam inseridas quando propostas, as teorias que foram abandonadas e, tempos depois, retomadas etc.

Matemática, Ciências & outras reflexões

Uma abordagem nesse sentido facilitaria a compreensão da Ciência como construída por seres humanos e que não segue regras únicas ou rígidas para se desenvolver. Como asseverava Feyerabend, a livre criação de ideias é benéfica para a Ciência, principalmente para romper com padrões estabelecidos. No que diz respeito ao ensino, também é fundamental para a formação científica dos estudantes; uniformidade do pensamento prejudica o pensamento crítico. (SANTOS; FUSINATO; GARDELLI, 2018)

Feyerabend acreditava que a ciência deveria ser vista como uma atividade humana, e não como uma coleção de fatos e de teorias abstratas. Assim, o enfoque proposto por ele incentiva a inter e/ou transdisciplinaridade, buscando integrar diferentes formas de conhecimento e romper com a tradição disciplinar do trabalho pedagógico. Essa abordagem pode tornar o ensino de Física mais relevante e significativo para os alunos, contribuindo para uma formação mais crítica, reflexiva e criativa.

O ensino de Física deve ser visto como uma oportunidade para inspirar a curiosidade e a imaginação dos estudantes, encorajando-os a fazer questionamentos e a pensar “fora da caixa”. Assim, levando em conta que a experimentação é fundamental para o avanço da ciência, ela também deve estar presente na sala de aula. Nas atividades experimentais, os estudantes podem não só testar teorias existentes, mas também aprender por meio da descoberta. A experimentação possibilita ainda uma melhor compreensão dos conceitos já discutidos, na medida em que os alunos observam na prática como utilizar esses conceitos na descrição dos fenômenos físicos.

Como a Ciência não possui um método específico, mas diversos métodos, isso poderia ser evidenciado nas aulas de Física com diferentes abordagens pelo professor para mostrar diferentes conteúdos específicos, incentivando a diversidade de pensamento e de criatividade.

6 Conclusão

O legado de Paul Karl Feyerabend é de grande importância para a reflexão contemporânea sobre a ciência como uma prática fragmentada e sem homogeneidade. Sua concepção de anarquismo epistemológico e outras contribuições advindas de seus estudos permitem uma visão

distinta da ciência, estimulando reflexões sobre a necessidade de um pluralismo metodológico no fazer científico.

Feyerabend defendia que todas as concepções metodológicas devem ser consideradas criticamente e somadas em contribuição para o avanço do conhecimento científico. Sua figura é considerada influente tanto na filosofia da ciência quanto na sociologia do conhecimento científico.

Embora tenha sido rotulado de “terrorista epistemológico” ou “o pior inimigo da ciência” por alguns de seus oponentes, Feyerabend foi um crítico perspicaz das análises tradicionais propostas sobre o tema.

O olhar abrangente e questionador de Feyerabend sobre a racionalidade científica e sua influência na sociedade é o mais relevante a ser considerado em seu anarquismo epistemológico. Sua abordagem permite que pensemos criticamente sobre a produção científica e seus efeitos na sociedade. Portanto, sua obra é essencial para aqueles que buscam uma compreensão mais ampla e crítica da ciência.

Referências

ABRAHÃO, L. H. de L. 351f. 2015. **O pluralismo global de Paul Feyerabend**. Tese (Doutorado em Filosofia). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG: 2015.

CARVALHO, F. B.; BELTRÃO, G. G. B.; FEIO, J. da S.; GONÇALVES, C. B. Ensino de Ciência, Divulgação Científica e o Pensamento de Paul Feyerabend. *In*: Congresso Nacional de Educação – COMEDU, VI, Fortaleza/CE, 2019. **Anais do Congresso VI Nacional de Educação**. p. 1-9.

FERNANDEZ, T.; TAMARO, E. Biografía de Paul Feyerabend. *In*: **Biografías y vidas**. La enciclopedia biográfica en línea [Internet]. Barcelona, Espanha, 2004. Disponível em: <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/f/feyerabend.htm>. Acesso em: 20 fev. 2023.

FEYERABEND, P. **Contra o método**. Trad. de Octanny S. da Mota e Leônidas Hegenberg. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1977.

Matemática, Ciências & outras reflexões

LEAL, H. M. Paul Feyerabend e Contra Método: quarenta anos do início de uma provocação. **Caderno IHU ideias**. Ano 14, n. 237, v. 14, p. 3-16, 2016.

REGNER, A. C. K. P. Feyerabend e o pluralismo metodológico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, p. 231-247, 1996.

SANTOS, H. S. T. dos; FUSINATO, P. A.; GARDELLI, D. O anarquismo epistemológico e o ensino de Física: implicações da epistemologia de Paul Feyerabend no ensino. **e-Boletim de Física**. Ano VII, 71602-2, 2018.

TARGA, D. C. **Ciência e sociedade**. Palhoça: UnisulVirtual, 2014.

ZANETIC, João. **Evolução dos conceitos da Física**. Notas de aula. Instituto de Física da Universidade de São Paulo, 2020.

Uma proposta de Sequência Didática sobre Semicondutores para o Ensino Médio

Fernando Moreira¹⁸

Marcio Pereira¹⁹

Wingley Borssali Miorali Vital²⁰

1 Introdução

Hoje em dia a tecnologia é imprescindível e está presente em muitas aplicações no nosso cotidiano, otimizando o dia a dia. Diante das muitas alterações causadas em nossa sociedade pela tecnologia, é de suma importância fomentar discussões sobre o assunto e proporcionar meios para que o aluno saiba opinar, com argumentos científicos, sobre assuntos diversificados envolvendo este tema.

Devido à necessidade de se compreender o universo a nossa volta, tópicos de Física Moderna e Contemporânea foram inseridos em documentos como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB), que estabelece como finalidade do Ensino Médio a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. Dessa maneira, os conceitos de condutor, isolante e semicondutor têm representação importante para compreensão das novas tecnologias.

Neste contexto, a sequência didática apresentada neste trabalho considera conceitos de condutores, isolantes e semicondutores

¹⁸ Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – UFSCar – campus Sorocaba. E-mail: fernando.moreira@estudante.ufscar.br

¹⁹ Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – UFSCar – campus Sorocaba. Docente na PEI Matilde Vieira e do Colégio Universitário – Avaré/SP. E-mail: marciopereira@estudante.ufscar.br

²⁰ Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – UFSCar – campus Sorocaba. E-mail: wingley@estudante.ufscar.br

apresentados nos livros didáticos do Ensino Médio sob o olhar da Física Moderna e Contemporânea. Visto que a Física, como uma disciplina científica e sistematizada a partir de seus conceitos, princípios e leis, assim como as demais ciências, está em constante reformulação e ampliação, é imprescindível que a Física escolar também esteja.

Com essa sequência didática, a ideia é entender e obviamente ter respostas de como condutores e isolantes estão relacionados com o nosso cotidiano e, principalmente, ao longo da fase escolar. Porém, pouco aprendemos sobre semicondutores, uma vez que o entendimento do fenômeno mais preciso só ocorre na Física Quântica, que é pouco difundida no Ensino Médio.

1.1 A Eletrônica e a Física

O principal produto da eletrônica no início do século XX foi o rádio; mais tarde, a televisão; depois, vieram os computadores e uma variedade de equipamentos para diversas finalidades. Porém, a eletrônica baseada nas válvulas a vácuo possuía algumas limitações: as válvulas eram grandes, frágeis, aqueciam demais, tinham alto custo de fabricação e vida curta.

Em 1947, os físicos J. Bardeen, W. Brattain e W. Shockley descobriram o transistor, um dispositivo de três elementos que possibilitava o controle da corrente elétrica dentro de um material semicondutor e que poderia substituir as válvulas (REZENDE, 2004).

Nas décadas que se seguiram, os transistores foram aperfeiçoados, houve o desenvolvimento de circuitos integrados e, com a crescente miniaturização dos componentes, surgiram os microprocessadores e a fabricação de microcomputadores.

A produção de circuitos cada vez mais rápidos fez com que a eletrônica provocasse uma mudança nos costumes da sociedade, através dos modernos sistemas de comunicação e os mais variados equipamentos utilizados no dia a dia.

1.2 Classificação dos materiais

Muitos componentes, como transistores, circuitos integrados e outros, em que se baseia a eletrônica moderna, são fabricados a partir de

certos materiais que apresentam propriedades elétricas especiais. Estes materiais são denominados semicondutores.

Existem dois tipos de comportamentos dos materiais em relação à capacidade de conduzir a corrente elétrica. Existem os materiais através da qual a corrente pode fluir com facilidade, sendo denominados condutores, e os materiais em que a corrente não pode passar, denominados isolantes. Dentre os condutores, destacamos os metais, os gases ionizados, as soluções iônicas. Dentre os isolantes destacamos o vidro, a borracha, a mica, os plásticos.

Há, entretanto, uma terceira categoria de materiais, um grupo intermediário de materiais que não são bons condutores, pois a corrente tem dificuldade em passar através deles, mas não são totalmente isolantes. Nestes materiais, os portadores de carga podem se mover, mas com certa dificuldade. Estes materiais são denominados semicondutores, dentre os quais destacamos os elementos químicos silício (Si), germânio (Ge) e o Selênio (Se).

2 Fundamentação teórica

Entender alguns conceitos ligados a esses materiais pode ser muito importantes para compreender e se relacionar melhor com aparelhos e tecnologia. Embora essa constatação apareça em documentos como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB), o que se observa é um número muito discreto de proposições neste sentido.

É recomendável que todas as editoras, bem como os avaliadores, especialistas e os professores, fiquem atentos na elaboração, análise e escolha dos livros de Física, de modo a contemplar, no capítulo que trata da Física Quântica, a teoria de bandas de energia, condutores, isolantes e semicondutores (CORREIA *et al*, 2017).

Simões *et al* (2022) observaram que existem vídeos e simuladores que abordam os fundamentos e as aplicações dos semicondutores, limitando-se a discutir e/ou ilustrar aspectos relacionados à Física e à eletrônica somente. Buscando a contextualização com o ambiente escolar, desenvolveram um aplicativo para dispositivos móveis, no formato quizz, apresentando possibilidades

para a abordagem pedagógica dos semicondutores de forma interdisciplinar e contextualizada.

Uma oficina didática de produção de histórias em quadrinhos foi implementada em uma instituição pública de Ensino Médio como proposta de exploração de conceitos sobre a física de semicondutores por Zara e Leidi (2021). A atividade de produção de HQs permitiu aos participantes expressar sua compreensão sobre o conteúdo estudado por meio das personagens construídas e de suas falas, dos cenários elaborados e dos enredos propostos, associando assim diferentes formas de representação do conhecimento.

A determinação do equivalente mecânico do calor através de medidas elétricas é proposta por Dias Júnior (2019) como recomendação de atividade experimental para aumentar a motivação de alunos e conclui que a experimentação pode e deve ser usada como uma atividade em sala de aula de maneira complementar ao desenvolvimento do conteúdo da disciplina de física.

Souza *et al* (2020) desenvolveram uma sequência didática sobre semicondutores, tendo como base a metodologia de ensino dos três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti, que é um grande instrumento de difusão de conhecimentos científicos no Ensino Médio, dada a necessidade de imersão em situação-problema do cotidiano e o prevalectimento do diálogo entre professor e alunos, na expectativa de facilitar a aprendizagem significativa.

Com esta motivação, e dado que há pouco espaço para o estudo de conceitos de Física moderna, principalmente aqueles relacionados à Física Quântica, é que propomos uma sequência didática como forma de abordar os conceitos de condutor, isolante e semicondutor, bem como aplicações tecnológicas dos materiais semicondutores para alunos do Ensino Médio.

3 Desenvolvimento da Sequência Didática

Conforme Zabala (1998), uma sequência didática é um conjunto ordenado de atividades, estruturadas e articuladas para o cumprimento de um objetivo educativo em relação a um conteúdo específico.

Antes de iniciar o ensino de conceitos científicos, é necessário motivar os alunos em seus estudos. No presente caso, o objetivo é fazer com que eles compreendam a importância dos materiais semicondutores no desenvolvimento da eletrônica.

Uma maneira de abordar isso em sala de aula é fazendo aos alunos perguntas como as seguintes: Que diferenças você encontra entre as calculadoras, computadores e outros dispositivos eletrônicos que você usa no momento e aqueles que seus pais usavam quando eles tinham a sua idade? Como eles evoluíram? Você sabe de que materiais são fabricados os circuitos integrados de computadores, telefones celulares, calculadoras, relógios digitais? Você já ouviu falar sobre semicondutores? Você sabe alguma coisa sobre esses materiais?

Para ajudar os alunos a responder a essas perguntas, cabe ao professor incentivar não apenas a consulta em livros didáticos, sites de busca e pedir informações aos parentes mais velhos, como também o debate sobre como a ciência e os avanços tecnológicos alcançados com os semicondutores deram origem a um aumento progressivo da utilidade e desempenho dos dispositivos eletrônicos. A intenção é motivar os alunos a aprender alguns conceitos científicos e fenômenos associados aos semicondutores.

3.1 Primeira parte: semicondutores intrínsecos

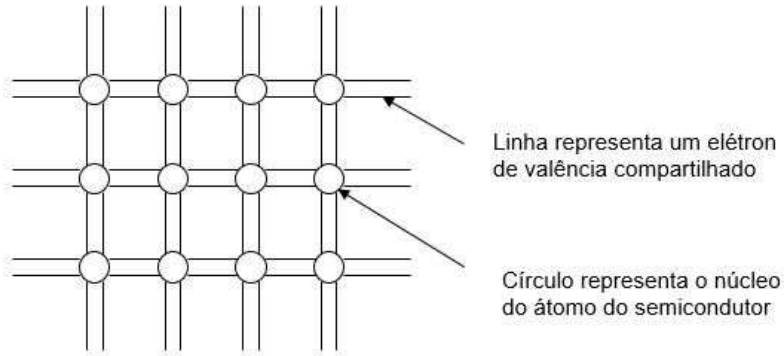
Uma vez que a importância dos semicondutores foi esclarecida, começamos com o estudo da classificação dos materiais e da definição de materiais condutores, isolantes e semicondutores. No Ensino Médio, os alunos já estão familiarizados com a tabela periódica dos elementos e com as principais propriedades, conseguindo distinguir metais e não metais. Sabem que materiais metálicos são condutores elétricos e não metais são isolantes. Com base nesse contexto, é feita menção aos elementos semimetálicos como sendo aqueles que possuem propriedades intermediárias entre metais e não metais. Isso leva à introdução do conceito de um semicondutor como um material constituído por um semimetal, geralmente silício (Si) ou germânio (Ge), que, à temperatura ambiente, tem propriedades intermediárias entre os materiais condutores e os isolantes típicos.

Matemática, Ciências & outras reflexões

3.1.1 Estrutura interna de um semicondutor intrínseco

A figura abaixo representa um modelo simplificado representando a estrutura covalente de um semicondutor (de Si ou Ge) que permite uma introdução ao estudo destes materiais. Também é possível pensar numa abordagem multidisciplinar, abordando o estudo da estrutura da matéria pela perspectiva da Química, utilizando diagramas de Lewis e o conceito de ligações covalentes. Com base na regra do octeto e identificando a valência elétrons, os alunos podem verificar que os átomos do semicondutor representados na Figura 1 são estáveis. Cada átomo compartilha seus quatro elétrons de valência com quatro elétrons próximos, alcançando assim a configuração eletrônica de um gás nobre.

Figura 1 – Representação bidimensional de alguns átomos no cristal de silício.



Fonte: Dos autores.

3.1.2 Comportamento elétrico de um semicondutor intrínseco

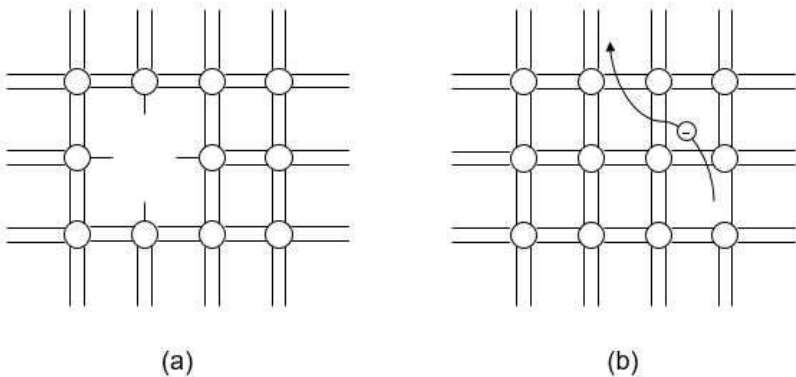
O conceito de resistividade é fundamental para entender o comportamento elétrico dos materiais em geral e, particularmente, dos semicondutores. Resistividade e suas variações com temperatura podem ser compreendidas pelos alunos com base em três tópicos fundamentais: a teoria cinética da matéria, o conceito de energia de ionização, e o tipo de ligação (metálica ou covalente). Com isso, os alunos têm base suficiente para entender o porquê da resistência de um condutor aumentar com temperatura, enquanto a de um semicondutor diminui.

3.1.3 Carregadores de carga de semicondutores: elétrons e lacunas

No Ensino médio, os alunos já têm algum conhecimento sobre Lei de Ohm, tensão e resistência elétrica. Eles também sabem que todos os materiais condutores, como grande parte dos metais, apresentam um grande número de portadores de carga livres, ou seja, fracamente ligados aos núcleos atômicos do material. Esses portadores de carga são os elétrons, partículas muito leves e de carga elétrica negativa. O novo aspecto introduzido no estudo dos semicondutores é que, além dos elétrons, há outro tipo de portador de carga: a lacuna.

A Figura 2 ilustra o rompimento de uma ligação covalente entre dois átomos vizinhos, criando uma ligação incompleta (lacuna) e um elétron livre. As lacunas se comportam como partículas com as mesmas propriedades que os elétrons, exceto que eles carregam uma carga positiva.

Figura 2 – Uso do modelo de ligações para representar a) uma vacância (falta de um átomo no cristal) e b) rompimento de uma ligação com liberação do elétron (geração do par elétron-lacuna).



Fonte: Dos autores.

Portanto, se uma tensão é aplicada ao semicondutor, as lacunas “geram” positivamente corrente elétrica carregada que flui na direção oposta à dos elétrons. A atribuição de uma carga positiva para as lacunas pode levar os alunos a confundi-las com prótons. Porém, duas diferenças são fundamentais: os prótons são cargas reais e as lacunas não são.

Enquanto as lacunas podem se mover e gerar corrente elétrica, os prótons não podem, pois fazem parte dos núcleos atômicos.

No caso de um material sólido, a Teoria Cinética explica como o movimento vibracional está relacionado com a temperatura. Partindo deste ponto de vista, espera-se que os alunos sejam capazes de compreender que os metais, que têm elétrons livres em baixas temperaturas, se transformam em maus condutores elétricos em temperaturas acima da temperatura ambiente porque a amplitude da vibração dos átomos aumenta, dificultando o movimento da grande quantidade de elétrons livres. Em semicondutores, no entanto, cujas cargas são fixas, um aumento de temperatura produz rupturas em suas ligações, e conseqüentemente, os elétrons são liberados e estarão disponíveis para formar uma corrente elétrica se a tensão correspondente for aplicada. Isso explica a diminuição da resistividade dos semicondutores com o aumento da temperatura.

3.2 Segunda parte: semicondutores extrínsecos

Uma vez introduzido o conceito de semicondutores intrínsecos e ressaltado o fato de que semicondutor é uma substância com uma condutividade elétrica que aumenta com o aumento da temperatura, parece óbvia a ideia de que se faz necessário projetar dispositivos eletrônicos para adaptar esses materiais de alguma forma a melhorar seu desempenho e que esses materiais pudessem conduzir bem a eletricidade à temperatura ambiente. Surge, assim, o conceito de semicondutores extrínsecos. Um semicondutor que foi dopado com impurezas para melhorar sua condução elétrica sem aumentar a temperatura.

Antes de abordar o processo de dopagem de um semicondutor, cabe perguntar se os alunos já ouviram a palavra ‘dopado’ antes, talvez no esporte, por exemplo. Quando os alunos têm uma ideia geral do que é ‘doping’, cabe perguntar se sabem quais as impurezas que teriam de ser introduzidas em um semicondutor para modificar seu número de portadores de carga (elétrons ou lacunas). Para ajudá-los, eles recebem a pista de que a resposta está nos elétrons de valência dos átomos introduzidos. O que se espera é que cheguem à conclusão de que a dopagem de um semicondutor consiste em introduzir átomos de elementos diferentes daqueles que compõem o semicondutor, com um

número de elétrons de valência diferente do que apresentam os átomos de Si ou Ge.

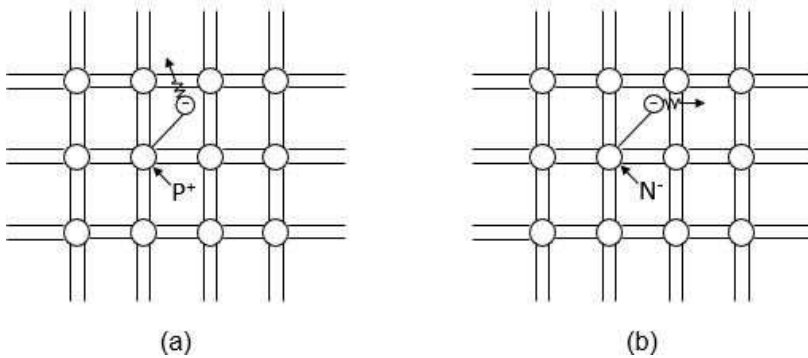
Uma vez que foram capazes de associar o processo de dopagem com a introdução de átomos estranhos, os alunos são questionados se o lógico seria introduzir qualquer espécie de átomo ou se deveria haver algum tipo de restrição. Eles poderiam receber uma primeira indicação: que os átomos introduzidos não deveriam alterar significativamente a estrutura cristalina do material. Tentamos fazer com que os alunos cheguem à conclusão de que as impurezas introduzidas devem ter um tamanho semelhante ao dos átomos do semicondutor (Si/Ge). As informações que lhes são dadas irão ajudá-los a deduzir que isso é alcançado pela introdução de átomos pentavalentes ou trivalentes; isto é, com um elétron de valência a mais ou a menos, respectivamente, do que Si ou Ge (átomo tetravalente). Tudo isso é feito antes de realmente analisar os efeitos dessas impurezas na condução elétrica de semicondutores e é aconselhável que os alunos identifiquem os elementos com três e cinco elétrons de valência na tabela periódica.

Depois que os alunos identificaram as impurezas usuais com as quais os semicondutores são dopados, o próximo objetivo é que eles entendam as consequências para o comportamento elétrico do semicondutor. Isto é conseguido usando o modelo bidimensional de um semicondutor (Figura 1) e a Regra do Octeto. Os alunos são questionados sobre o que acontece se um átomo pentavalente, antimônio por exemplo, é colocado em um semicondutor Si/Ge (Figura 3).

Espera-se que os alunos consigam ver que essa impureza compartilha quatro de seus elétrons de valência com cada um dos quatro átomos vizinhos de Si, deixando um de seus elétrons desemparelhado. Em seguida, é colocada a seguinte questão genérica: esse elétron “excedente”, que não está envolvido na ligação covalente, requer uma energia de liberação que é igual à necessária para quebrar uma ligação covalente? Os alunos recebem a informação de que, mesmo à temperatura ambiente, este elétron pode adquirir energia suficiente para se tornar um elétron livre. A intenção é que os alunos entendam que, com a introdução de átomos pentavalentes em um semicondutor, é possível ter elétrons livres sem as lacunas correspondentes. Depois, quando uma tensão é aplicada, a corrente devida aos elétrons será maior do que a devida aos buracos.

Matemática, Ciências & outras reflexões

Figura 3 – Ilustração da dopagem de cristal de Si por átomos a) tipo doadores (elementos da coluna VA) e b) tipo aceitador (elemento da coluna IIIA), em posições substitucionais.



Fonte: Dos autores.

Os alunos são incentivados a investigar como são chamadas as impurezas que geram elétrons em um semiconductor sem as lacunas. A intenção é que eles descubram que essas impurezas são chamadas de impurezas doadoras (átomos pentavalentes). Isso também permite definir o conceito de tipo n (para negativo) semiconductor extrínseco como aquele que foi dopado com impurezas doadoras e que, portanto, tem elétrons como portadores de carga.

Analogamente, os alunos são convidados a analisar o que acontece quando um semiconductor é dopado com átomos trivalentes. Espera-se que eles deduzam que o átomo “estranho” (impureza) não tem elétrons de valência suficientes para completar as quatro ligações covalentes. Conseqüentemente, um buraco aparece em uma das ligações (Figura 3) sem que nenhum elétron tenha sido liberado. Eles também serão estimulados a descobrir como que as impurezas que geram buracos em um semiconductor sem a liberação de um elétron são chamadas. Neste caso, espera-se que os alunos descubram que estas são chamadas de impurezas aceitadoras (átomos trivalentes). O que realmente se pretende é que eles entendam que a dopagem de um semiconductor com impurezas aceitadoras aumenta a concentração de lacunas em relação à de elétrons, e também que a maioria dos portadores de carga agora são lacunas

Matemática, Ciências & outras reflexões

(positivas) de modo que o semicondutor é chamado de semicondutor extrínseco tipo p (para positivo).

Uma possível fonte de dificuldade de compreensão pode estar no fato que existem diferentes quantidades de elétrons livres e de lacunas nos semicondutores extrínsecos. Isso pode levar os alunos a pensar que eles não são eletricamente neutros. Nesse sentido, é necessário perguntar como as quantidades de elétrons e prótons de um semicondutor irão variar quando ele é dopado. A intenção é reforçar a ideia de que as impurezas, sejam elas doadoras ou aceitadoras, inseridas em um semicondutor são átomos e que eles contribuem com o mesmo número de elétrons e prótons para o semicondutor. Portanto, embora o átomo inserido (impureza) seja deixado ionizado quando ocupa o sítio de um átomo de Si ou Ge, o semicondutor continua neutro. Se necessário, como informação complementar, indicamos aos alunos que esses íons (positivo se for de impurezas doadoras ou negativo se for de impurezas aceitadoras) não contribuem para a condução elétrica, pois ocupam posições fixas na rede cristalina e não se movem. Caso contrário, isso significaria a ruptura do material.

Tabela 1 – Visão Geral da Sequência Didática

Aulas	Conteúdo estudado	Objetivos de aprendizagem
1	A presença de semicondutores em nossas vidas cotidianas.	- Reconhecer o papel dos semicondutores no progresso do conhecimento científico em eletrônica. - Sentir curiosidade sobre o comportamento e propriedades físicas de materiais semicondutores.
2–4	Quais materiais são semicondutores?	- Reconhecer um semicondutor intrínseco como um material que consiste de elementos semimetálicos (Si ou Ge) que normalmente tem um comportamento elétrico intermediário entre condutor e isolante.
5–8	Em um nível microscópio como se explica o	- Compreender, com a ajuda da regra do octeto, a estrutura sólida covalente de um condutor de Si ou Ge.

Matemática, Ciências & outras reflexões

Aulas	Conteúdo estudado	Objetivos de aprendizagem
	mecanismo que permite a condução elétrica nos semicondutores?	<ul style="list-style-type: none">- Reconhecer e desenhar a estrutura de um semicondutor por meio de um modelo de ligações bidimensionais, semelhante ao Diagrama de Lewis.- Entender que em temperaturas acima da temperatura ambiente, os metais têm um excesso de elétrons livres, e que há aumento do movimento vibracional dos átomos da estrutura metálica em torno das suas posições de equilíbrio, dificultando a circulação de elétrons livres (alta resistividade).- Compreender que os semicondutores intrínsecos tornam-se bons condutores de eletricidade em temperaturas acima da temperatura ambiente, porque a quebra das ligações na estrutura covalente do semicondutor e libera elétrons de valência que podem transportar corrente elétrica (baixa resistividade elétrica).- Compreender que cada elétron liberado da estrutura covalente de um semicondutor deixa um vazio, chamado lacuna.- Compreender que quando os elétrons liberados perdem sua energia, eles caem de volta na estrutura covalente ocupando as lacunas deixadas por outros elétrons liberados (recombinação).- Ver a utilidade dos semicondutores na produção de energia fotovoltaica.- Adquirir um conceito das principais propriedades das lacunas: são portadores de carga positiva; seu movimento é na direção contrária à dos elétrons livres; são partículas fictícias que são definidas para obter uma explicação simples do comportamento elétrico de semicondutores.

Matemática, Ciências & outras reflexões

Aulas	Conteúdo estudado	Objetivos de aprendizagem
9–11	Como semicondutores podem ser modificados para melhorar suas propriedades elétricas e seu desempenho?	<ul style="list-style-type: none">- Entender que o propósito de dopar um semicondutor é controlar e melhorar sua condução elétrica à temperatura ambiente.- Compreender a dopagem de um semicondutor como processo que consiste em introduzir impurezas: átomos de outros elementos com um tamanho semelhante ao dos átomos que compõem o semicondutor.- Notar que a introdução de impurezas em um semicondutor desequilibra os portadores de carga:<ul style="list-style-type: none">a) Impurezas doadoras (átomos pentavalentes) aumentam o número de elétrons livres com em relação às lacunas: semicondutor extrínseco tipo n.b) Impurezas aceitadoras (átomos trivalentes) aumentam o número de lacunas: semicondutor extrínseco tipo p.

Fonte: os autores.

3.3 Avaliação

Foi elaborado um teste (vide Anexo) para analisar os níveis de conhecimento alcançados pelos alunos e descobrir os principais obstáculos que eles enfrentaram na aprendizagem do tema. Os quatro primeiros os itens são de múltipla escolha, com os alunos acrescentando uma justificativa para sua resposta. O objetivo é obter dados sobre os conceitos e o raciocínio dos alunos. Os outros quatro itens são abertos, com o objetivo de aprofundar suas ideias sobre os conceitos e fenômenos envolvidos, uma vez que neste tipo de item é o aluno que define de forma independente os limites da resposta.

4 Conclusão

Cada vez mais podemos observar que nossos estudantes estão fazendo o uso da tecnologia em diferentes situações, tanto para o relacionamento social quanto nos trabalhos acadêmicos.

Matemática, Ciências & outras reflexões

Este trabalho teve por objetivo introduzir debates sobre temas de Física Moderna e Contemporânea e apresentar uma sequência didática que pudesse construir com os alunos o conhecimento científico presente nos conceitos de condutor, isolante e semicondutor, bem como aplicações tecnológicas dos materiais semicondutores.

Acreditamos que a sequência didática proposta pode contribuir para o desenvolvimento do estudante, tanto pelo incentivo à curiosidade, quanto pelo cuidado em apresentar a importância do tema apresentado. Espera-se que, a partir deste trabalho, outros professores de Física possam também ser encorajados a aplicar sequência didática apresentada, assim como, aprimorá-la.

Referências

CORREIA, E. de S.; *et al.* Considerações acerca dos conceitos de condutores, isolantes e semicondutores nos livros de Ensino Médio sob um olhar da teoria de bandas de energia. **Scientia Plena**, 13(1). 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2017.012716>. Acesso em: 10 out. 2022.

SIMÕES, M.; *et al.* Conduzindo: aplicativo sobre semicondutores para abordagem interdisciplinar da relação entre ciência e tecnologia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 39, n.1, p.133-150, 2022.

SOUZA, D. R.; *et al.* Uma Proposta de Sequência Didática sobre semicondutores baseada nos momentos pedagógicos de Angotti e Delizoicov. **Cad. Fis. UEFS**, 18 (02): 2201.1-26, 2020.

REZENDE, Sérgio M. **Materiais e dispositivos eletrônicos**. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2004.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998.

ZARA, R. A.; LEIDI, K. G. Exploração de conceitos sobre a física de semicondutores através da produção de histórias em quadrinhos. **Revista de Enseñanza de la Física**. v. 33, n.2, p. 553-561, 2021.

Anexo - Avaliação

1. Os átomos de certo material homogêneo têm 4 elétrons de valência. À temperatura ambiente:

- a) É um condutor melhor que os metais.
- b) É um isolante melhor do que os não metais.
- c) É melhor condutor que os não metais e pior condutor que os metais.
- d) Pior condutor que os não metais e pior isolante que os metais.

Justificativa da resposta:

2. Em altas temperaturas, um semicondutor intrínseco:

- a) Torna-se um bom condutor de eletricidade.
- b) Comporta-se como um condutor, ou seja, um mau condutor de eletricidade.
- c) Comporta-se como isolante de eletricidade.

Justificativa da resposta:

3. As lacunas em um semicondutor se comportam como:

- a) Partículas eletricamente neutras.
- b) Cargas elétricas negativas.
- c) Cargas elétricas positivas.
- d) Prótons.

Justificativa da resposta:

4. Explique como um elétron livre é gerado em um semicondutor dopando-o com uma impureza do doador.

5. Como é obtido um semicondutor extrínseco tipo p?

6. Em um semicondutor extrínseco do tipo n, quais são os portadores majoritários? Por quê?

7. Se colocarmos duas impurezas doadoras em um semicondutor puro [intrínseco], ele ainda será eletricamente neutro? Justifique sua resposta.

Uma Abordagem Experimental com Foguetes de Garrafa PET utilizando bicarbonato de sódio e vinagre como propelentes: investigando a reação e o desempenho

Ana Carolina Plens²¹

Rodrigo Felipe Raffa²²

1 Introdução

No dia 16 de março de 1926, a história da exploração espacial mudou para sempre quando o professor e cientista americano Robert Goddard realizou o primeiro lançamento bem-sucedido de um foguete com propelente líquido. Embora o voo tenha alcançado apenas 12,5 metros de altura, ele marcou um momento significativo na história da astronáutica, abrindo caminho para a exploração do espaço e transformando para sempre nossa compreensão do universo. Goddard, desde então, é conhecido como o "pai dos foguetes modernos". (SHEARER e VOGT, 2018, p. 5)

Ao longo do tempo, a evolução tecnológica dos foguetes permitiu avanços sem precedentes na exploração espacial, incluindo o lançamento de missões tripuladas à Lua, a colocação de satélites em órbita terrestre para comunicação e monitoramento do planeta, a exploração de regiões cada vez mais distantes do nosso sistema solar por meio de sondas e até mesmo a implantação de Rovers para a exploração de outros planetas. Tais feitos ilustram o potencial inestimável da tecnologia espacial para expandir nosso conhecimento e compreensão do universo.

²¹ Doutora em Engenharia de Produção. Docente do Serviço Social da Indústria - SESI, Itapetininga, SP. *E-mail: ana.plens@sesisp.org.br*

²² Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – UFSCar – campus Sorocaba. Docente do Serviço Social da Indústria - SESI, Itapetininga, SP. *E-mail: rodrigo.raffa@sesisp.org.br*

1.1 A Mostra Brasileira de Foguetes

O fascínio pela exploração espacial tem sido uma fonte de inspiração para muitos jovens estudantes, como evidenciado pelo engajamento entusiasmado de participantes da Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG). Essa olimpíada científica totalmente experimental desafia os alunos a projetar, construir e lançar seus próprios foguetes, incentivando a experimentação e a criatividade em busca de melhores desempenhos, além de poder despertar o interesse por carreiras científicas nas áreas de engenharia, ciência ou tecnologia.

Segundo Canalle (2023), a Mostra é realizada anualmente em qualquer escola pública ou privada que se interesse desde que cadastre um professor representante para orientar os estudantes de suas turmas. Em 2019, mais de 150 mil estudantes participaram da MOBFOG, podendo participar alunos do primeiro ano do ensino fundamental ao terceiro ano do ensino médio, em diferentes níveis. A participação dos alunos é opcional e não há restrição quanto ao número mínimo ou máximo de alunos ou equipes. No entanto, é recomendável que cada equipe seja composta por, no máximo, três alunos.

A Olimpíada tem como objetivo testar a habilidade dos participantes em lançar um foguete de forma oblíqua, buscando atingir a maior distância horizontal possível. A competição envolve o uso de um foguete construído pelos próprios alunos que é lançado a partir de base de lançamento, que também deve ser montada pelos alunos, tudo feito de acordo com o nível deles. O desafio está em estudar e ajustar os parâmetros necessários para que o lançamento atinja o maior alcance.

Embora a Mostra proporcione uma grande oportunidade, é importante considerar que muitas escolas, educadores e alunos podem não ter todo o conhecimento necessário para explorar completamente a ciência por trás dos foguetes. Com isso em mente, gostaríamos de compartilhar um relato experimental que enfoca a reação química no propelente do foguete, a base de bicarbonato de sódio e vinagre, com o objetivo de maximizar os resultados por meio da combinação de teoria e prática. Esperamos que este relato possa ser útil para aqueles que desejam aprender mais sobre foguetes de baixo custo e sua ciência subjacente.

2 Práticas Experimentais com foguetes

2.1 Organização das atividades

Durante dois meses, em uma disciplina do novo ensino médio voltada ao aprofundamento em ciências da natureza, chamada "Práticas Experimentais", os professores de física e química desenvolveram um projeto interdisciplinar com uma turma de 2º ano. O objetivo do projeto foi construir foguetes, combinando teoria e prática, para preparar os estudantes para a participação na Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG), todo o planejamento está descrito na tabela a seguir.

Tabela 1 – Planejamento.

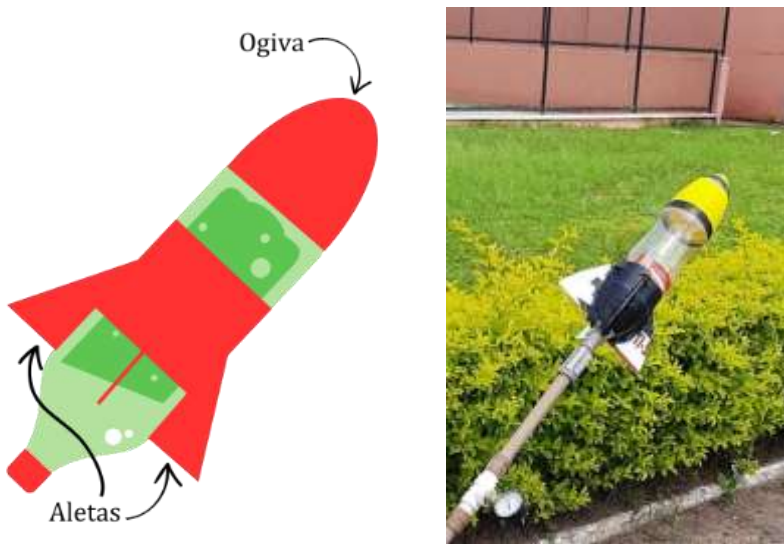
Sem ana	Objetivo Geral	Física	Química	Avaliação
1ª	Ler as regras do edital 2023 da MOBFOG	Planejamento aerodinâmico	Planejamento do propelente	Participação em aula
2ª	Revisão bibliográfica	Pesquisa em artigos científicos	Pesquisa em artigos científicos	Fichamento dos artigos
3ª	Construir o foguete	Construção dos foguetes	Construção dos foguetes	Foguete como produto
4ª	Aula teórica	Física do lançamento oblíquo	Reação química de dupla troca	Exercícios
5ª	Aula teórica	Física do lançamento	Experimentação de neutralização	Participação na aula
6ª	Testes e manutenção	Lançamentos teste	Lançamentos teste	Participação na prática/Diário de bordo
7ª	Testes e manutenção	Lançamentos teste	Lançamentos teste	Participação na prática/Diário de bordo
8ª	Apresentação dos resultados	Escrita do relatório experimental	Escrita do relatório experimental	Entrega do relatório

Fonte: os autores.

2.2 O foguete de garrafa PET

No nível 4 da Mostra, voltado para estudantes do ensino médio, as equipes são desafiadas a construir um foguete utilizando materiais de baixo custo, como garrafas PET, para a fabricação das aletas e ogiva. A Figura 1 apresenta uma representação gráfica do foguete, indicando suas principais partes junto com um modelo real construído nas aulas do projeto.

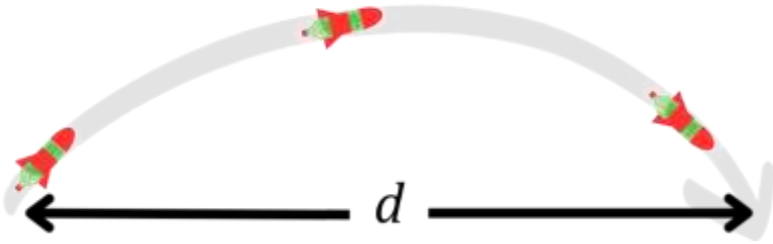
Figura 1: À esquerda, uma representação de um foguete Nível 4 com indicação das aletas e ogiva. À direita, o foguete construído durante as aulas com ogiva fabricada em impressora 3D e aletas de PVC.



Fonte: dos autores

A figura 2 mostra que a medida feita no lançamento é justamente a distância d , referente ao alcance horizontal percorrido pelo foguete em sua trajetória horizontal. Trata-se de uma medida simples de ser realizada, uma vez que depende apenas dos pontos de partida e de queda do projétil, em uma linha reta.

Figura 1: Esquema da trajetória dos foguetes de garrafa PET.



Fonte: Elaborado pelos autores

Considerando o movimento balístico do foguete e aproximando-o a um lançamento oblíquo, no caso de ignorar a influência da resistência do ar, conseguimos modelar as equações do movimento afim de estimar a velocidade do lançamento.

Podemos explicar o processo de lançamento de foguetes utilizando princípios básicos da física. Quando um foguete é lançado, ele utiliza a terceira lei de Newton, que afirma que para toda ação há uma reação igual e oposta. Dessa forma, a força resultante que impulsiona o foguete para cima é gerada pela reação do bicarbonato de sódio com o vinagre, que libera gás carbônico. Como resultado, a força resultante gerada pelo escape do gás carbônico é igual e oposta à força aplicada pelo foguete na direção oposta, como determinado pela terceira lei de Newton, como ilustrado na figura 3.

Figura 3: Momento do lançamento do foguete. À esquerda, segundos antes do disparo. À direita, alguns instantes após o gatilho ser puxado.



Fonte: Clube de Astronomia Centauri de Itapetininga.

Para que isso aconteça, o foguete precisa atingir uma certa pressão interna, que é alcançada por reação química entre o Bicarbonato de Sódio e Vinagre. Quando misturados, o bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e o vinagre (ácido acético, CH_3COOH) reagem para formar dióxido de carbono (CO_2), água (H_2O) e acetato de sódio ($\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$).

Essa reação química é exotérmica, o que significa que ela libera calor. Além disso, é o dióxido de carbono o responsável pelo aumento da pressão interna na garrafa. Essa pressão faz com que o líquido formado na reação seja expulso através do bico da garrafa, que direciona a força na direção oposta à expulsão. A reação química entre Bicarbonato de Sódio e o Vinagre, deve acontecer somente dentro do foguete, e o lançamento deve ser controlado e não espontâneo.

3 Fatores que Influenciam a Reação

O que determina a ocorrência das reações de modo instantâneo ou não é a velocidade da reação. A velocidade média (v_m) relaciona a quantidade de matéria consumida (Δn_{reag}) ou formada (Δn_{prod}), em função do tempo de reação, obtendo-se matematicamente a expressão:

$$v_m = -\frac{\Delta n_{reag}}{\Delta t} = \frac{\Delta n_{prod}}{\Delta t}$$

Sendo assim, nota-se que, para o cálculo da velocidade em função dos reagentes, existe a indicação negativa na equação, uma vez que a matéria do reagente é consumida para a formação do produto [P]. Logo, a concentração dos componentes varia em função do consumo e formação dos reagentes [R], podendo ser demonstrada graficamente.

À medida que os reagentes são consumidos e os produtos formados, a velocidade da reação diminui. Logo, é possível notar que fatores podem afetar diretamente a velocidade da reação, sendo eles a concentração dos reagentes, a temperatura do sistema, a superfície de contato e a presença de catalisador.

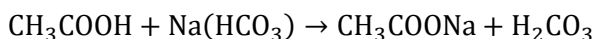
Figura 4: Gráficos de concentração em função do tempo



Fonte: Atkins, Jones e Laverman (2018).

Identifica-se que a concentração dos reagentes interfere diretamente na velocidade da reação e no tempo que ela ocorre, sendo esse um dos fatores que alteram a velocidade dela. Além disso, a Teoria das Colisões sugere que, para que a reação ocorra, é necessário haver afinidade entre os reagentes e contato apropriado entre eles. Nesse contexto, o aumento da temperatura faz que com que as moléculas do sistema adquiram maior energia, movimentando-se mais, resultando em maiores choques entre as moléculas propiciando aumento da velocidade de reação.

Ainda nesse sentido, a reagentes com maiores superfícies de contato, propiciam maiores áreas de interação, resultando em velocidades maiores de reação. Logo, esses fatores foram os mais explorados em laboratório para interpretação dos fatores internos e externos que poderiam ser alterados para a execução de experimentos com bicarbonato e com ácido acético. No entanto, para que todas as premissas sejam atendidas, faz-se necessária atenção para a estequiometria da reação de modo a manter as proporções requeridas para que a reação ocorra na sua idealidade. A reação entre os reagentes é apresentada a seguir:



Observa-se que para que ocorra a reação entre o ácido acético e o bicarbonato de sódio é necessário a presença de 1 mol de cada espécie na reação. Logo, se a concentração de algum dos reagentes for alterada, faz-se necessário estimar a massa requerido do outro reagente para que a reação ocorra com maior rendimento possível. Quanto aos demais fatores, o estado físico e a temperatura irão propiciar a intercorrência dos demais fenômenos apontados como fatores que alteram a velocidade da reação.

4 Discussão

O experimento de lançamento de foguetes de garrafa PET utilizando bicarbonato de sódio e vinagre como propelentes é um exemplo prático da aplicação dos princípios básicos de física e química. O bicarbonato de sódio reage com o vinagre, liberando dióxido de carbono na forma de gás. A pressão gerada pelo gás é o que impulsiona o foguete para cima. A reação química que ocorre entre o bicarbonato de sódio e o vinagre é uma reação de neutralização ácido-base, em que o ácido acético presente no vinagre reage com o bicarbonato de sódio, produzindo gás carbônico, água e acetato de sódio. A velocidade de uma reação química é influenciada por diversos fatores, tais como a temperatura, a superfície de contato e a concentração dos reagentes.

Ao aumentar a temperatura, a energia cinética das moléculas dos reagentes aumenta, o que resulta em uma maior frequência de colisões efetivas entre elas e, conseqüentemente, em uma maior velocidade da reação química. Aumentar a superfície de contato entre os reagentes e aumentar a concentração dos reagentes também resulta em uma maior frequência de colisões entre as moléculas, o que acelera a reação química. A compreensão desses fatores é importante tanto para o estudo teórico da cinética química quanto para a otimização dos testes nos lançamentos de foguetes.

Durante o experimento, foi observada uma diferença visual na variação do volume entre uma garrafa PET comum e garrafas PET retornáveis, cuja parede plástica é mais espessa. Essa diferença pode ser explicada pela relação entre a pressão interna da garrafa e a resistência da parede plástica. A pressão interna da garrafa PET aumenta à medida que o gás carbônico é liberado pela reação química entre o bicarbonato

de sódio e o vinagre. Essa pressão tende a expandir as paredes da garrafa, gerando um aumento no seu volume. No entanto, a resistência da parede plástica da garrafa pode limitar essa expansão, fazendo com que o volume aumente em uma menor proporção. No caso das garrafas PET retornáveis, a parede plástica é mais espessa e resistente, o que pode limitar ainda mais a expansão do volume em relação à garrafa PET comum. Isso pode ser facilmente observado visualmente, já que a deformação da garrafa PET retornável é menos evidente em comparação com a garrafa PET comum.

5 Conclusão

A partir de uma abordagem experimental com foguetes de garrafa PET utilizando bicarbonato de sódio e vinagre como propelentes, foi possível explorar diversos conceitos físicos e químicos que influenciam no desempenho do foguete. Essa abordagem ofereceu uma oportunidade para os estudantes desenvolverem o pensamento científico e reflexões sobre conceitos que estão presentes no cotidiano. Ao contrário da abordagem de tentativa e erro comum em experimentos caseiros, a proposta experimental permitiu uma análise mais detalhada dos fatores que influenciam no desempenho do foguete, promovendo uma reflexão mais profunda sobre a relação entre a concentração do bicarbonato de sódio e vinagre, a superfície de contato e a temperatura.

Referências

ATKINS, Peter; JONES, Loretta; LAVERMAN, Leroy. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. Porto Alegre: Bookman, 2018.

CANALLE, J. B. Olimpíada Brasileira de Astronomia. Disponível em <http://www.oba.org.br>. Acessado em: 29 mar. 2023.

SHEARER, Deborah A.; VOGT, Gregory L. **Rockets: Educator's Guide with Activities in Science, Technology, Engineering and Mathematics**. National Aeronautics and Space Administration (NASA), 2008.

Inovações e Práticas na Construção Civil para Cidades mais Inteligentes

Anderson Bezerra da Silva²³

Antônio Celso de Souza Júnior²⁴

Dara Meira da Costa²⁵

João Alexandre Paschoalin Filho²⁶

Joana Paula Ribeiro Machado²⁷

Micaelle da Paixão Barbosa Scaramai²⁸

Rogério Santino Barboza²⁹

1. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável e a Construção Civil

No ano de 2015, houve a conferência da ONU (Organização das Nações Unidas), em Nova York, quando foi elaborada a Agenda 2030

²³ Mestre em Cidades Inteligentes e Sustentáveis. Pesquisador da Universidade Nove de Julho/SP.

²⁴ Mestre em Cidades Inteligentes e Sustentáveis. Pesquisador da Universidade Nove de Julho/SP.

²⁵ Mestre em Cidades Inteligentes e Sustentáveis. Pesquisador da Universidade Nove de Julho/SP.

²⁶ Professor Doutor do Programa de Mestrado em Cidades Inteligentes e Sustentáveis da Universidade Nove de Julho/SP. E-mail: paschoalinfilho@yahoo.com.

²⁷ Professora da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Portugal.

²⁸ Mestre em Cidades Inteligentes e Sustentáveis. Pesquisador da Universidade Nove de Julho/SP.

²⁹ Mestre em Cidades Inteligentes e Sustentáveis. Pesquisador da Universidade Nove de Julho/SP.

Matemática, Ciências & outras reflexões

para o Desenvolvimento Sustentável, visando ao estabelecimento de metas como a erradicação da pobreza, bem-estar para todos, direito à água potável, proteção ao meio ambiente, etc. A conferência resultou na criação dos dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), apresentados na Figura 1.

Figura 1. 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).



Fonte: Disponível: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso: 05 abr. 2023.

O ODS 11 aspira tornar as cidades e comunidades mais sustentáveis e reduzir os impactos ambientais negativos causados pelas cidades. O ODS 12 visa promover a produção e o consumo sustentáveis, bem como reduzir a exploração de recursos naturais não renováveis.

O Quadro 1 descreve como a construção civil pode contribuir com a construção de cidades mais sustentáveis, tendo em vista os ODS.

Matemática, Ciências & outras reflexões

Quadro 1. Contribuições da construção Civil para os ODS.

ODS	Descrição	Contribuições da Construção Civil
1	Erradicação da pobreza	Fomentar os negócios sociais, negócios verdes, solidários e a economia inclusiva.
2	Fome Zero e Agricultura Sustentável	Implantar restaurantes populares (de baixo preço)
3	Saúde e Bem-Estar	Criar espaços para as mulheres amamentarem seus filhos. / Realizar programas de acesso à água potável para populações carentes.
4	Educação de Qualidade	Construir e manter bibliotecas, videotecas ou brinquedotecas em comunidades, escolas ou organizações sociais.
5	Igualdade de Gênero	Criar oportunidades de inserção da mão-de-obra feminina em atividades alternativas consideradas masculinas.
6	Água Potável e Saneamento	Calcular a Pegada Hídrica de produtos e serviços para uma escolha consciente, principalmente pensando na ideia de rejeitar. / Preservar ou revitalizar todo o sistema hídrico (rios e nascentes). / Recuperar as matas ciliares de rios e de nascentes, ampliando áreas de Preservação Permanente (APPs).
7	Energia Acessível e Limpa	Melhorar a eficiência energética. / Promover sensibilização sobre meio ambiente e a importância do papel de cada um. / Dimensionar corretamente os cabos e fios para os equipamentos. / Analisar o contrato de fornecimento com a concessionária de distribuição.
8	Trabalho Decente e Crescimento Econômico.	Implantar distritos industriais nos municípios. / Colaborar com políticas públicas que promovam o emprego. / Criar condições e locais de trabalho para os imigrantes africanos, bolivianos, libaneses, haitianos e outros povos.
9	Indústria, Inovação e Infraestrutura	Reduzir os desperdícios no processo produtivo. / Construir com materiais com tempo de vida elevado. / Investir na infraestrutura do município. / Recuperar as estradas dos municípios.

Matemática, Ciências & outras reflexões

ODS	Descrição	Contribuições da Construção Civil
10	Redução da Desigualdades	Desenvolver pesquisas e estudos sobre a realidade social. / Investir na infraestrutura das periferias. / Recuperar as estradas do seu município.
11	Cidades e Comunidades Sustentáveis	Disseminar o Estatuto das Cidades e o Plano Diretor do município. / Colaborar com a construção de novas unidades da empresa em municípios de baixo IDH. / Implantar a melhoria da infraestrutura das regiões metropolitanas.
12	Consumo e Produção Responsáveis	Reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reutilização. / Implantar a logística reversa nas cidades.
13	Ação Contra a Mudança Global do Clima	Reduzir o consumo de produtos poluentes. / Cumprir com as leis ambientais (Código Florestal, PNRS, PNRH) em todas as obras. / Realizar o controle da emissão de gás carbônico, metano e óxido nitroso, e outros gases poluentes.
14	Vida na Água	Corroborar para instalação de residências na rede de saneamento pública. / Implantar melhorias no saneamento das cidades.
15	Vida Terrestre	Plantar árvores nas beiras dos rios. / Fomentar a compra de matérias-primas certificadas nas obras/construções. / Implantar projetos para a redução da desertificação e a degradação dos solos. / Reduzir a geração de resíduos.
16	Paz, Justiça e Instituições Eficazes.	Apoiar o funcionamento, construção ou instalação de um Centro de Ação Voluntária nas cidades.
17	Parcerias e Meios de Implementação	Elaborar projetos sociais e ir atrás de fontes de financiamento coletivo. / Buscar recursos para capacitação, tecnologia e outros investimentos para o desenvolvimento local sustentável.

Fonte: Adaptado de <https://institutonacaodevalor.org.br/sugestoes-de-acao-para-cada-um-dos-objetivos/>.

Matemática, Ciências & outras reflexões

Todavia, destaca-se que, para que qualquer ação ou iniciativa seja realmente considerada sustentável, esta deverá estar apoiada no conceito do “Triple Botton Line”, o qual é demonstrado na Figura 2.

Figura 2. Dimensões da Sustentabilidade



Fonte: Barbieri *et al.* (2010)

A dimensão econômica está ligada a obtenção de lucro para as empresas, gerando vantagem competitiva; a dimensão ambiental se preocupa com os impactos ambientais devido ao uso dos recursos naturais e emissão de poluentes pelas empresas, e a dimensão social se preocupa com os impactos na população como a geração de empregos, a inclusão social, a erradicação da pobreza, entre outros (BARBIERI *et al.*, 2010).

A ecoeficiência é o termo utilizado para representar a intersecção entre a dimensão econômica e a dimensão ambiental, ou seja, são inovações que diminuem a quantidade de materiais e de energia, aumentando a vida útil dos produtos, assim, mitigando a quantidade de substâncias tóxicas. Todavia, para que a inovação ecoeficiente seja considerada sustentável, deve-se considerar a dimensão social (BARBIERI *et al.*, 2010).

2. Impactos urbanos influenciados pela construção civil

No Brasil, entre julho de 2020 e agosto de 2021, o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) apontou o crescimento de 211,8 milhões para 213,3 milhões de habitantes no Brasil. Deste total, 40% da população brasileira ocupa a região Sudeste do país. Este crescimento populacional gera problemas relacionados ao meio ambiente, tais como: emissões de gases de efeito estufa, produção de resíduos sólidos urbanos (parte dos quais resultantes da construção civil), além de transtornos de deslocamentos causados pelo tráfego intenso de veículos automotores.

Com o crescimento das cidades e a falta de planejamento urbano, ocorre também o aumento das necessidades de infraestrutura, bem como a maior demanda por serviços, habitação, trabalho, lazer, cultura, segurança, saúde, educação, comunicação, mobilidade urbana etc. Dessa forma, tornar as cidades mais atrativas, receptivas, deixando os espaços públicos mais democráticos e acessíveis a todos, criar e propor novas formas de interação entre o urbano e a sociedade, o uso sustentável dos espaços públicos, facilitar a mobilidade, propiciar uma melhor qualidade de vida às pessoas são tarefas importantes para qualquer gestor público.

De acordo com Motta e Aguilar (2009), a construção civil é responsável pela emissão de 40% dos poluentes na atmosfera. Entretanto, além das questões climáticas, as atividades ligadas à execução de obras também têm como consequência a geração dos resíduos da construção civil (RCC), os quais são decorrentes dos processos de construção nos canteiros de obras, reformas ou demolições, partindo da produção da edificação até a concepção e entrega final do empreendimento.

A deposição indevida dos resíduos de construção civil nas cidades tornou-se um grande problema ambiental, visto que boa parte desses resíduos acaba se acumulando em pontos irregulares com difícil acesso das empresas públicas que coletam os resíduos diariamente. Desta forma, o acúmulo deste passivo gera a presença de insetos e de roedores, contribuindo para o desenvolvimento de doenças infecciosas para aqueles que passam ou residem nas áreas próximas a estes descartes irregulares.

Dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) relatam no ano de 2020 a

coleta de cerca de 47 milhões de toneladas de RCC, representando um crescimento de 5,5% em relação ao ano anterior. Com este número, a quantidade de resíduos gerados por cada brasileiro foi em média de 221,2 kg por habitante/ano no Brasil (ABRELPE, 2021).

Dentre as formas de poluição ambiental nos grandes centros, segundo Gehl (2013), pode-se destacar aquela causada pelos ruídos excessivos causados pelas atividades cotidianas nos centros urbanos (tráfego, atividades comerciais e industriais etc.). Segundo autor, este é um problema que tende a se agravar com o crescimento acelerado e desordenado das cidades.

A poluição sonora está relacionada ao adensamento das cidades à utilização intensiva de veículos e à ocupação desordenada do solo. Neste contexto, a poluição sonora se caracteriza como um tema que merece uma análise mais profunda, visto que ela também afeta a qualidade de vida das pessoas.

O aumento de ruídos urbanos desperta preocupação em relação à saúde pública. Contudo, por se tratar de uma poluição não visível, o tema é pouco explorado no contexto das poluições existentes em cidades. Consequentemente, a poluição sonora pode ocasionar problemas graves de saúde, tanto físicos quanto fisiológicos e psicológicos. (SOUZA; PASQUALETTO, 2005).

As principais fontes causadoras do ruído urbano, estão distribuídas em cinco principais fontes geradoras:

- Fontes estacionárias: equipamentos urbanos (discotecas, restaurantes), construção civil, fábricas etc.;
- Fontes que provêm do tráfego ferroviário: trens de passageiro, trens de carga, trens de metrô, trens de subúrbios etc.;
- Fontes provenientes de aeronaves em sobrevoo às áreas habitadas: aeronaves de passageiro com propulsão a turbo-hélice, aeronave de passageiro com propulsão a reação, aeronaves militares, aeronaves de pequeno porte, helicópteros;
- Fontes de ruído que compõem o tráfego viário: automóveis, utilitários, motocicletas, ônibus, caminhões, etc.;
- Fontes produzidas pelo homem: diálogos, esportes, etc.;

Neste contexto, torna-se fundamental a implementação de medidas mitigadoras de poluição sonora nas cidades, no intuito de atenuar os ruídos gerados. Dentre as medidas, podem ser citadas: a manutenção dos veículos e incentivos da própria indústria automobilística com tecnologia voltadas à diminuição de ruídos dos motores, o controle da propagação e atenuação dos ruídos por meio de medidas de planejamento urbano nas principais vias arteriais e coletoras, a partir de implementação de barreiras acústicas colocadas estrategicamente em locais com alto fluxo de veículos.

3. O tráfego de veículos nas cidades e a inteligência artificial

Com uma frota de veículos em ascensão, conforme demonstra o IBGE (2022), a frota brasileira, que em 2006 era de 45.029.257 veículos, em 2021 passou a ser de 111.446.870 veículos, ou seja, um aumento de aproximadamente 45%, causando problemas nos centros urbanos do país.

Alguns dos problemas relacionados ao trânsito urbano de pedestres e de veículos podem ser agrupados resumidamente em: acidentes e congestionamentos. Os acidentes de trânsito envolvendo apenas pedestres, segundo o site da *World Health Organization* (WHO) — “Death on the roads”, somaram mundialmente 311.614 óbitos em 2018, ou seja, aproximadamente um óbito a cada um minuto e quarenta e um segundos (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2018). No Brasil, no mesmo período, foram 38.651 óbitos registrados no “Global Status Report on Road Safety 2018”, também elaborado pela Organização Mundial da Saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2018). Em 2021, a publicação do “Road Safety Annual Report 2021”, relatou que, por conta da pandemia de Covid-19, houve uma queda de aproximadamente 23,4% nos óbitos em relação aos acidentes de trânsito ocorridos em 2020, que somavam 79.545 óbitos nos 34 países estudados. (INTERNATIONAL TRANSPORT FORUM, 2022)

A cidade de São Paulo já registrou, em um único dia, 1000 km de vias paradas em março de 2023. Todavia este não consiste no único exemplo de mega congestionamento e, pelo mundo, existem cidades com problemas similares, como: Pequim (na China), Bethel, Chicago e Nova

York (nos Estados Unidos), Berlim (na Alemanha), Estrada Lyon-Paris (na França), Moscou (na Rússia) e Tóquio (no Japão) (FORBES, 2017).

Com base apenas nas informações anteriores, e desconsiderando os números das internações com sobreviventes decorrentes das mesmas causas, e de outros fatores indiretamente impactados por estes dois problemas (acidentes e congestionamentos), pressupõe-se que haja alternativas de propostas de soluções, entre elas, as tecnologias baseadas em visão computacional se destacam. Besl e Jain (1985) afirmam que o objetivo principal da pesquisa em visão computacional é demonstrar uma capacidade visual semelhante ao ser humano, fazendo a máquina “sentir” o ambiente em seu campo de visão, compreender o que está sendo sentido e realizar ações apropriadas por programas computacionais. Para Fu *et al.* (1987), a visão computacional é um dos ramos da inteligência artificial que estuda o processamento de imagens reais por um computador. Investigando recursos para capacitar às máquinas a capacidade de interpretar visualmente informações, ou seja, enxergar. Para Wangehein (2005), a visão por computador é responsável pelo desenvolvimento dos métodos e teorias, os quais são destinados de forma automática extrair informações a partir de imagens. Imitando assim o comportamento humano de reconhecer as imagens e tudo o que as envolve, além de tomar decisões com base nisso; assim trabalhando com modelagem e replicação da visão biológica por meio de hardwares e softwares.

Um exemplo da utilização de visão computacional no Brasil é a detecção de veículos em vias públicas, como laço virtual de detecção de tráfego, descrito como um sistema que consiste em sobrepor zonas de detecção em posições adequadas, sobre a imagem da via monitorada e à medida que os veículos percorrem a via cruzando essas zonas, ativadas pela mudança do padrão da imagem e resultando então na detecção dos veículos.

4. O advento da Engenharia 4.0

A indústria 4.0 contribuiu para as tecnologias serem aplicadas a todos os segmentos industriais, reduzindo custos e aumentando ritmos de produção sem que houvesse impactos negativos na qualidade do produto entregue. Os profissionais de engenharia civil podem se beneficiar das

ferramentas tecnológicas disponibilizadas pela indústria 4.0, para planejar e desenvolver atividades na indústria da construção civil (SOUZA, 2019).

A construção civil tem utilizado, gradativamente, ferramentas e recursos que permitem automatizar e controlar processos, além de utilizar metadados de clientes para formação de uma rede de produção mais complexa (MIYASAKA *et al.*, 2018).

Existe uma expectativa de que no futuro será possível automatizar todo o canteiro de obras, utilizando ferramentas BIM, drones, robôs para executar trabalhos braçais, realidade aumentada. Entretanto, sem a Internet das Coisas (em inglês, *Internet of Things*, doravante IoT), o canteiro de obra totalmente automatizado é uma ideia distante, ao ser a IoT que permite a comunicação e o gerenciamento de informações entre objetos do mundo físico e do mundo virtual, reduzindo o uso do papel e se aproximando da utilização de inteligência artificial (JANCHIKOSKI *et al.*, 2022).

Como exemplos de tecnologias utilizadas pela construção civil, podem ser citados as seguintes:

- BIM (*Building Information Modeling*): apesar de o custo de um projeto feito com softwares BIM ser superior ao de projetos feitos com softwares 2D, a sua utilização reduz os riscos dos erros de execução e possibilita identificar possíveis problemas antes do início da execução da obra (JANCHIKOSKI *et al.*, 2022);
- Drones: Os drones têm sido amplamente utilizado na construção civil, para realização de inspeções em lugares de difícil acesso, para realização de levantamentos topográficos e para acompanhamento de obras;
- Realidade virtual: através da utilização da realidade virtual, é possível realizar treinamentos das equipes antes que elas sejam enviadas para campo, auxiliando na capacitação da mão de obra e na diminuição de acidentes.

A tecnologia IoT permite a integração de sensores nos EPIs utilizados pelos trabalhadores. Um exemplo dessa aplicação são os

coletes desenvolvidos pela VirgiaTech, que enviam sinais para os equipamentos (escavadeiras, motoniveladores, rolos compactadores etc.), alertando sobre a presença do usuário próximo à máquina, auxiliando dessa forma a redução de acidentes como atropelamentos em obras (BARDUCO; CONSTÂNCIO, 2019).

5. Gestão de projetos para cidades mais eficientes

Os projetos formam a conexão inicial de um conjunto de etapas consecutivas da indústria da construção civil, sendo neste processo realizados a concepção e o desenvolvimento necessário que possibilitam estudos de alternativas, tecnologias, inserções e racionalização dos processos produtivos e construtivos.

Ainda que o projeto seja uma fase de grande importância na construção civil, este ainda é considerado um dos grandes obstáculos que influenciam a evolução do setor, tornando evidente a necessidade de um melhor controle de qualidade em sua elaboração (SOUZA *et al.*, 1997).

As causas que geram o baixo desempenho dos projetos vêm sendo discutidas há anos por diversos autores. Segundo Formoso et al (2017), apesar da fase do projeto equivaler a menos de 10% dos custos da construção, ela exerce grande influência na qualidade do produto e custos gerais.

Segundo Andery, Campos e Arantes (1995), a necessidade do controle de qualidade dos projetos é entendida como sendo essencial para a entrega do produto. Quando a elaboração de projetos é pouco valorizada, o produto entregue gera obras com diversos erros e lacunas, causando perdas de eficiência na execução, bem como prejuízos. Isso é comprovado pelo alto índice de aditivos quando se fala de obras públicas e patologias encontradas nas construções de forma geral. Justen Filho (2015) evidencia a necessidade de eficiência no uso de recursos públicos, de forma que o gestor possa trazer soluções assertivas e adequadas à sociedade.

A falta do gerenciamento da qualidade em projetos públicos gera obras com custos acima do previsto e prazos ampliados. Vale ressaltar que falhas em projetos básicos têm impacto direto no processo de licitação ou na execução da obra, por serem etapas preliminares as fases citadas.

Matemática, Ciências & outras reflexões

É fato que a qualidade de obras públicas é fundamental para aplicação de investimentos adequados, garantindo a satisfação das demandas sociais. Dessa forma, é importante, por meio do controle adequado, gerenciar os projetos de forma que estes se apoiem no tripé da sustentabilidade, ou seja, visando atingir as dimensões econômicas, ambientais e sociais.

Estima-se que no período de 2019 a 2020, 33,7% das obras executadas nos parques municipais da cidade de São Paulo tiveram seus custos aumentados devido à insuficiência de informações no projeto básico contratado, segundo dados levantados pela equipe técnica da divisão de implantação, projetos e obras.

Diante desse contexto, evidencia-se a necessidade de um melhor controle da qualidade dos projetos a fim de otimizar as análises e compatibilizações, evitando retrabalhos e melhorando a padronização das análises, visando o uso eficiente dos recursos públicos.

Destaca-se que, no processo de gerenciamento da qualidade de projetos, pode-se por meio da utilização de uma ferramenta padronizada, minimizar perdas, bem como aperfeiçoar os processos de análises, gerando benefícios aos envolvidos e sociedade. Dessa forma, será possível ofertar e avaliar propostas de mudanças, que viabilizem a tomada de decisão pelos gestores, a fim de otimizar e melhorar a qualidade nas análises de projetos executados e contratados, garantindo ações mais eficientes e adequadas.

Referências

ANDERY, P. R.; CAMPOS, C.; ARANTES, E. M. Desenvolvimento de um termo de referência para o gerenciamento de projetos integrados em uma instituição pública. **Gestão & tecnologia de projetos**, v.7, n.1, p. 38–61, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2021**. São Paulo, 2021.

BARBIERI, J. C.; VASCONCELOS, I. F. G.; ANDREASSI, T.; VASCONCELOS, F. C. Inovação e sustentabilidade: novos modelos e

proposições. **Revista de Administração de Empresas**, v. 50, n. 2, p. 146-154, 2010.

BARDUCCO, A. P. S.; CONSTÂNCIO, B. M. **Indústria 4.0**: tecnologias emergentes no cenário da construção civil e suas aplicabilidades. Monografia Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina, 68f., 2019.

BESL, P. J.; JAIN, R. C. Three-dimensional object recognition. **ACM Computing Surveys**, Michigan, v.17, n. 1, p. 75-145, 1985.

FORBES. Relembre os 10 piores congestionamentos - Forbes. **Forbes Brasil**, 15 março 2017. Disponível em: <https://forbes.com.br/listas/2017/03/10-piores-congestionamentos-da-historia/>. Acesso em: 01 set. 2022.

FORMOSO, C. T. *et al.* An exploratory study on the measurement and analysis of making-do in construction sites. *In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 19, 2011, lima. Proceedings. Lima. 2011.

FU, K. S. *et al.* Sensing. *In: Robotics: control, sensing, vision and intelligence*. São Paulo: McGraw-Hill Book, p. 266-295, 1987.

GEHL, J. **Cidades para pessoas**. 2 ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html>. Acesso em: 06 abr. 2023.

INTERNATIONAL TRANSPORT FORUM. ITF. **International Transport Forum**, 2022. Disponível em: <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/irtad-road-safety-annual-report-2021.pdf>. Acesso em: 5 out. 2022.

JANCHIKOSKI, F. R. *et al.* Otimização computacional para o desenvolvimento de projetos sustentáveis em BIM: uma revisão sistemática de literatura. **Caderno PAIC**, v. 23, n. 1, p. 407-424, 2022.

JUSTEN FILHO, M. **Curso de direito administrativo**. 11ª ed.. Itu: RT, 2015.

MOTTA, S.F.R.; AGUILAR, M.T.P. Sustentabilidade e processos de projetos de edificações. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 4, n. 1, p. 88-123, 2009.

MIYASAKA, E. L. *et al.* Industry 4.0 and the civil construction in Brazil. **In: Congresso Brasileiro da Sociedade Iberoamericana de Gráfica Digital**, XXII, São Carlos, 2018.

SOUZA, C. D. F *et al.* A Engenharia Civil no Planejamento e Desenvolvimento da Indústria 4.0, **RECIEC-Revista Científica de Engenharia Civil**, v. 2, n. 02, p. 116-133, 2019.

SOUZA, R. *et al.* **Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras**. São Paulo: PINI, 247 p, 1997.

SOUZA, L. C. E.; PASQUALETTO, A. **Poluição sonora causada pelo fluxo de veículos automotores em Goiânia**. Universidade Católica de Goiás. Goiânia, 2005.

WANGENHEIM, A.V. **Visão Computacional**. São Carlos: [s.n.]. 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global Status Report On Road Safety**. 20p, 2018.

Percepções de estudantes sobre o Ensino Médio integrado e o componente curricular Educação Física no Instituto Federal de São Paulo no período que antecedeu a implementação da reforma do Ensino Médio

Valentina Piragibe³⁰

Introdução

A despeito dos esforços na busca por uma formação omnilateral como um dos objetivos dos Institutos Federais de Educação desde sua criação (FRIGOTTO, 2018), de uma Educação Física que seja engajada com a formação humana dos estudantes e que perpassasse as dimensões do ensino, da pesquisa e da extensão nessa Rede (ANDREANI, 2018), a contrarreforma do Ensino Médio brasileiro, conforme Lei 13.415/2017 (BRASIL, 2017) determinou que as únicas disciplinas obrigatórias nos três anos dessa etapa são Língua Portuguesa e Matemática. A Educação Física deixa de ser compreendida como disciplina e aparece apenas como “estudos e práticas”.

O Instituto Federal de São Paulo (IFSP) iniciou a adaptação a esta contrarreforma mediante a edição da resolução n. 163, de 28 de novembro de 2017 (IFSP, 2017) que limitou a carga horária referente à formação geral dos cursos técnicos integrados, passando das 2.600 horas para 2.000 horas.

Ao impor tal redução na carga horária, a reitoria do IFSP ignorou de forma arbitrária, a resolução no. 148/2016 do IFSP (IFSP, 2016) que aprovou a obrigatoriedade das disciplinas de Artes, Filosofia, Sociologia

30 Mestre em Pedagogia do Movimento Humano. Docente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - IFSP - Câmpus Bragança Paulista. E-mail: valentina@ifsp.edu.br

e Educação Física na composição do Currículo de seus Cursos Técnicos Integrados ao Médio, e a resolução n. 163/2017 do IFSP (IFSP, 2017), que trata das diretrizes para os Cursos Técnicos de Nível Médio na forma integrada ao Ensino Médio do IFSP, que, em seu artigo no. 17, afirma que os componentes e conteúdos curriculares obrigatórios que compõem a Formação Geral deverão ser desenvolvidos em todos os anos do Ensino Médio.

A partir de 2023, os cursos ofertados pelo IFSP serão orientados por novos Projetos Políticos Pedagógicos (PPC), elaborados de forma a atender os Currículos de Referência (CR), conforme Instrução Normativa n.2/2019 (IFSP, 2019). Os CR são estruturados a partir de conhecimentos essenciais e de conhecimentos potencialmente integradores de cada disciplina, do núcleo comum ou do técnico, construídos a partir da contribuição de docentes dos *campi* do IFSP, das análises e das sugestões de assessores e de consultores em currículo, além de contribuições da sociedade por meio de consultas públicas.

Mas e os estudantes? Ainda que se possa argumentar que a participação estudantil ocorreu por meio de suas representações nos diversos órgãos colegiados do IFSP, tem-se a impressão de que o debate sobre o CR junto aos discentes necessita de maior profundidade. Nesse contexto, procurou-se levantar o que os estudantes do *campus* Bragança Paulista pensam sobre o ensino técnico integrado ao Ensino Médio, sobre a reforma do Ensino Médio e a Educação Física.

2. Justificativa

Os estudantes são os maiores atingidos pela reforma do Ensino Médio. Assim, conhecer suas narrativas enriquece o debate sobre as modificações que estão em andamento, no sentido de se construir um Ensino Médio que leve em consideração as expectativas dos seus principais atores, e não somente as necessidades imediatas do mercado de trabalho ou as restrições orçamentárias do governo de plantão.

Objetivos

Objetivo geral

Apresentar as percepções e as expectativas de estudantes sobre o Ensino Médio integrado e o componente curricular Educação Física no

Matemática, Ciências & outras reflexões

Instituto Federal de São Paulo, *campus* Bragança Paulista, no período que antecedeu a implementação da reforma do Ensino Médio.

Objetivos específicos

- ✓ Identificar o que precisava ser melhorado no curso naquele momento;
- ✓ Investigar como acontecia a formação para o trabalho e a formação geral;
- ✓ Registrar como ocorria a integração entre a formação geral e formação profissional e a interdisciplinaridade;
- ✓ Compreender a visão dos participantes sobre a reforma do Ensino Médio;
- ✓ Identificar a visão dos participantes sobre a utilização dos espaços físicos do *campus*;
- ✓ Identificar o que os alunos estudaram nas aulas de Educação Física do Instituto Federal de São Paulo *campus* Bragança Paulista;
- ✓ Identificar qual a contribuição das aulas de Educação Física do Instituto Federal de São Paulo *campus* Bragança Paulista para a formação desses estudantes.

Metodologia

Coleta de dados

Foram utilizados um questionário e o grupo focal. Por meio do questionário, colhemos informações sobre o perfil dos educandos. Por meio do grupo focal, investigamos as percepções dos estudantes sobre o Ensino Médio integrado e a Educação Física. Houve bastante interesse de participação por parte dos discentes e, por esse motivo, formamos três grupos focais para que cada um ficasse com um número restrito de participantes.

Cada grupo focal reuniu-se por dois dias para que houvesse tempo suficiente para abordar os assuntos elencados e possíveis temas

não previstos. Para o desenvolvimento dos grupos focais, utilizamos os critérios sugeridos por Gomes e Barbosa (1999).

Foram convidados a participar os estudantes matriculados nos terceiros anos dos cursos de Ensino Médio Integrado ao Técnico do IFSP *campus* Bragança Paulista. Isto porque estavam há mais tempo no *campus* em relação aos estudantes dos primeiros e segundos anos, tendo passado por diversas disciplinas e por situações de convivência.

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do IFSP.

Ao longo do texto, os trechos que aparecem com aspas sem identificação de autoria referem-se a excertos extraídos das falas dos participantes durante os grupos focais.

Análise dos dados

Utilizou-se o método de Análise de Conteúdo de Triviños (1987), que é composto por transcrição, organização das ideias principais, elaboração de inferências e construção de indicadores.

Os indicadores criados foram: (1) Motivações dos estudantes para cursarem o ensino técnico integrado ao médio; (2) Ambiente que potencializa as experiências positivas; (3) Estresse; (4) A reforma do Ensino Médio; (5) Sugestões para o currículo; (6) O que pode ser melhorado; (7) Sobre a Educação Física.

Motivações dos estudantes para cursarem o ensino técnico integrado ao médio

Os estudantes têm diferentes objetivos que os levam a cursar o ensino técnico integrado ao Ensino Médio. Há aqueles que desejam cursar o técnico integrado para exercerem a profissão assim que terminarem o curso e ainda seguirem na mesma área no ensino superior: “O meu objetivo é fazer curso superior na área de informática mesmo e se possível eu quero exercer já nesse período o técnico em informática que é o que eu fiz aqui.”

Já outros pretendem seguir a formação superior em outras áreas, como Medicina, Farmácia e Psicologia, e afirmam que estudaram o

Matemática, Ciências & outras reflexões

Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio porque possibilita desenvolver o raciocínio lógico.

Há também o estudante que escolheu o Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio porque queria estudar no Instituto Federal e não conhecia a fundo os outros dois cursos técnicos integrados oferecidos pelo *campus*.

Um aluno colocou como critério para escolha do curso o fato de considerar sua formação anterior fraca para arriscar prosseguir os estudos em outras áreas: “É na hora de escolher o curso a gente tem que considerar a nossa própria falha; então, eu olhei a grade do primeiro ano de informática e, por exemplo, eu tenho muita dificuldade em matemática. Vou evitar a matemática. Para mim é horrível ter essa dificuldade.”

Uma motivação para estudarem no Instituto Federal que apareceu na fala de diferentes alunos é a boa formação geral: “Você quer continuar o curso técnico ou fazer só o Ensino Médio? Se houvesse essa opção, eu não sei se eu escolheria o ensino técnico, porque eu acho que o Ensino Médio muito bom para passar numa universidade. Ensino Médio e ensino técnico, você tem que saber conciliar as duas coisas.” “Se tivesse outra opção, como fazer o Ensino Médio e, quando chegassem as aulas técnicas eu iria embora ou ficaria só para estudar.” “Eu percebo na minha turma que a pessoa vai em todas as aulas do Ensino Médio e dificilmente aparece ou demonstra interesse pelo ensino técnico.” “Quando eu escolhi entrar aqui eu não sabia como era o curso. Eu só queria entrar aqui por causa do Ensino Médio, mas é muito bom quando você sai com o Ensino Médio e com o curso técnico já. Porque se não der certo de passar numa universidade direto, você ainda tem o plano B com seu curso técnico.” “Mesmo no curso de Mecânica, a gente sabe que as pessoas que entram aqui não é por causa do ensino técnico. Entram por causa do Ensino Médio. Se dez por cento da sala resolve entrar para a área, já é muito, para área do curso técnico.” “Então não faz sentido tirar matéria da grade normal para colocar matéria técnica. Tipo, a galera *tá* aqui por causa do Ensino Médio.”

Por mais que haja variedade de objetivos quanto ao caminho a seguir quando concluírem o curso técnico integrado ao médio, é unanimidade o destaque dos alunos quanto à excelência no ensino e este

Matemática, Ciências & outras reflexões

parece ser o grande motivador: “O IF³¹ me deu todos os meios para eu entrar em qualquer vestibular que eu quisesse, mas infelizmente eu só comecei a aproveitar a partir do terceiro ano porque antes eu não estudava quando eu chegava em casa.” “O curso é muito bom inclusive na parte de desenvolvimento pessoal.” “Quando você passa por um ensino de qualidade, você começa a conseguir apontar fatos e defeitos na organização das matérias.” “Eu também gosto muito daqui. Dos amigos que estudam em outras escolas eu vejo muita diferença de aprendizado e aqui também aparecem muitas oportunidades.” “Estamos nos formando técnicos capazes de atuar no mercado de trabalho para competir com outras pessoas que parte profissional o IF atua de forma excelente.”

No ensino fundamental era tipo um sonho entrar aqui. Eu não tinha ideia do que era o IF, eu só tinha muita vontade de entrar porque eu sabia que teria oportunidades. Quando eu entrei eu me surpreendi muito de ver que eu tinha contato com coisas que eu não fazia ideia, igual a projetos, Bragantec (feira de ciência e tecnologia). E principalmente o ensino técnico que foi o diferencial para eu conseguir ter mais sonhos e chegar onde eu quero chegar hoje. Se eu não estivesse aqui eu não sei se eu teria esse suporte, essa autonomia que eu tenho hoje. (estudante 09)

Eu também sempre tive vontade de estudar no IF. Quando eu cheguei me fortaleci tanto com a qualidade do ensino dos professores, a qualidade da formação deles e também uma estrutura e uma organização do ensino de forma diferente do ensino fundamental. Apesar de cansativo foi muito diferente do que eu teria se estudasse em outra escola. Sou muito grata por estudar aqui. (estudante 08)

Esta diferença apontada pelos estudantes em relação a outros sistemas de ensino também se caracteriza pela verticalização. Nela, os estudantes entram nos cursos de nível médio e podem seguir elevando seu grau de escolaridade dentro da própria instituição, fazendo graduação e pós-graduação e interligando pesquisa e extensão em todos os níveis de ensino.

31 IF: Instituto Federal

Existem os casos de estudantes que entram no curso por vontade dos pais, por saberem ser uma boa escola e não por seu próprio interesse, mas esses casos, segundo os estudantes, não são a maioria: “E quando a pessoa não demonstra interesse tanto no Ensino Médio quanto no técnico, são os casos que você percebe que foram os pais que forçaram a pessoa a ir fazer a prova e forçaram a pessoa a estar aqui no IF estudando. Mas são muito poucas pessoas.” “Eu acho diferente o interesse dos estudantes. O pessoal que está aqui, está aqui porque quis entrar. Então está todo mundo se esforçando para dar o melhor de si. Não é por causa do processo seletivo, mas acho que é porque a gente tem uma vontade de querer aprender, querer ir além.”

Ambiente que potencializa as experiências positivas

Alguns estudantes citaram os bons relacionamentos estabelecidos como um fator positivo do *campus*: “A gente tem todo esse ambiente familiar, essas amizades.” “Quando eu entrei aqui no IF eu fiquei surpreso de ter inúmeros amigos. O ambiente escolar é fantástico.” “Aqui a gente cria muitos vínculos não só com os professores, mas também com os funcionários no geral.”

Destacaram a formação docente como um fator potencializador das aprendizagens: “Eu acho que todos os professores são muito capazes de nos ensinar, a gente conseguiu aprender muito bem com todos eles.” “Fazer uma pesquisa, uma iniciação científica, além das aulas que os professores são muito bons. Os professores são muito bem qualificados e a gente acaba tendo uma visão de mundo muito diferente.”

Os docentes dos IFs com pós-graduação têm experiência com pesquisa, facilitando a inserção dos estudantes em projetos: “A visão muda por vivermos no mundo acadêmico, o contato que a gente tem com iniciação, com extensão, isso eu não teria em outro lugar. Essas coisas mudaram minha concepção de vida.” “E também uma oportunidade que eu tive foi de trabalhar com os idosos na extensão e gente, é lindo. É muito legal porque a gente aprende ensinando os outros aquilo que a gente aprendeu aqui também, então é muito bom.” “Sempre estudei em escola particular. Teve uma grande mudança, antes a gente só via conteúdo. Agora quando a gente passa por uma escola federal, como IF, parece que amplia a visão do mundo. Parece que a gente aprende as

Matemática, Ciências & outras reflexões

coisas sem ser só a matéria. A gente aprende a sair, a pesquisar, a procurar coisas novas.” “As oportunidades que o IF nos proporcionou de ter contato com metodologia científica, a gente pode conhecer vários outros lugares junto com o IF.” “As oportunidades que a gente tem aqui, porque eu nunca tinha imaginado fazer uma pesquisa no Ensino Médio, por exemplo.” “Um detalhe do IF que não tinha nem na particular nem na pública era o incentivo acadêmico. Tanto para fazer pesquisa quanto a oportunidade de fazer iniciação científica, participar das feiras e projetos, nas monitorias. Fazer pesquisas e o incentivo das olimpíadas. Principalmente agora com esse novo processo de ingresso da Unicamp, enfim eu acho tudo isso exclusivo do IF.”

Além da formação docente, indiretamente os estudantes citaram a importância da dedicação exclusiva dos professores quando disseram: “Os professores acabam se disponibilizando além do horário de aula. Os professores querem que você realmente entenda a matéria.”

A formação cultural também se sobressaiu entre os estudantes para sua formação omnilateral: “A gente sai daquela bolha em que a gente está acostumado a ficar. Oportunidade não só no meio acadêmico, mas no meio cultural. Essas feiras, a semana da diversidade. A gente acaba abrindo um leque de conhecimentos e de experiências para a nossa vida.” “Gosto da semana da diversidade. Traz assuntos diferentes e que são muito importantes também, né. Pra socializar com as pessoas e respeitar de fato a diferença. Não sei se todas as escolas fazem e tal, tratam isso com tanta importância igual aqui.” “Eu mudei aqui dentro quanto às bandeiras sociais. Mudou minha concepção geral de muita coisa. As pautas sociais que na escola onde eu estava jamais seria abordado. Racismo, preconceito, tem o IF meninas, a gente pode participar.” “O IF deixa a gente mais maduro, de enxergar o outro de uma maneira diferente. A gente chega aqui com uma visão de mundo, passa a conviver aqui no IF e abordando esses temas a gente passa a respeitar o diferente.” “Umás pautas que a gente não vê acontecendo na prática, tipo a desigualdade, a gente vê na rede social, vê na prática.”

Outro destaque dos estudantes se refere aos projetos de ensino e os horários de atendimento ao aluno: “Os professores incentivam não só a dar monitoria, mas a frequentar monitorias.” “Às vezes uma pessoa que está na mesma maturidade que você consegue explicar de um jeito mais fácil que você não entendeu com o professor.”

Matemática, Ciências & outras reflexões

Na outra escola o professor passava os conteúdos, daí se você entendeu, entendeu. Se não, ele continuava passando os conteúdos. Aqui, se você não entende, você pede para o professor explicar de novo, repete, te ajuda, tem monitoria com os alunos também. Com o monitor você pode chegar no horário lá para tirar suas dúvidas. (estudante 16)

Relações democráticas de convivência apareceram nas falas: “O que os alunos pensam importa. Eu acho isso muito legal porque te dá autonomia. Tem uma liberdade muito maior.” “Faz o aluno ter mais responsabilidade com o que ele faz.”

A estrutura física foi citada: “Eu estudei totalmente em escola pública. Muitas vezes não tinha professores, não tinha materiais usados para melhorar o ensino, não tinha estrutura suficiente para adequar os alunos na escola. Tudo isso aqui é dado e de forma excelente. Os problemas aqui são mínimos.”

Na minha outra escola a biblioteca não era grande coisa. Aqui a gente tem uma biblioteca muito legal, com vários livros, a gente pode usar os computadores, a gente acaba usando para fazer muitas coisas, tem gente que não tem computador em casa. A estrutura da biblioteca é muito legal. E na sala, se o professor quer mostrar alguma coisa de português, por exemplo, é só ligar o computador e pronto. Na minha outra escola, se o professor quisesse passar um vídeo, tinha que deixar reservado muito tempo antes e era a maior bagunça. Tinha que deslocar a sala para outro lugar, às vezes para um vídeo de cinco minutos(estudante 13)

Estresse

Para conquistarem boas notas, os estudantes, principalmente os do primeiro ano dos cursos integrados, sentem dificuldade de se organizar diante da rotina de um curso integral:

Eu acho que o nervosismo é mais pela cobrança pessoal. Uma coisa que eu conversei com os primeiros anos no começo desse ano, todos eles se cobram muito para tirarem as notas mais altas.

Matemática, Ciências & outras reflexões

Também tem, às vezes quando a pessoa precisa tirar uma nota e somar tudo para conseguir passar no bimestre. Tem pessoas que chegaram a passar mal, vomitar. Tem pessoas que, como eu, tiram a prova tranquilo. (estudante 15)

Alguns se queixam da sobrecarga de estudos: “A gente fica aqui o dia inteiro, chega em casa à noite, tem que estudar para o prova do outro dia, porque tem prova em todos os dias da semana.” “E falam que essas janelas que a gente tem é pra estudar para o vestibular, só que eu mesma uso essas janelas para fazer as matérias técnicas, as lições, o projeto. Não consigo me dedicar.” “A gente já sente desvantagem, se estudou no IF em relação a quem estudou numa escola particular. Porque aqui é tudo sobrecarregado, a gente não tem tempo de estudar para o vestibular.”

Os estudantes que moram longe e vêm de outros municípios comentam sobre o tempo de deslocamento: “O curso é mais exaustivo para os estudantes que moram longe, e são vários os alunos nessa condição.” “Com período integral, eu acho que fazer tudo o que precisa ser feito aqui na escola é o mais ideal. Porque eu moro em outra cidade. Não dá tempo, se tiver trabalho para fazer.” “Chego em casa às sete horas, exausto.” “Eu saio às seis horas da manhã de casa e chego às sete. Então eu já chego cansada.”

As estratégias da instituição para lidar com esse estresse são diversificadas, desde o oferecimento de oficinas de organização de estudos no início do ano, relaxamento e propostas diferenciadas até os professores que oferecem revisão de conteúdos do ensino fundamental para minimizar as dificuldades de aprendizagem: “A professora C. dá relaxamento. E tem o Festival de Curtas. Foi legal você ter um momento para dar uma esquecida de tudo e fazer alguma coisa diferente do dia a dia.” “O principal jeito que eu costumo usar, eu fico no pátio conversando com meus amigos, senão eu acabo indo para a biblioteca. Não é o princípio do lugar, mas eu pesquiso sobre assuntos que são do meu interesse, por exemplo, de algum jogo ou de algum livro.”

No IF, quando eu entrei, a nossa professora acabou revisando toda a matéria, desde o fundamental e acabou facilitando. Ela não só mostrava isso, mas mostrava aplicando. Então é importante

Matemática, Ciências & outras reflexões

retomar o conteúdo e dar a mesma base para todos. Saciar o estresse com essa questão do conteúdo. (estudante 17)

Pra mim, o melhor jeito que eu tinha sempre de acabar relaxando e esquecendo as coisas do IF foi a biblioteca. Apesar da biblioteca ser um espaço para se estudar, para ler livros, e é um espaço muito apropriado para isso por ter os sofás lá, também acaba sendo um lugar onde as pessoas acabam se encontrando e conversando. Isso acaba ajudando bastante pra relaxar. Esse seria o principal meio para me distrair aqui no IF. (estudante 17)

Os estudantes afirmaram que com o passar do tempo aprenderam a ter foco e esse fato ajudou a lidar com o estresse: “Achei muito difícil o primeiro ano. Pensei em desistir muitas vezes porque eu não tinha ritmo de estudo antes. E aí fui percebendo que era o melhor para mim, eu já tinha aprendido muito, tinha amadurecido. Tinha uma rotina pesada, fui fazendo novas amizades.” “Algo que me ajuda muito é que as pessoas com quem eu ando são focadas também.” “As pessoas com quem você anda influenciam muito. Por exemplo, buscamos sempre andar com pessoas que aproveitam os horários da aula vaga para fazer o que é preciso, seja estudar para o vestibular ou seja para o curso.” “A gente foi aprendendo e agora a nossa rotina é que estamos sempre estudando juntas.”

No começo, no primeiro ano, eu lembro que a gente chegava no horário vago, a gente ficava batendo um papinho, aí começaram a chegar as notas vermelhas. Essa transição é difícil. Mas do segundo ano para cá virou uma coisa muito natural. Nem me passa pela cabeça que não tenho mais tempo para tomar sorvete, porque já é uma coisa normal. (estudante 09)

Quando eu estava na outra escola eu sabia que queria fazer um curso superior, mas eu não sabia que tinha que me preparar para fazer isso. Eu não corria atrás de saber qual curso que eu queira, saber como eu iria passar, se o meu curso tinha lá. E quando eu entrei aqui, eu vi que eu teria que correr muito atrás disso, mudei muito nesse sentido. Estabelecer um objetivo e, principalmente, também colocar como eu vou chegar nele. (estudante 10)

Para mim foi bem parecido. Eu também não tinha ideia de como eu chegaria até a faculdade. No IF eu fui entender o que é

Matemática, Ciências & outras reflexões

vestibular. Demorei muito para entender o que eu precisava fazer para conseguir a aprovação. E além dos conteúdos e de tudo o que o IF prepara a gente de fato, amadureci muito como pessoa. Aprendi a ter disciplina. Tem épocas é difícil, mas agora que está chegando no final, é muito gratificante o jeito que você pensa que é literalmente diferente a pessoa que eu entrei. E sem o IF não teria essa bagagem, não só conteudista, mas como pessoa. (estudante 09)

Ter disciplina acaba sendo obrigatória por a gente estar aqui. A gente chegou no primeiro ano, a gente estava acostumada com um ritmo, mas vimos que no IF era preciso ter disciplina, aqui eu preciso saber o que priorizar no dia, o que eu vou fazer em certos horários. Logo, para se dedicar, é preciso se adequar ao ritmo e conseqüentemente aderir a uma disciplina que até o terceiro ano vamos aprendendo. Acho que até o final desse ano a gente ainda vai estar aprendendo cada vez mais a administrar nosso tempo. (estudante 08)

A reforma do Ensino Médio

Quando a pesquisa foi realizada em setembro de 2019, a maior parte dos estudantes demonstravam conhecer pouco sobre a reforma, havendo várias situações de silêncio durante o grupo focal, demonstrando que as propagandas do governo que ocorriam pelos meios de comunicação não eram suficientes como estratégia para aprofundamento do assunto. Mas um aluno afirmou que: “Sei que português e matemática vão ficar como obrigatórias e as demais o aluno poderia escolher.” Perguntamos como ele obteve essa informação e ele esclareceu que a mãe é pedagoga, trabalha numa escola, e que eles conversam sobre o tema. Também afirmou que seria importante preparar os estudantes desde o ensino fundamental, pois é prematura a escolha que aluno tem que tomar no Ensino Médio:

Seria algo parecido com o que foi aplicado em alguns países europeus e como acho que em algumas universidades, tem aquelas matérias eletivas, né. Eu posso escolher um caminho ou outro, depende da área que você quer cursar. Estão achando que está dando certo em outros lugares e estão tentando aplicar aqui no Brasil. Aí tem diversas variáveis, depende do contexto

Matemática, Ciências & outras reflexões

econômico também, da preparação das crianças do ensino fundamental, como elas lidam com isso. Acho que depende muito. (estudante 14)

Os demais participantes da pesquisa começaram a se manifestar de maneira semelhante: “O peso da escolha vem bem antes, no fundamental.” “A forma como você enxerga o mundo e o mercado varia muito, porque uma criança que está no ensino fundamental, não sei se ela tem todo senso crítico para decidir uma área que ela quer seguir, que ela quer cursar, algo em torno dos quatorze anos de idade.” “É, montar uma grade de Ensino Médio sem saber direito o que você quer.” “Não sei se é muita responsabilidade decidir o próprio futuro de uma vez só.” “Pode ser também tomar decisões junto com os pais ou se tiver orientadores, mas aí eu acho que tem que ter uma infraestrutura um pouco mais qualificada, eu acho.”

Legal mudar para direcionar a área que a pessoa quer seguir, mas se isso não for trabalhado simultaneamente com uma orientação ao aluno, não vai adiantar, porque se você entrar no Ensino Médio sem ideia nenhuma do que vai fazer e tiver que escolher uma área, você pode escolher uma coisa que não goste. E você só vai descobrir que não gosta depois que acabar. Se for para entrar realmente no primeiro ano do Ensino Médio já com essa mentalidade, tem que ser feito no ensino fundamental uma orientação muito boa para virar vocacionalmente. (estudante 01)

Quando os questioneei dizendo que, para entrarem no IF, também tiveram que optar por um curso técnico a ser frequentado junto à formação geral, um estudante respondeu: “No IF foram em coisas menores. Não foi tipo, escolhi uma área inteira ou escolhi toda a área de humanas. Foram algumas matérias.” Se referindo às disciplinas optativas de Língua Espanhola e de Esporte que eram oferecidas no *campus*. Os estudantes parecem identificar que a escolha que fizeram não alterou sua formação geral, que é a mesma para todos os cursos técnicos integrados.

Outros estudantes demonstraram a preocupação de que o itinerário desejado pelo aluno não seja o ofertado pela escola: “Pode acontecer de um aluno escolher a área de exatas e por coincidência nessa

Matemática, Ciências & outras reflexões

mesma escola ter muita falta de professor de matemática. Isso pode ser muito ruim para esse aluno.” “E se tiver pouca gente nessa turma, ele pode nem ter e ter que se virar em outra matéria.”

Um estudante alertou sobre o risco de faltar professores para trabalhar os diferentes itinerários formativos: “Acho que nas escolas estaduais que por enquanto é obrigatório fazer todas as matérias e tem falta de professor, com essa desobrigatoriedade vai acabar faltando muito mais professor ainda.”

Os estudantes opinaram que, ao invés de itinerários formativos, consideram mais importante o significado atribuído ao que foi aprendido e à interdisciplinaridade:

Eu acho que não adianta essa separação de áreas se o ensino não for intencional. Se continuar do jeito que está. Se o aluno não vir um propósito no que ele está estudando. Tipo, função quadrática em matemática. Para que estou estudando isso. Vou estudar relevo em geografia, mas para quê estou estudando isso? (estudante 01)

Não vai mudar nada porque ele não vê a aplicabilidade do que ele está estudando. Então ele não vai conseguir se ver naquela profissão se ele não sabe se aquilo é útil. Eu acho que não tinha que separar, eu acho que tinha que ter uma preocupação com conceito interdisciplinar. Como eu consigo unir, de uma forma útil, tudo o que eu estou aprendendo. (estudante 01)

Nesse sentido, o IFSP avançou em relação à interdisciplinaridade pela construção dos conhecimentos essenciais e dos conhecimentos potencialmente integradores de cada disciplina, cuja implementação se iniciou em 2023 através do currículo de referência, embora tenha reduzida a carga horária da formação geral.

Sugestões para o currículo

Em 2019, quando foi realizada essa pesquisa, havia algumas diferenças de carga horária nas disciplinas de formação geral, dependendo de qual era o curso técnico integrado. Os alunos se queixavam bastante da baixa carga horária em alguns casos da formação geral: “Acho que o problema que tem, as aulas de geografia e de

Matemática, Ciências & outras reflexões

sociologia. Não sei como funciona essa grade, mas eles tiram uma das aulas, uma de geografia e uma de sociologia e a turma de mecânica parece que nem tem no terceiro ano.” “Não sei por que tem essa mudança. Eu acho que não devia. Prejudica.” “Não faz sentido eliminar matéria que cai no vestibular. Você está mexendo no sistema de ensino, tá louco. E ainda no terceiro ano.” “No Ensino Médio, sociologia, matemática, acho que tudo é importante para a gente.”

Nessa época, os estudantes pensaram na possibilidade de o curso passar de três para quatro anos, como viram em alguns outros *campi* como forma de criar espaço para todas as disciplinas: “Tem alguns institutos que têm o quarto ano. Aí diminui essa carga horária por ano, mas estendem as matérias para o próximo ano. Aí se poderia manter as matérias de história, geografia e todas elas.”

A mudança de três para quatro anos rende muitos debates, algo que não trataremos aqui. Com relação à distribuição equitativa de espaço para todas as áreas ao longo do curso, a partir de 2023, com a implementação do CR, algumas disciplinas da formação geral adquiriram novo formato e serão lecionadas interdisciplinarmente, garantindo sua presença nos três anos, o que não ocorria anteriormente (exceção para a disciplina de Educação Física, que tinha apenas duas aulas ofertadas no primeiro ano e, com o novo currículo, conseguiu ampliar apenas uma aula no segundo ano).

Outra questão citada pelos estudantes foi a vontade de mais práticas e/ou estágios. A solução não é simples e os próprios alunos apontam algumas dificuldades: “Não dá para estudar aqui o dia inteiro e ter que fazer um estágio. Eu acho que fica muito pesado.”

Eu descobri que no nosso *campus* é desse jeito, mas nos outros estados, os alunos têm que procurar estágio. Chega no terceiro ano ela só tem aula no período da manhã e daí a escola meio que encaminha para empresas. E o curso não é de quatro anos. Daí o período deles é bem mais puxado no primeiro e no segundo ano. Sei que a preocupação é com a adaptação, sei que o nosso formato não é desse jeito. (estudante 05)

Matemática, Ciências & outras reflexões

Os estudantes opinaram sobre os conteúdos das matérias técnicas e entraram em detalhes que necessitariam de um aprofundamento que não cabe aqui, mas mantemos esses arquivos para possíveis consultas e/ou estudos futuros.

Falaram sobre as mudanças rápidas no mercado de trabalho e como lidar com um currículo que não pode mudar a cada ano. Parece que chegaram à conclusão de que o curso deve oferecer o básico e com essas ferramentas o estudante aprofundar e pesquisar as atualidades:

Hoje as coisas mudam muito rápido. Então as coisas que estão, que ditadas pelo mercado para você desenvolver um trabalho, elas são alteradas muito rápido. Então às vezes não dá tempo para o pessoal que vai montar a grade, de atingir o que o mercado está querendo de verdade. Mas não sei se isso é solucionável. Esse é um problema que atinge o técnico porque às vezes tem um conteúdo que já foi passado de lado no mercado e o aluno tem que estudar por fora do conteúdo se ele quiser seguir em frente na área. (estudante 14)

Manifestaram o interesse em adquirir conhecimentos que disseram ser importante para todos os cursos como orientação vocacional, confecção do currículo pessoal e de informática básica.

O que pode ser melhorado

Os estudantes apresentaram algumas sugestões pontuais quanto à estrutura do *campus*, que foi bastante elogiado: a questão do vento no pátio já foi parcialmente solucionada pela colocação de toldos móveis; o fornecimento de almoço está previsto para iniciar em breve, já que está sendo construído um restaurante; solicitaram a ampliação do horário da biblioteca para que possam aproveitar melhor o espaço.

Nesta linha, sugeriram a autorização de uso dos laboratórios de informática fora do horário de aula, embora a questão dos cuidados com o uso requeira mais debate da comunidade: “Às vezes a gente precisa fazer alguma coisa, a gente chega num professor do ensino superior que está usando o laboratório e a gente pergunta se a gente pode entrar. Às vezes eles deixam e a gente usa a sala.” “Tem câmera nas salas, não tem?”

Matemática, Ciências & outras reflexões

Não sei como funciona, mas acho que isso já ajudaria bastante se alguém danificasse um computador por exemplo, ia ver quem foi.” “E talvez um controle também. Se alguém for usar o laboratório, colocar o nome numa lista e colocar o horário que irá usar.” “A gente tem monitoria no horário de informática. Então poderia colocar o horário do monitor no horário que o laboratório esteja aberto para ser o responsável.”

Solicitaram um espaço para atividades de lazer (fora a quadra esportiva) e um espaço para descanso, já que passam o dia inteiro no *campus*. Um estudante fez uma crítica de que algumas escolas parecem hospitais ou prisões.

Os estudantes solicitaram que o acesso à internet tenha menos restrições, pois segundo eles há sites para aprendizagem de desenvolvimento web, por exemplo, que são bloqueados. Também falaram sobre outros sites bloqueados.

Quando os docentes saem para capacitação, os estudantes sentem a troca de professores, mas acreditamos que o retorno desse docente após concluído o curso compensa o período de afastamento.

Quando perguntamos aos estudantes se identificaram a interdisciplinaridade no currículo, alguns estudantes se referiram a esse assunto como um esforço individual: “Eu comecei a sentir mais isso esse ano. Porque no primeiro ano e no segundo ano eu estava meio perdida. Eu não conseguia ver relação entre nada. Mas eu acho que isso é uma questão de tempo e de maturidade de estudo também.”

Eu tenho mais facilidade em chegar na interdisciplinaridade nas aulas do Ensino Médio. Por exemplo, entre as aulas de história, filosofia e geografia. Até mesmo entre física e química. Ao longo dos anos eu acho que fui adquirindo mais essa capacidade de enxergar como. Até mesmo consciência de tipo: “Ah, naquela época estava acontecendo isso, historicamente a gente aprendeu isso que gerou isso na literatura. E aí o cara da matemática descobriu isso por causa desse pensamento. Acho que isso tem me ajudado bastante. (estudante 08)

Em outra fala, parece transparecer a intenção pedagógica da interdisciplinaridade: “Às vezes não sei se coincide de a gente estar

estudando uma coisa numa matéria aí tem outra matéria que começa a estudar esse conteúdo também. Não sei se é coincidência ou se eles planejaram, se os professores planejam mesmo.” O currículo que está sendo implementado em 2023 merece um novo estudo sobre a visão dos estudantes em relação à interdisciplinaridade.

Sobre a Educação Física

Embora tenhamos trabalhado o currículo com vivências e análises sobre a cultura corporal, quando perguntados para que serve a Educação Física, responderam que era para não ser sedentário, para praticar esporte, para se divertir, para descansar a mente, para lazer, para exercitar a mente. As análises não aparecem como uma característica da disciplina para esses estudantes, mas apenas como uma atividade prática.

Quando perguntamos o que aprenderam na Educação Física neste *campus*, responderam taca, esportes para pessoas com deficiência, danças, dentre outros temas: “Não ficava todo dia só no futebol. Tinha esses conteúdos mais variados, aprender sobre outras regiões, sobre o que as outras pessoas fazem também.” “Eu acho que o que eu aprendi nessas aulas foi sobre cultura mesmo. Sobre como é que são as danças de outros países e também regiões do Brasil. Entender mais os esportes para deficientes.” “Ah, uma coisa que eu gostei também foi a aula dos índios. Que a gente se pintou. Ninguém entendia o que a gente estava fazendo. (Risos).”

Transparece uma diferença entre o ‘para que serve’ e o que foi estudado na disciplina.

Faz-se necessário esclarecer que quando esse grupo de estudantes cursou a disciplina de Educação Física, o *campus* se encontrava em seu antigo endereço e não possuía quadra poliesportiva; as aulas aconteciam no pátio entre as salas de aula ou no clube da prefeitura mais próximo, onde havia uma quadra, mas que era necessário andar cerca de vinte minutos pelas ruas da cidade para chegarmos até lá.

Os estudantes participantes da pesquisa queriam mais competições esportivas: “Foi muito difícil quando tem aula e não competir.” Mas um deles admitiu que em suas aulas de Educação Física

Matemática, Ciências & outras reflexões

no ensino fundamental as aulas acabavam enfatizando o preparo para competições:

Na minha escola anterior tem os Jogos Escolares de Minas Gerais (JEMG). Então quando ia chegando perto, o pessoal ficava muito competitivo e no geral da Educação Física a professora acabava revezando um pouco entre vôlei, futebol e às vezes ela dava um pouco de handebol, mas era bem menos. E quando chegava na época do JEMG, aí era só futebol e só vôlei porque a minha escola sempre participa e vai para outras cidades. (estudante 13)

Entre essas experiências anteriores com a Educação Física falaram que: “Quem não sabia jogar, ficava com trauma.” “Tinha alunos excluídos, obviamente. Que mesmo que eles tentassem entrar, eles não conseguiriam entrar a não ser que eles fossem como o Pelé com a bola.”

O que eu experienciei na escola pública, era um grupo de alunos que mandavam. Praticamente mandavam sobre o que iria ter durante a aula. Era sempre futebol. Só no final do ano que eu e mais uns amigos, a gente foi de boca em boca, já viramos isso. Aí passou a ter só basquete. E durante o período que eu estudei na escola particular, a primeira delas era só futebol e as garotas e os garotos que não queriam jogar, a gente ficava excluído. Ou o professor deixava a gente, em um pequeno pedaço jogar um vôlei meio mixuruca. (Risos). E na segunda escola particular que eu fui, também era só futebol. Exceto algumas vezes que o professor chegava a interferir e forçar a ter alguma outra variedade. E também novamente a exclusão de alguns alunos. (estudante 15)

Sempre tive a ideia de que a Educação Física é para estimular a competitividade entre os alunos, mas o meu colégio era exacerbado e não só isso, mas não tinha a oportunidade de todos serem competitivos. Por exemplo, as garotas nunca eram competitivas porque elas não conseguiam mesmo, porque o pessoal que treinava era muito melhor mesmo do que o pessoal que não treinava. (estudante 17)

Não era uma aula, não é? (Risos). Porque exclui, é uma coisa repetitiva e você não aprende nada. Então é uma coisa totalmente falha. Acho que aqui seria o melhor exemplo de aula mesmo de

Matemática, Ciências & outras reflexões

Educação Física. Onde você finalmente aprende alguma coisa e engloba todos dentro da sala. Já nos outros lugares, mesmo quando o professor tentava ensinar alguma coisa, não era muito efetivo pelo resto da sala sempre estar lutando contra ele. (estudante 15)

Considerações finais

A excelência no ensino ofertado pelo IFSP surgiu como principal motivador dos participantes quanto a sua escolha em ingressar no *campus* Bragança Paulista. Essa qualidade da educação aparece desde os relatos que motivaram sua escolha pelo IFSP, passando pela reconhecida formação de seus docentes até a oferta de vivências como participação em projetos de pesquisa e extensão, eventos culturais em que se valorizam o respeito ao diferente e a própria diversidade da comunidade estudantil que encontraram no *campus*.

A estrutura física do *campus* também foi elencada como um fator determinante para a evolução dos discentes, a se destacar a biblioteca do *campus*, reconhecida como espaço de estudo, de convivência e, até mesmo, de descanso. Embora eles tenham elogiado muito a estrutura física, esse também é um fator de crítica, principalmente quanto ao acesso aos laboratórios em horários extra-aula, ou quanto à falta de espaços para atividades culturais e de socialização. Essa turma, especificamente, teve aulas em um *campus* mais limitado, inclusive sem uma quadra poliesportiva. Ainda que o *campus* Bragança Paulista tenha melhorado consideravelmente com a mudança para o novo endereço, já se faz sentir a falta de espaços, desde salas de aula até laboratórios. O IFSP é composto por diferentes *campi* que foram implementados ou sofreram expansões físicas em diferentes épocas e, assim, apresentam diferentes configurações estruturais. A partir das falas dos estudantes, fica clara a necessidade de se discutir, ou de se rediscutir, os espaços do *campus* e dirigir esforços para a construção de locais propícios para a convivência, para a prática de atividades culturais, corporais e de lazer que vão além do esporte, repensando inclusive a disposição dos arranjos de sala de aula para além das tradicionais fileiras de carteiras.

Os alunos não citaram, mas é sempre bom lembrar-se do programa de assistência estudantil, que também pode ser considerado

parte do ambiente que contribui para potencializar as experiências positivas, por oferecer condições para a permanência e o êxito dos estudantes; a orientação educacional, as experiências do NAPNE, do NEABI, questões de acessibilidade e de sustentabilidade no *campus*, a preocupação nutricional com a implementação do restaurante, assim como locais de referência para busca de estágios e intercâmbios, nacional e internacional, entre outras oportunidades, deveriam estar em debate junto à comunidade estudantil do *campus*.

Além disso, durante o período de distanciamento social devido à pandemia por COVID-19, o IFSP disponibilizou computadores e acesso à internet para que os alunos pudessem continuar estudando remotamente, isso fez a diferença para muitos alunos continuarem os estudos naquela época. Entretanto, em relação ao acesso à internet e aos laboratórios de informática, foram feitas críticas, sugerindo a necessidade de se ampliar o acesso dos estudantes aos espaços digitais, seja para pesquisa acadêmica, seja para outras experiências.

Ainda que tenham sugerido a intenção de ingressar no ensino superior em outras áreas do conhecimento do que aquelas que estão cursando no técnico, muitos discentes reconheceram a excelência das formações que estão recebendo e o acerto da existência de um currículo mais generalista, porém mais fundamentado, em cada eixo tecnológico. Ainda assim, anseiam por mais oportunidades para estágios e para experiências com tecnologias, ferramentas e áreas de atuação com grande procura pelo mercado de trabalho. Talvez a oferta de cursos extracurriculares ou palestras especializadas ou de semanas temáticas poderiam suprir essas lacunas apontadas.

Apesar do notável desconhecimento sobre a reforma do Ensino Médio e da Base Nacional Comum Curricular, os estudantes mostram preocupação quanto à implementação de um Ensino Médio em que se tenha que decidir muito cedo por uma área específica do conhecimento humano para pautar sua vida e reconhecem que dificilmente as escolas públicas estão aptas a ofertar todos os possíveis itinerários. Quanto a isso, reconhecem no Ensino Médio ofertado pelo IFSP uma potência de escolha para a construção de suas vidas. No entanto, citaram certa dificuldade em reconhecer a interdisciplinaridade no ensino ofertado no *campus* Bragança Paulista, tendo, em alguns casos, sido um resultado pessoal em conectar os conteúdos das diversas disciplinas. O CR

propõem melhorar esse aspecto nos currículos dos cursos técnicos integrados do IFSP. Conforme os relatos dos estudantes, pode-se, ainda, reconhecer que a excelência alcançada na formação de nossos educandos se deve muito ao tripé ensino-pesquisa-extensão e às experiências que eles têm nos diversos projetos ofertados pelos docentes e técnicos do *campus*.

As aulas de Educação Física no prédio antigo não tinham local adequado para as vivências e quando passamos para o endereço atual, não havia quadra. As aulas aconteciam em uma sala de aula, no estacionamento ou na quadra emprestada de uma escola municipal do bairro. Depois passamos a ter quadra própria, mas descoberta e, por último, estamos com quadra própria e coberta. Porém, não temos mais sala de aula, o que é uma perda considerável para o desenvolvimento das aulas de Educação Física, pois, nesse outro espaço, poderiam acontecer não apenas as aulas teóricas, que requerem equipamentos para apresentações de material audiovisual, carteiras e cadeiras para atividades envolvendo leitura e escrita, acesso à internet para pesquisas, mas também um espaço para uso de toda a comunidade com danças (e espelhos) e lutas (com tatames), por exemplo. Para além da quadra e sala de aula específica, um espaço gramado para vivências de atletismo e outras modalidades parece menos provável ainda.

O estereótipo de que a quadra basta para a aula de Educação Física é ainda muito forte, inclusive entre docentes de outras áreas e técnico-administrativos, o que acaba reforçando a repetição excludente pela prática das mesmas modalidades esportivas já vistas durante o ensino fundamental e relatada pelos estudantes, como se os esportes fossem os únicos temas da disciplina Educação Física e a exclusão, naturalizada, posta como objetivo único do esporte: competir e vencer. Apesar dessas limitações, a disciplina tem contribuído para a ampliação do conhecimento dos estudantes sobre a cultura corporal de maneira mais inclusiva, apesar de poucos e resistentes adeptos do “esporte é saúde” ou do “esporte de rendimento”. É interessante notar que muitos manifestaram uma mudança de percepção da natureza e dos objetivos da Educação Física, inclusive reconhecendo conteúdos discutidos em sala de aula em questões dos últimos ENEM.

Conhecer a percepção e as expectativas dos estudantes sobre o Ensino Médio integrado e o componente curricular Educação Física no,

IFSP, *campus* Bragança Paulista, mostrou que há relevantes pontos de vista para a construção de currículos que atendam melhor aos anseios dos discentes, que reduzam potenciais elementos promotores de estresse e que continuem a dar o destaque de excelência no ensino ofertado pelo IFSP. Os estudantes ficaram muito felizes por poderem expor suas opiniões sobre o curso que estavam terminando de frequentar e disseram que gostariam de ter mais oportunidades como essa de debate e de serem ouvidos. Segundo os relatos, os professores perguntam a opinião deles sobre o Ensino Médio, colocam na lousa, depois apagam e acabou. Deram várias sugestões, inclusive para que houvesse grupo focal nas turmas que entram e depois comparando os mesmos grupos no final do curso. Eles gostariam que esses debates fossem considerados pela Instituição.

Referências

ANDREANI, F. **O ensino da Educação Física no Instituto Federal de São Paulo**. 2018. 189 f. Dissertação (Mestrado profissional em Docência para a Educação Básica). Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2018.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 13.415/2017, de 13 de fevereiro de 2017, Altera as Leis nos 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei no 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei no 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei no 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm 2018/2017/lei/L13415.htm. Acesso em: 04 jul. 2019.

FRIGOTTO, G. (Org.) **Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia: relação com o Ensino Médio integrado e o projeto societário de desenvolvimento**. Rio de Janeiro, RJ: UERJ, 2018.

Matemática, Ciências & outras reflexões

GOMES, M. E.; BARBOSA, E. F. A técnica de grupos focais para obtenção de dados qualitativos. **Educativa**: Instituto de Pesquisas e Inovações Educacionais, 1999.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO. **Resolução** n. 148 de 01 de novembro de 2016.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO. **Resolução** n. 163 de 28 de novembro de 2017.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO. **Instrução Normativa** no. 2 de 14 de maio de 2019.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.



Autores:

Ana Carolina Camargo Francisco

Lauro Araújo Mota

Ana Carolina de Oliveira Plens

Lilian Siqueira e Angelico

Ana Paula Araújo Mota

Marcio Pereira

Anderson Bezerra da Silva

Micaelle da Paixão Barbosa Scaramai

Antônio Celso de Souza Júnior

Mônica de Oliveira Pinheiro da Silva

Bruno Henrique Labriola Misse

Roberta Nara Sodré de Souza

Dara Meira da Costa

Rodrigo Felipe Raffa

Diana Terezinha Amaro Ferraz

Rogério Santino Barboza

Edvonete Souza de Alencar

Rubens Pantano Filho

Fernando Moreira

Sandra Menezes

Joana Paula Ribeiro Machado

Valentina Piragibe

João Alexandre Paschoalin Filho

Wingley Borssali Miorali Vital

João Batista Araújo da Silva Júnior

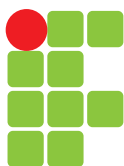
Yuri Jefferson de Mattos



ISBN 978-65-89010-85-2



9 786589 010852



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SÃO PAULO
Campus Bragança Paulista



SEMAT

12ª Semana de Matemática
e Educação Matemática
Câmpus Bragança Paulista



CONGESA
CONFIANÇA QUE SE CONSTRÓI



HOLAMBRA

**DE VECHI &
PACIONI**
CONSULTORIA



JOSÉ CARLOS TONIN
EMPREENHIMENTOS E OBRAS



Geoconceito
Engenharia Consultiva



RUI CABRAL

www.mctech-trans.com.br

日本
nippon chemical



COLUNA

Construtora e Incorporadora Ltda.