

**Organização**  
Lauro Chagas e Sá

# PRÁTICAS PEDAGÓGICAS NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

Experiências em Cursos Técnicos  
Integrados ao Ensino Médio



ISBN: 978-85-8263-226-0



Lauro Chagas e Sá (org.)

# **Práticas Pedagógicas na Educação Profissional**

Experiências em Cursos Técnicos  
Integrados ao Ensino Médio



**Edifes**

Vitória, 2017



**Edifes**

Editora do Instituto Federal de Educação,  
Ciência e Tecnologia do Espírito Santo  
Rua Barão de Mauá, nº 30, Jucutuquara  
29040-860 – Vitória – ES  
www.edifes.ifes.edu.br  
editora@ifes.edu.br  
Editora filiada à Associação Brasileira de  
Editoras Universitárias

**Reitor**

Denio Rebelo Arantes

**Pró-Reitor de Administração e Orçamento**

Lezi José Ferreira

**Pró-Reitor de Desenvolvimento Institucional**

Ademar Manoel Stange

**Pró-Reitora de Ensino**

Araceli Verónica Flores Nardy Ribeiro

**Pró-Reitor de Extensão**

Renato Tannure Rotta de Almeida

**Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação**

Márcio Almeida Có

**Secretário de Cultura e Difusão**

Eglair Carvalho

**Coordenador da Edifes**

Nelson Martinelli Filho

**Conselho Editorial**

Edu Carlos Lopes Lemos  
Eliana Mara Pellerano Kuster  
Diego Ramiro Araoz Alves (Suplente)  
Estéfano Aparecido Vieira  
Karin Satie Komati (Suplente)  
Felipe Zamborlini Saiter  
Marcela Ferreira Paes (Suplente)  
Nelson Martinelli Filho  
Poliana Daré Zampirolli Pires  
Oscar Luiz Teixeira de Rezende (Suplente)  
Raoni Schimitt Huapaya  
Marcos Vinicius Forecchi Accioly (Suplente)  
Ricardo Ramos Costa  
Ana Paula Klauck (Suplente)  
Robson Malacarne (Suplente)  
Rossanna dos Santos Santana Rubim  
Norma Pignaton Recla Lima (Suplente)  
Wallisson da Silva Freitas

**Revisão de texto**

Isabela de Souza Dantas

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Assessoria de Comunicação Social do Ifes

Dados internacionais de Catalogação na Publicação  
Bibliotecária Rossanna dos Santos Santana Rubim – CRB6- ES 403

---

C542 Práticas pedagógicas na educação profissional: experiências em cursos técnicos integrados ao ensino médio / organizado por Lauro Chagas e Sá. – Vitória, ES: Edifes, 2017.

Vários autores.  
ISBN: 978-85-8263-226-0 (pdf)

1. Ensino profissional – Ensino médio. 2. Prática de ensino. I. Sá, Lauro Chagas e. II. Título

CDD 22 – 370.15

---

@ 2017 Instituto Federal do Espírito Santo

Todos os direitos reservados.

É permitida a reprodução parcial desta obra, desde que citada a fonte.

O conteúdo dos textos é de inteira responsabilidade dos autores.

# Sumário

**Prefácio.....7**

**Apresentação ..... 11**

Lauro Chagas e Sá (Org.)

**UMA PROPOSTA DE ENSINO PARA O DESENHO TÉCNICO  
NO INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO ..... 15**

*Janaina Carneiro Marques, Antônio Henrique Pinto*

**APRENDIZAGENS DE ALUNOS DA EDUCAÇÃO  
PROFISSIONAL A PARTIR DA CONSTRUÇÃO DE UMA  
MAQUETE ELETRÔNICA..... 34**

*Lauro Chagas e Sá, Fabricio Bortolini de Sá, Sandra Aparecida Fraga da Silva*

**ENSINO DE ELETROSTÁTICA EM UMA PERSPECTIVA  
INVESTIGATIVA .....56**

*Rovilson de Oliveira Mota, Geide Rosa Coelho*

**PRÁTICAS DE PRODUÇÃO DE TEXTOS ESCRITOS NO  
ENSINO TÉCNICO INTEGRADO AO MÉDIO.....78**

*Cynthia Nunes Milanezi, Cláudia Maria Mendes Gontijo*

**DESENVOLVIMENTO DE KIT DIDÁTICO SOBRE  
ELETROFORESE ATRAVÉS DE PROJETO DO PIBIC-JR E AS  
APLICAÇÕES NO ENSINO DE BIOLOGIA ..... 100**

*César Silva Xavier, Danielle Pereira Cavalcanti*

**ENSINO DE SISTEMAS DE EQUAÇÕES E INEQUAÇÕES  
LINEARES NO CONTEXTO DA ADMINISTRAÇÃO:  
EXPERIÊNCIAS COM PESQUISA OPERACIONAL ..... 123**

*Lauro Chagas e Sá, Briane Costa de Oliveira Guaitolini, Luciene Torezani Alves,  
Rômulo Augusto Machado Neto*

**SOBRE OS AUTORES ..... 136**

## Prefácio

De modo geral este livro trata da questão da prática pedagógica no Ensino Médio pela via da apresentação de experiências de ensino desenvolvidas em cursos organizados na forma da integração entre a formação técnica e a formação geral. De fato, o nível médio se apresenta como um problema na organização global do ensino. Com efeito, enquanto, numa ponta, o Ensino Fundamental é clara e consensualmente entendido como um nível de formação elementar geral, de nenhum modo profissionalizante e, na outra ponta, o Ensino Superior é claramente profissionalizante, o Ensino Médio traz a marca da ambiguidade revestindo-se de um caráter pendular que o faz oscilar entre o perfil geral ou propedêutico e o perfil técnico ou profissional. Ocorre, mesmo, que em determinados períodos ele é puxado para baixo assumindo a forma do Ensino Fundamental, ou seja, sendo definido como uma etapa preparatória para o Ensino Superior; em outros períodos, ao contrário, ele é puxado para cima, assumindo a forma do Ensino Superior, sendo definido como formação técnica terminal de caráter profissionalizante.

Eis como no Brasil até a década de 1960 prevalecia para o Ensino Médio o caráter de formação geral propedêutica ao Ensino Superior, o que foi radicalmente alterado com a aprovação da Lei 5.692, em 11 de agosto de 1971, que pretendeu transformá-lo, sob a nomenclatura de Ensino de Segundo Grau, em universalmente profissionalizante. Tendo passado por uma flexibilização determinada pela Lei 7.044 de 18 de outubro de 1982, após a LDB de 1996, o Ministério da Educação, então na gestão de Paulo Renato Costa Souza, fez aprovar o Decreto nº 2.208,

baixado pelo Presidente da República Fernando Henrique Cardoso em 17 de abril de 1997. A característica desse decreto foi efetuar a separação entre o Ensino Técnico e o Ensino Médio de formação geral. Dessa forma operou-se uma regressão não apenas em relação à Lei 5.692, de 1971, mas relativamente à própria LDB de 1961 que havia flexibilizado a “dualidade de sistemas” própria das “Reformas Capanema” da década de 1940. E é precisamente a essa dualidade que se regride com o Decreto nº 2.208, de 1997. Buscando reverter esse retrocesso, foi baixado, no primeiro mandato do Presidente Lula, o Decreto nº 5.154, de 23 de julho de 2004, tendo como marca distintiva a integração entre a formação profissional e a formação geral no nível do Ensino Médio.

É, pois, nesse contexto que o presente livro dá um passo à frente se propondo não apenas a articulação no âmbito da organização curricular, mas no campo mais específico das próprias práticas de ensino ao reunir experiências variadas e bastante diversificadas entre si. Assim procedendo, vai desde o ensino do desenho técnico e da construção de maquetes eletrônicas até o desenvolvimento de um kit didático sobre eletroforese no ensino de biologia e experiências com pesquisa operacional na administração, passando pelo ensino de eletrostática e pela produção de textos no ensino técnico integrado ao Ensino Médio de formação geral. Com tal conteúdo esta coletânea se apresenta como um instrumento suscetível de inspirar, aos professores que atuam nesse complexo nível de ensino, o desenvolvimento de experiências similares nas respectivas disciplinas ou áreas em que realizam sua atividade docente. A expectativa é, pois, que os estudos aqui reunidos se constituam num embrião de um movimento coletivo de ampla magnitude visando a exercitar, de forma criativa, a efetiva integração prática no interior das salas de aula entre a formação profissional e a formação geral no Ensino Médio.

Sabemos, entretanto, das dificuldades inauditas que tal proposta enfrenta de modo especial no quadro político atual caracterizado por políticas de educação regressivas que vêm sendo adotadas pelo grupo que empolgou o poder federal por meio de um golpe



mediático-jurídico-parlamentar, cujos interesses caminham na direção oposta ao esforço representado pelos trabalhos incluídos nesta obra. Precisamos, portanto, retomar a mobilização em defesa da escola pública articulando-a com a luta mais ampla pela recuperação da democracia em nosso país e pela superação da forma social capitalista.

Efetivamente, a perspectiva de superação do capitalismo em direção ao socialismo implica ir além da mera integração do ensino técnico com o Ensino Médio de caráter geral, pois se trata de instituir a escola unitária que propicie uma formação omnilateral de caráter desinteressado, isto é, como explicitou Gramsci, não direta e profissionalmente interessada. Aliás, a base objetiva para esse tipo de formação já está dada pelo desenvolvimento tecnológico propiciado pelo próprio capitalismo.

Um indicador claro dessa exigência posta pelo próprio desenvolvimento material pode ser constatado pela trajetória de organismos como o SENAI, SENAC e congêneres que foram criados na década de 1940 como Serviços Nacionais de Aprendizagem. Com efeito, o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) e o Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC), foram criados respectivamente em 1942 e 1943 como complementares aos decretos correspondentes conhecidos como Lei Orgânica do Ensino Industrial e Lei Orgânica do Ensino Comercial. Enquanto estas visavam a formação dos técnicos de nível médio, o SENAI e SENAC visavam formar os aprendizes manuais que, para tanto, não requeriam escolarização prévia ou, quando muito, apenas o então curso primário de três a quatro anos de duração. E, como sabemos, esses organismos existem ainda hoje. No entanto, diferentemente de sua finalidade de origem, eles oferecem atualmente cursos superiores de graduação e até mesmo de pós-graduação.

Tal metamorfose deixa patente que, ao contrário do que pregam os políticos conservadores que hoje governam o país, não cabe à educação escolar formar técnicos para supostamente ocuparem diretamente postos de trabalho no sistema produtivo. Aquilo que se impõe, para a etapa correspondente ao Ensino Médio, é a formação geral de caráter

politécnico que, sob o conceito do trabalho como princípio educativo, possibilite a todos os adolescentes e jovens o conhecimento da forma como a ciência, potência intelectual, se converte em potência material ao se incorporar ao processo produtivo, conhecimento esse que lhes possibilitará o domínio simultâneo dos fundamentos científicos das múltiplas técnicas que caracterizam a produção, circulação e consumo de bens gerados no contexto da revolução microeletrônica que rege as relações sociais no mundo atual.

Portanto, a concepção que acabei de indicar implica uma escola média de formação omnilateral necessária para todos, independentemente do tipo de ocupação que cada um venha a exercer na sociedade. Trata-se, pois, de uma concepção radicalmente diferente de um Ensino Médio caracterizado pela formação profissional que se quer implantar hoje no Brasil, na qual a profissionalização não passa de um adestramento em determinada habilidade sem o conhecimento de seus fundamentos e, menos ainda, da articulação da referida habilidade com o conjunto do processo produtivo.

É essa, enfim, a mensagem que deixo aos leitores dessa obra que acredito serão predominantemente professores ligados direta ou indiretamente ao trabalho pedagógico no Ensino Médio. Tomem-na como um estímulo para desenvolver, em sua prática docente, experiências inovadoras voltadas para um Ensino Médio realmente significativo e emancipador dos alunos e, por meio deles, para a emancipação de toda a classe trabalhadora.

São Paulo, 10 de maio de 2017.  
Dermeval Saviani<sup>1</sup>

---

1 Professor Emérito da UNICAMP, Pesquisador Emérito do CNPq, Coordenador Geral do Grupo Nacional de Pesquisas HISTEDBR e Professor Titular Colaborador Pleno do Programa de Pós-Graduação em Educação da UNICAMP

# Apresentação

“Nossas ações, por menores que pareçam, são capazes de mudar o mundo. Cada um de nós faz o seu Amanhã. E juntos fazemos os nossos – os Amanhãs que queremos. Que Amanhãs podemos imaginar? Que Amanhãs queremos construir?”. Estas frases, fixadas em uma das paredes do Museu do Amanhã<sup>2</sup>, nos permitem refletir, mais uma vez, sobre a contribuição da educação para o futuro da sociedade. Já sabemos que uma das funções da escola é possibilitar a construção de conhecimentos, mas ainda identificamos abordagens mecânicas, em que os conteúdos apresentados são desligados das razões que os justificam, sem nenhuma conexão com os assuntos abordados em outras disciplinas. Assim, na perspectiva de contribuir com debates relacionados ao processo de ensino e aprendizagem em diferentes áreas do conhecimento, este livro, como primeira publicação do Grupo de Pesquisa em Educação Matemática e Educação Profissional – EMEP/Ifes, reúne práticas realizadas no contexto da Educação Profissional e Tecnológica.

O principal objetivo da obra é compartilhar experiências vivenciadas com alunos de cursos técnicos integrados ao Ensino Médio, de modo a potencializar outras práticas dessa natureza em instituições que ofertam Educação Profissional. Os capítulos são, prioritariamente, recortes de pesquisas de mestrado, realizadas em programas

---

2 O Museu do Amanhã, construído no município do Rio de Janeiro, é um museu de artes e ciências e conta com mostras que alertam sobre os perigos das mudanças climáticas, da degradação ambiental e do colapso social.

de pós-graduação do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), da Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes) e da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Os dois primeiros capítulos apresentam recortes de pesquisas realizadas por mestres do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (Educimat) do Ifes. O capítulo um, *Uma proposta de ensino para o desenho técnico no Instituto Federal do Espírito Santo*, de Janaina Carneiro Marques e Antônio Henrique Pinto, apresenta novas formas de ensinar Desenho Técnico, valorizando saberes historicamente construídos e incentivando estudantes a buscarem a apropriação das objetivações humanas; o texto também evidencia a importância do conhecimento técnico em suas dimensões histórica, científica e artística, conduzindo a uma aprendizagem integrada. O capítulo dois, *Aprendizagens de alunos da educação profissional a partir da construção de uma maquete eletrônica*, de Lauro Chagas e Sá, Fabricio Bortolini de Sá e Sandra Aparecida Fraga da Silva, analisa aprendizagens de alunos do curso técnico em Automação Industrial durante a construção e utilização de uma maquete eletrônica para ensino da Teoria de Grafos, projeto desenvolvido para Feiras de Matemática.

Os capítulos três e quatro apresentam investigações desenvolvidas, respectivamente, nos programas de pós-graduação em Ensino de Física e em Educação da Ufes. *Em Ensino de eletrostática em uma perspectiva investigativa*, Rovilson de Oliveira Mota e Geide Rosa Coelho apresentam a análise de parte de uma sequência de atividades investigativas validadas com alunos da Educação Profissional; os pesquisadores procuram compreender os sentidos atribuídos por estudantes aos conceitos científicos compartilhados na sala de aula, bem como os procedimentos e atitudes potencializadas na resolução das atividades propostas. Já em *Práticas de produção de textos escritos no ensino técnico integrado ao médio*, Cynthia Nunes Milanezi e Claudia Maria Mendes Gontijo analisam práticas de produção de textos em uma turma de segundo ano do Ensino Técnico Integrado ao Médio, a partir das propostas apresentadas pela professora de Língua

Portuguesa e pelas respostas dadas pelos alunos a essas propostas.

Em sequência, temos o capítulo cinco, *Desenvolvimento de kit didático sobre eletroforese através de projeto do Pibic-Jr e as aplicações no ensino de Biologia*, no qual César Silva Xavier e Danielle Pereira Cavalcanti, do Mestrado Profissional em Formação Científica para Professores de Biologia da UFRJ, apresentam o processo de desenvolvimento de um kit didático de eletroforese por alunos do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico, bolsistas de Iniciação Científica Júnior, para o ensino prático/teórico de conteúdos relacionados à biotecnologia e tecnologias do DNA na escola.

No sexto e último capítulo, intitulado *Ensino de sistemas de equações e inequações lineares no contexto da administração: experiências com pesquisa operacional*, Lauro Chagas e Sá, Briane Costa de Oliveira Guaitolini, Luciene Torezani Alves e Rômulo Augusto Machado Neto compartilham a validação de uma proposta de trabalho com turmas de alunos do Curso Técnico em Administração. Os autores tratam do conteúdo de Programação Linear, tradicionalmente utilizado para resolver problemas de empresas, analisando suas potencialidades pedagógicas no ensino de matemática com alunos da educação profissional.

Sugerimos aos leitores que aproveitem os textos e se sintam motivados a experimentarem em suas salas de aulas algumas destas propostas que apresentam diferentes experiências no contexto da Educação Profissional e Tecnológica.

Lauro Chagas e Sá (Org.)



# UMA PROPOSTA DE ENSINO PARA O DESENHO TÉCNICO NO INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

*Janaina Carneiro Marques, Antônio Henrique Pinto*

## 1 INTRODUÇÃO

A pesquisa em tela foi desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (Educimat) do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes). O objetivo principal consistiu em investigar novas formas de ensinar o Desenho Técnico, a fim de promover experiências que valorizassem os saberes historicamente construídos e incentivassem os estudantes a buscarem a apropriação das objetivações humanas, evidenciando a importância do conhecimento técnico-científico em suas várias dimensões, por meio da História da Arquitetura, da Matemática e da Arte, no intuito de proporcionar a aprendizagem integrada.

Destarte, planejamos algumas ações como a formação de um grupo de pesquisa com estudantes do curso técnico em Eletrotécnica do Ifes *campus* Vitória, atores da pesquisa, no intuito de estudar os conteúdos proporção, perspectiva e projeção ortogonal associando-os à História da Arquitetura e à Matemática, valorizando o desenho manual e utilizando como recursos educativos as Artes Visuais e a computação gráfica.

Debatemos e avaliamos as experiências vivenciadas no grupo de pesquisa a fim de propor colaborativamente novas formas de ensino do Desenho Técnico que possam somar-se às práticas existentes; desenvolvemos recursos educativos para o ensino do Desenho Técnico por meio da computação gráfica com a colaboração dos

atores pesquisadores; divulgamos o material elaborado pelo grupo de pesquisa (artigos, maquetes, animações, relato das oficinas), disponibilizando-o em endereço eletrônico (site), para ilustrar os conceitos de Desenho Técnico relacionados aos conteúdos escolhidos, possibilitando aos estudantes a chance de rever o material sempre que necessitarem e, ainda, compartilhar os resultados desse trabalho com outros professores.

De modo a apresentar tal pesquisa, esse trabalho está dividido em cinco seções, incluindo a introdução. Na segunda seção construiremos um histórico do Desenho Técnico, na terceira relacionaremos o Desenho Técnico com a Matemática e com a História da Arquitetura. Na quarta, apresentaremos a metodologia, que se aproxima dos princípios da Pesquisa-ação. Por fim, relataremos a experiência com o grupo de pesquisa e as atividades elaboradas para os conteúdos elencados e, por último, apresentaremos as conclusões.

## 2 O DESENHO TÉCNICO

Para Artigas<sup>3</sup> (1967) a palavra desenho é portadora de um conteúdo semântico que pode ser comparado a um espelho, no qual se reflete todo o lidar com a arte e a técnica ao longo da história. Ao estudá-la é possível desvendar o que ela contém de trabalho humano aperfeiçoado durante o longo fazer histórico. O fazer histórico

---

3 O arquiteto João Batista Vilanova Artigas (1915 – 1985) formou-se pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) em 1937. Foi um dos fundadores da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da mesma Universidade, em 1948. Em 1962, liderou um movimento de reforma do ensino que influenciou várias faculdades de Arquitetura brasileiras. Membro ativo do Instituto dos Arquitetos do Brasil elaborou cerca de 700 projetos, dentre esses o edifício da FAU-USP e o Estádio do Morumbi. Sua produção arquitetônica fez parte do movimento denominado “Escola Paulista” e recebeu prêmios internacionais como o Jean Tchumi (1972) e Auguste Perret (1985). Fonte: <http://vilanovaartigas.com/cronologia/por-tipo/biografia>.



abrange dois aspectos: o domínio da natureza e a produção de relações entre os homens. Segundo Artigas, nesse dualismo se encontra o conflito entre a técnica e a arte e justifica: “Uma técnica para a apropriação da natureza e o uso desta técnica para a realização do que a mente humana cria dentro de si mesma. Um conflito que não separa, mas une” (ARTIGAS, 1967, p. 108).

Enquanto linguagem, a origem do desenho ocorreu no grafismo paleolítico e certamente nasceu antes da linguagem oral. O ato de desenhar requer técnica, guarda em si uma intenção e, mesmo na sua forma mais primitiva, já apresentava traços do pensamento científico (ARTIGAS, 1967).

Segundo Ching (2012), desenhar é o processo ou técnica de representação de algo (objeto, cena, ideia), por intermédio de linhas, em uma superfície. É a principal forma pela qual organizamos e expressamos pensamentos e expressões visuais. Portanto, não é somente uma expressão artística, mas também um instrumento prático para formular e solucionar problemas de projeto.

Os primeiros registros de desenhos em forma de planta, elevação, cortes, ou seja, a representação de edificações tridimensionais em duas dimensões, foram eternizados no “De Architectura Libri Decem”, tratado da antiguidade codificado por Vitruvius redescoberto em 1414, no Renascimento, em um mosteiro em St. Gall, na Suíça. Foi reeditado e publicado na mesma data do tratado “De Re Aedificatoria”, de Alberti, no qual também foram detectados desenhos por meio de vistas ortogonais (CATTANI, 2001 citado por PANISSON, 2007). O desenho se fortaleceu nesse período histórico, visto que os renascentistas resgataram o humano em diversos sentidos e o desenho é resultado do trabalho humano (ARTIGAS, 1967).

No Renascimento também ocorreu a descoberta da perspectiva por Brunelleschi, o que possibilitou a execução de projetos complexos, por facilitar a compreensão dos mesmos. Nesse sentido, Artigas (1967) analisa:

No Renascimento o desenho ganha cidadania. E se de um lado é risco, traçado, mediação para expressão de um plano a realizar, linguagem de uma técnica construtiva, de outro lado é desígnio, intenção, propósito, projeto humano no sentido de uma proposta do espírito. Um espírito que cria objetos novos e os introduz na vida real (ARTIGAS, 1967 *apud* LIRA; ARTIGAS, 2004, p. 112).

De acordo com Ching (2011), mesmo com o avanço da tecnologia, o desenho manual tem o potencial de superar o achatamento de uma superfície bidimensional e representar desenhos tridimensionais da arquitetura de forma clara, legível, convincente. Para tanto é preciso aprender a executar e ler a linguagem gráfica do desenho. O ato de desenhar não é só uma questão técnica, é também uma ação cognitiva que envolve percepção visual, avaliação e raciocínio de dimensões e relacionamentos espaciais.

Uma pessoa que possui habilidade espacial pode mentalmente manipular, girar, torcer ou inverter uma figura representada. Consegue imaginar a vista ortogonal frontal, lateral e de cima de um objeto (MONTENEGRO, 2005). A habilidade espacial é uma capacidade humana que pode ser estimulada ou abandonada; no último caso algumas regiões cerebrais passam a se deteriorar ou a exercer outras funções. Porém, quando estimulada, por meio de aplicação direta numa atividade ou por meio de exercícios que envolvam rotação mental de figuras, reconhecimento de rostos, leitura de mapas, analogias de formas, vistas de perspectivas de vários ângulos, interpretação múltipla de uma mesma figura, ocorre o desenvolvimento da visão espacial (MONTENEGRO, 2005). Esta função cognitiva é formada por várias outras habilidades que permitem identificar relações de posição, direção, tamanho, forma e distância entre objetos. Ela proporciona a percepção dos detalhes ou os agrupa em conjuntos (MONTENEGRO, 2005).

O Desenho Técnico é uma ferramenta utilizada no desenvolvi-

mento e na comunicação de ideias, conceitos e projetos. Para Ribeiro et al. (2011) é uma forma de expressão gráfica que tem por finalidade a representação, a dimensão e o posicionamento dos objetos, de acordo com as necessidades requeridas pela Arquitetura e pelas várias modalidades de Engenharias. Utiliza linhas, números, símbolos e indicações escritas normalizadas internacionalmente. É definido como linguagem gráfica universal da Arquitetura e das Engenharias.

No século XVIII, por intermédio dos trabalhos do matemático francês Gaspard Monge, surgiu a geometria descritiva. O sistema criado por ele foi publicado em 1795, com o título “*Geometrie Descriptive*”, e é a base da linguagem utilizada pelo Desenho Técnico.

Com o advento da Revolução Industrial, ocorreu o fenômeno da standardização, que inclui a padronização da fabricação de mercadorias e a produção em série. Houve a necessidade de normatizar a geometria descritiva a fim de se criar uma forma única de interpretação de projetos para atender essas demandas. A comissão técnica da International Organization for Standardization (ISO) o fez. Esse processo ocorreu por meio do Desenho Técnico, que ganhou caráter de documento.

Assim, consideramos que o Desenho Técnico seja a aplicação dos princípios da geometria descritiva. Ele obedece a regras estipuladas mundialmente, deve comunicar uma ideia, conceito ou projeto de forma única, sem duplo significado ou múltiplas interpretações (SILVA, 2006).

Alguns docentes defendem a extinção do Desenho Técnico manual. No entanto, pesquisadores como Harris (2006) e Kempter (2012), os quais direcionaram suas pesquisas para o tema, experienciaram em sala de aula iniciar o Ensino do Desenho Técnico no computador e concluíram que tal método prejudicou o desenvolvimento da percepção espacial dos alunos, assim como aumentou o índice de reprovação. Logo, os autores chamam a atenção para a importância da fase instrumental da disciplina, na qual as várias funções cognitivas são desenvolvidas, mas também enfatizam a necessidade de inserção de tecnologia nas aulas, por meio da computação gráfica.

No ofício de arquiteto e de profissões que utilizam a expressão gráfica como linguagem, a grande base de expressão é o desenho manual, no entanto, a utilização do computador e a evolução da computação gráfica ampliaram as possibilidades de representação. Sobre essa nova dinâmica Montenegro (2005) expõe seu ponto de vista:

Ainda que os admiráveis recursos computacionais abreviem a representação e a modelagem virtual de figuras, permanece privativa da mente humana a criação de projetos, conseqüentemente, o usuário do computador continuará a ser solicitado a compreender como algumas coisas funcionam e a tomar decisões. Especialmente nos casos em que nem todos os dados ou variáveis estão disponíveis ou existem e, no entanto, uma decisão deverá ser tomada (MONTENEGRO, 2005, p. 7).

Para Veloso (2010), o conhecimento e a técnica agregados aos softwares, não deve substituir a busca do profissional por esse conhecimento e técnica. Portanto, a utilização da computação gráfica pode ser uma ferramenta que potencializa ou prejudica o ensino do Desenho Técnico e do projeto, vai depender da forma como será mediada pelo professor, visto que cada programa oferece seus recursos e limitações. Logo, se não houver um trabalho inicial, por meio do desenho manual, que desenvolva no estudante a percepção espacial, a criatividade, a imaginação e a capacidade crítica para tomada de decisões, ao utilizar a computação gráfica, o aluno será refém dos limites dos softwares.

Nesse sentido, a pesquisa que ora apresentamos buscou valorizar o desenho manual de perspectivas e vistas ortogonais e utilizou a computação gráfica como ferramenta para a elaboração de maquetes eletrônicas e animações que visaram facilitar a compreensão dos conteúdos elencados. Procurou também construir colaborativamente uma proposta de Ensino do Desenho Técnico contextualizada historicamente, mediada pela Matemática e pela História da Arquitetura. Assim, foi necessário o estudo dessas relações, como será exposto na próxima seção.

### 3 O DESENHO TÉCNICO E SUAS RELAÇÕES COM A MATEMÁTICA E A HISTÓRIA DA ARQUITETURA

Desde os tempos antigos a Arquitetura possui vínculo com a Matemática. Por meio dessa interseção foram desenvolvidas relações, teorias e novas técnicas de representação gráfica que ofereceram suporte à Arquitetura. De acordo com Ching (1999), uma relação matemática que tem sido utilizada desde a Antiguidade é a proporção conhecida como Seção Áurea.

Os gregos identificaram a predominância dessa relação nas proporções do corpo humano. Passaram a considerar esse sistema de proporção como algo divino, a Divina Proporção, devido à harmonia visual que proporcionava. Acreditavam que tanto a humanidade quanto os santuários deveriam pertencer a uma ordem mais elevada, logo utilizavam essas mesmas proporções na Arquitetura.

Vitrúvio, arquiteto e engenheiro romano, produziu o único tratado de arquitetura da Antiguidade de que se tem registro. Em seus escritos, descreveu características e técnicas da arquitetura grega e romana e suas proporções, associando-as às do corpo humano, com base na Seção Áurea (o homem vitruviano). Os projetos arquitetônicos deveriam ser baseados nas dimensões do corpo. Esse tratado, denominado *Architectura Libri Decem*, é composto por dez livros e, segundo historiadores, foi redescoberto no Renascimento e influenciou significativamente a Arquitetura Renascentista.

Na Idade Média, uma progressão registrada que se aproxima da Seção Áurea é a sequência Fibonacci, composta por números inteiros (1,1,2,3,5,8,13...). Cada termo é a soma dos dois termos anteriores, a razão entre dois termos consecutivos tende a um valor conhecido como “número de ouro” [ $\Phi = 1,618...$ ]. Ele demonstra afinidade com a proporção Áurea na medida que a série tende ao infinito e também foi muito aplicado à Arquitetura. Várias estruturas como sequência de retângulos áureos, espiral logarítmica, sequência de pentágonos e pentagramas podem ser relacionados tanto à sequência Fibonacci quanto à Razão Áurea.

No Renascimento os arquitetos também utilizavam a Divina Proporção em suas obras. Segundo Ching (1999, p. 298), eles consideravam que “A Arquitetura era Matemática traduzida em unidades espaciais”. As partes e o todo das obras arquitetônicas tinham proporções baseadas em relações matemáticas. Nesse período destacaram-se vários arquitetos italianos como Brunelleschi, Alberti, Palladio e Leonardo da Vinci.

Outra relação entre a Matemática e a Arquitetura foi desenvolvida na Renascença: a perspectiva linear. Essa descoberta representou um divisor de águas no que diz respeito à representação gráfica. Naquele momento o arquiteto estabelecia uma nova forma de pensar o espaço, uma forma mensurável, que seguia normas matemáticas. Essa nova técnica foi e é amplamente utilizada não só na Arquitetura e nas Engenharias, como também nas Artes Plásticas (pintura, escultura, cenografia etc.).

Heydenreich (1998) afirma que Brunelleschi, homem de formação multidisciplinar (ourives, com formação matemática e mecânica), criou uma maneira própria de compatibilizar o conhecimento teórico e científico. Ele foi o inventor da ciência da construção em perspectiva. Esse fato, além de representar um novo sentido de proporções e harmonias arquitetônicas, possibilitou novas formas estruturais e técnicas de construção.

Ao analisar a importância da perspectiva criada no Renascimento na concepção de projeto de Arquitetura, Argan (1999) afirma que a perspectiva já não é considerada a lei de sensação ótica, mas a lei construtiva do próprio espaço. Essa técnica passou a ser utilizada nos estudos de proporções, de relação entre as partes e o todo, se tornou ferramenta fundamental na concepção arquitetônica.

Posteriormente, com o advento da Revolução Industrial, no século XVIII, contexto no qual a produção deixou de ser artesanal e passou a ser padronizada e em grande quantidade através da utilização de máquinas, surge a Geometria Descritiva, sistematizada por Gaspar Monge. Por meio da Geometria Descritiva foi desenvolvida a técnica da dupla projeção ortogonal, na qual se obtém a verdadeira grandeza dos objetos, o que representou um grande avanço na padronização e aumento da produção industrial.

De acordo com Monge (1799), o objetivo da Geometria Descritiva consiste em estabelecer métodos que permitam a representação de objetos que possuem altura, largura e profundidade em um papel de desenho. O que ele propõe é que situações espaciais possam ser expressas por meio de representações planas que tenham a propriedade de definir um objeto, suas medidas e formas. Deve-se alcançar o nível de abstração no qual, ao visualizar as representações planas (vistas ortogonais) desse objeto, consiga-se imaginar e executar sua perspectiva e vice-versa (PANISSON, 2007).

Projeção ortogonal é a representação gráfica de um objeto no espaço sobre planos de projeção. Pelo processo da dupla projeção sistematizado por Monge determinamos duas projeções de um objeto, isto é, duas vistas ortogonais. Imaginamos o objeto no primeiro diedro e as projetantes ortogonais passando por este, encontrando os planos de projeção e formando as vistas ortogonais nesses planos. Posteriormente fazemos o rebatimento do plano horizontal sobre o plano vertical, obtendo assim a épura do objeto que apresenta a vista frontal (ou vista de frente), que mostra o comprimento e a altura do sólido; a vista superior (ou vista de cima) que apresenta comprimento e largura do mesmo.

Diante desse resgate histórico, percebemos ser importante que o estudante não aprenda somente técnicas, como vem ocorrendo em alguns cursos técnicos, mas também estude o contexto no qual determinada técnica surgiu, com qual finalidade, o que representou e qual importância tem na atualidade e na sua realidade.

Assim, para a construção de uma proposta de ensino do Desenho Técnico, interdisciplinar e contextualizada historicamente, constatamos a necessidade de compreender os anseios e as demandas dos alunos. Dessa forma, buscamos uma metodologia que sinalizasse nessa direção, conforme descreveremos na próxima seção.

## 4 METODOLOGIA

Por objetivar intervenção na realidade pesquisada e a colaboração entre os integrantes da pesquisa, o trabalho se aproxima da pesquisa-ação, uma modalidade de pesquisa qualitativa. Na pesquisa-ação, a colaboração entre os participantes da pesquisa no planejamento e na execução das propostas possibilita estabelecer a reflexão e a avaliação em todas as etapas da pesquisa. Assim, todos contribuem com a transformação de situações que se configuraram como objeto de estudo (THIOLLENT, 2011).

A interação entre pesquisador e participantes que, no caso desse trabalho, são os alunos, promove a troca de conhecimento e também a possibilidade de diagnosticar os anseios dos estudantes. Tal prerrogativa é muito importante para se atingir os objetivos da pesquisa, que são reavaliados de acordo com os interesses de todo o grupo.

Tendo em vista esses princípios, convidamos alunos do curso técnico em Eletrotécnica, do qual somos docentes, para formarmos um grupo de pesquisa, a fim de discutirmos seus anseios, pontos de vista e sugestões para construirmos juntos uma proposta de Ensino do Desenho Técnico. Como aporte teórico dialogamos com a Psicologia Histórico-Cultural, elaborada por Vigotski (2009, 2010) e seus seguidores. Tal aporte teórico considera fundamental a mediação do professor de modo a favorecer a apropriação do conhecimento sistematizado.

Nas reuniões, utilizamos os momentos propostos por Saviani (2011) na Pedagogia Histórico-Crítica:

[...] isso significa que a educação é entendida como mediação no seio da prática social global. A prática social põe-se, portanto, como o ponto de partida e o ponto de chegada da prática educativa. Daí decorre um método pedagógico que parte da prática social em que professor e aluno se encontram igualmente inseridos, ocupando, porém, posições distintas, condição para que travem uma relação fecunda na compreensão e no encaminhamento da solução



dos problemas postos pela prática social. Aos momentos intermediários do método, cabe identificar as questões suscitadas pela prática social (problematização), dispor os instrumentos teóricos e práticos para a sua compreensão e solução (instrumentalização) e viabilizar sua incorporação como elementos integrantes da própria vida dos alunos (catarse) (SAVIANI, 2011, p. 422).

Nesse contexto, a partir do conhecimento dos momentos pedagógicos vistos não como um passo a passo didático, o grupo de pesquisa construiu sugestões de atividades a serem aplicadas em sala de aula. Essas foram debatidas, analisadas e avaliadas.

## 5 INTERVENÇÃO

A intervenção foi composta por quatro partes nas quais abordamos os conteúdos proporção, perspectiva, projeção ortogonal, modelagem em três dimensões e animações. Na primeira parte, por meio do trabalho cooperativo e da sensibilização no que diz respeito à importância do Desenho Técnico e da sua relação com várias áreas do conhecimento, escolhemos como elemento mediador a poesia. Adotamos Cecília Meireles, escritora e poetisa brasileira. Trabalhamos com o poema “O Desenho”, de 1963, que compõe o livro “O Estudante Empírico”. Os versos foram distribuídos separadamente para os estudantes que, em conjunto, os organizaram em uma ordem que julgaram lógica e, posteriormente, debateram sobre a mensagem da poesia.

Na expectativa de atingir a formação integral, multidisciplinar, emancipadora e romper com a que trata o homem como máquina e defende cada vez mais a especialização do conhecimento e do trabalho, proporcionando uma formação desintegrada e alienada, recorreremos ao cinema. Utilizamos um trecho do filme “Tempos

Modernos” (1936), de Charles Chaplin. Dialogamos sobre trabalho, ensino técnico e formação multidisciplinar do estudante, possibilitando uma leitura crítica da realidade que circunda os discentes.

Como modo de introduzir o assunto, utilizamos parte do desenho animado “Donald no país da Matemática” (1959), que de forma descontraída e divertida relaciona a Matemática com diversos campos do conhecimento. Aborda assuntos da matemática (pentágono, pentagrama, proporção áurea), contextualizando-os historicamente e mostrando suas aplicações na natureza, na Arquitetura, na música etc. A fim de aprofundarmos o conhecimento, fizemos uma breve apresentação, abordando proporção e seu contexto histórico.

Para aplicar o conceito de proporção, de modo a viabilizar sua incorporação como elemento integrante da realidade dos alunos (catarse), utilizamos como recurso a arte em mosaico. Um dos arquitetos que usou essa técnica foi Antoni Gaudí. Fizemos uma breve apresentação sobre o artista e exibimos uma animação sobre uma de suas obras, a casa Batlló. O vídeo Love Casa Batlló foi produzido e premiado em 2013, no Festival de filmes turísticos de Riga (capital da Letônia). Retrata a obra como um ser vivo, fazendo menção à grande imaginação e criatividade de Gaudí. Também mostra a técnica do mosaico utilizada na edificação.

Posteriormente propusemos uma tempestade de ideias para a construção do mosaico coletivo, a fim de que os estudantes pudessem vivenciar o conceito de proporção. Em grupo, eles discutiram o conceito, as didáticas apresentadas e, a partir disso, buscaram apresentar, por meio de croquis feitos nos diários de bordo, suas ideias para a criação do mosaico. Surgiram três ideias principais baseadas na Razão Áurea que, posteriormente, foram mescladas e digitalizadas por meio do programa AutoCAD. O projeto foi impresso e transferido para a base de madeira com folhas de carbono. Os estudantes cortaram as peças cerâmicas, colaram na base de madeira e rejuntaram o mosaico.

De modo a avaliar a proposta de reformulação do ensino do Desenho Técnico a partir de uma construção coletiva, promovemos

uma discussão para analisar a opinião e as impressões dos participantes. Em geral, os estudantes aprovaram as atividades realizadas pelo grupo e sugeriram que, em outras turmas, o mosaico fosse feito menor e por grupos com menos integrantes, para diminuir o tempo gasto em sua execução. Fizeram também associações espontâneas do conhecimento adquirido em sala de aula e o conhecimento cotidiano. Um dos alunos associou o conhecimento apropriado nos encontros sobre proporção ao livro “O Código da Vinci”, de Dan Brown, que, na trama, cita a Proporção Divina (Razão Áurea).

Na segunda parte da intervenção, trabalhamos o conteúdo perspectiva. Optamos por introduzir o tema por meio da música “Ponto de Vista”, de Edu Krieger e João Cavalcanti. Após a exibição do vídeo do grupo Casuarina interpretando a canção, abrimos um debate sobre o assunto. Nesse momento, conversamos sobre “ponto de vista”, que é um dos conceitos básicos da técnica da perspectiva. O objetivo era que os participantes identificassem o significado da palavra perspectiva por meio da música, assim como percebessem que um termo criado tecnicamente, no Renascimento, influenciou a linguagem e se tornou uma expressão recorrente no cotidiano.

Após a primeira parte, os participantes foram divididos em dois grupos e convidados a buscar o conceito de perspectiva por meio de textos que apresentavam sua definição e história. Em um varal foram penduradas imagens que remetiam ao texto: fotos de obras arquitetônicas, de pinturas, esculturas, etc. As imagens selecionadas foram: Catedral de Florença, o Panteon, o Coliseu, pinturas de Escher, a Vila Rotonda, o Tempieto, o Vila Savoe, croquis de Niemeyer, entre outras. Cada participante escolheu duas imagens e depois, em grupo, os alunos elaboraram cartazes, relacionando o texto estudado com as imagens e, após a confecção, realizaram a apresentação dos trabalhos.

A fim de ilustrar e complementar as informações observadas no texto e nas imagens da dinâmica descrita, escolhemos uma animação criada pelo canal *National Geographic*, que retrata como o arquiteto

Bruneleschi, inventor da técnica de perspectiva, projetou e executou o domo da Catedral de Florença, grande realização para sua época.

Dando continuidade às atividades, trabalhamos os conceitos envolvidos no conteúdo perspectiva. Apresentamos os princípios básicos da técnica, como ponto de vista, ponto de fuga, linha do horizonte, posição do objeto, perspectiva com um e dois pontos de fuga.

Baseados no debate construído e na técnica da perspectiva estudada, cada participante recebeu papel e lápis para desenho, a fim de praticar os conceitos estudados. Para incentivar a formação da visão espacial, utilizamos como recurso o desenho de observação à mão livre (croquis). Iniciamos o desenho de perspectiva com um objeto simples, uma caixa. Na atividade seguinte, realizamos outra prática de desenho de observação, cujo objeto era uma maquete cerâmica de uma casa. A atividade em sequência foi o desenho da perspectiva da Vila Savoye, do arquiteto Le Corbusier. Foi feita uma breve apresentação sobre o arquiteto e sua obra e, em seguida, os participantes fizeram a perspectiva da edificação, a partir de uma foto projetada no quadro.

Na terceira parte da intervenção, o assunto abordado foi projeção ortogonal, mais especificamente vistas ortogonais. Então iniciamos uma apresentação interativa sobre o assunto e solicitamos que o diário de bordo estivesse em mãos, pois, durante a apresentação, inserimos diversas atividades que envolviam desenho de croquis.

Durante o encontro, utilizamos a Arquitetura e sua história para vivenciar o conteúdo. Entre as obras escolhidas estavam as pirâmides do Egito. Por meio de perguntas, provocamos um resgate histórico que envolvia denominação, localização, finalidade e método construtivo das pirâmides de Gizé. Posteriormente, pedimos que cada aluno desenhasse em seu diário de bordo as três vistas principais de uma das pirâmides (vista frontal, vista superior e vista lateral esquerda). Solicitamos voluntários para irem ao quadro desenhá-las e discutimos o resultado dessa atividade.

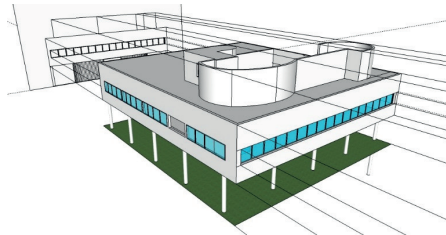
Na atividade seguinte, utilizamos uma maquete eletrônica (desenho digital em três dimensões), elaborada no software

“sketchup”. A maquete escolhida foi uma obra já estudada pelos alunos no encontro sobre perspectiva: a Vila Savoye. No entanto, nessa atividade, baseados no posicionamento da obra no “sketchup”, que possibilita ver a casa de frente, de cima e de lado, os alunos desenvolveram as vistas frontal, superior e lateral esquerda.

A quarta parte da intervenção consistiu em um minicurso do software de modelagem em três dimensões “Sketchup”. A proposta era elaborar a maquete eletrônica da Vila Savoye e, a partir desta, animações que auxiliassem a compreensão do conceito de vista ortogonal. Essa obra foi escolhida como objeto de estudo porque já tinha sido trabalhada nas oficinas de perspectiva e projeção ortogonal, nas quais os estudantes executaram desenhos manuais (croquis) e tiveram a oportunidade de conhecer melhor a obra e sua história. Continuar trabalhando com a Vila Savoye foi uma forma de fazermos uma ligação entre as oficinas e facilitarmos a execução das maquetes e animações, visto que os estudantes já a conheciam.

Na animação, o objetivo foi demonstrar as linhas ortogonais passando pela edificação, encontrando e formando  $90^\circ$  com o plano de projeção e a formação das vistas da edificação no plano de projeção, como mostra a figura 1.

*Figura 1 – Projeção Ortogonal: Vista frontal da Vila Savoye projetada no plano, obtendo a fachada.*



Fonte: Trabalho desenvolvido pelos alunos e pela autora, 2016.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho apresentou uma investigação acerca de uma proposta de Ensino do Desenho Técnico. Buscamos estudar as relações entre Matemática e a História da Arquitetura, a fim de transformá-las em elementos mediadores integradores do conhecimento e utilizamos a Computação Gráfica como ferramenta didática no intuito de facilitar a apropriação dos conteúdos e o alcance aos níveis de abstração necessários ao desenvolvimento da visão espacial por parte do estudante.

A opção pela metodologia que se aproxima da pesquisa-ação proporcionou a participação dos atores da pesquisa também como pesquisadores e colaboradores na construção da proposta de Ensino do Desenho Técnico e na elaboração do produto educacional, permitindo também a avaliação das atividades em todas as etapas do processo educativo.

Na intervenção apresentamos uma proposta interdisciplinar de ensino do Desenho Técnico. Nosso intuito foi propor atividades que pudessem somar-se às didáticas já existentes no Desenho Técnico tradicional e promover experiências que valorizassem os saberes historicamente construídos e incentivassem os estudantes a buscarem a apropriação das objetivações humanas, evidenciando a importância do conhecimento técnico-científico em suas várias dimensões por meio da arte, do cinema, da música, da História da Arquitetura e da Matemática, proporcionando a aprendizagem integrada, permitindo ao educando a síntese desses conhecimentos.

A partir do conhecimento construído nas oficinas e das avaliações dos estudantes, iniciamos a etapa de elaboração de recursos educativos para o Ensino do Desenho Técnico. Criamos maquetes eletrônicas, animações e pesquisa teórica (artigos). O trabalho foi dividido entre os integrantes do GPDTEC e, dessa forma, cada um pôde contribuir.

Após a elaboração dos recursos educativos, divulgamos o projeto

por meio de um site, para ilustrar os conceitos de Desenho Técnico relacionados aos conteúdos escolhidos, a fim de que os estudantes possam rever o material sempre que necessitarem e também para compartilhar os resultados desse trabalho com outros professores. Nessa fase cada participante elaborou uma parte do site disponível no endereço [www.pesquisadesenhotecnicoifes.webnode.com](http://www.pesquisadesenhotecnicoifes.webnode.com).

Assim alcançamos todos os objetivos que havíamos traçado e acreditamos que a pesquisa tenha contribuído com a construção de uma proposta de Ensino do Desenho Técnico mais atrativa e emancipadora, que somando-se às técnicas instrumentais já utilizadas, colaborará com o aumento do conhecimento técnico, ampliando a formação profissional e humana dos estudantes. Dessa forma, consideramos que as atividades apresentadas na intervenção contribuíram com a transformação da prática social dos alunos participantes e da professora, tendo em vista que passamos a ver o Ensino do Desenho Técnico de outra maneira, agora percebendo-o em múltiplas dimensões.

Portanto, após a validação da proposta pelo grupo de pesquisa, somando-se às valiosas contribuições detectadas nas avaliações das atividades vivenciadas nas oficinas e ao material produzido pelo grupo, buscaremos incorporar a proposta em nossa prática como docente da disciplina Desenho Técnico, bem como promoveremos discussões com outros professores do Instituto Federal do Espírito Santo na tentativa de compartilhar os resultados da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ARGAN, G. *História da arte italiana: De Giotto a Leonardo*. São Paulo: Cosac Naify, 2013.

ARTIGAS, V. (1967). O Desenho. In: LIRA, J. T C.; ARTIGAS, R. *Caminhos*

da *Arquitetura*. São Paulo: Cosac Naify, 2004. p. 108-118.

CATTANI, A. *Recursos informáticos e telemáticos como suporte para formação e qualificação de trabalhadores na construção civil*. Tese (Doutorado em Informática na Educação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, CINTED, PGIE, Porto Alegre, 2001. Disponível em: <[www.ufrgs.br/des](http://www.ufrgs.br/des)>.

CHING, F. D. K. *Arquitetura, forma, espaço e ordem*. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

CHING, F. D. K. *Representação gráfica em arquitetura*. Porto Alegre: Bookman, 2011.

CHING, F.; JUROSZEK, S. *Desenho para arquitetos*. Porto Alegre: Bookman, 2012.

HARRIS, A. *Aplicação e resultados de uma nova didática para a disciplina de desenho técnico no curso de engenharia civil da FEC-Unicamp*. In: 5º EREG/NE – Encontro Regional de expressão gráfica. Educação gráfica – perspectiva histórica e evolução. Salvador, BA, ago. 2006.

HEYDENREICH, L. H. *Arquitetura na Itália 1400-1500*. Tradução de Maria Thereza Rezende. São Paulo: Cosac Naify, 1998.

KEMPTER, E. et al. *Desenho técnico aplicado aos cursos superiores de tecnologia ambiental e construção civil*. In: XI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Belém, PA, 2012.

MIGUEL, J. *Brunelleschi: o caçador de tesouros*. Vitruvius, 2003.

MONTENEGRO, G. A. *Inteligência visual e 3D: Compreendendo conceitos básicos da geometria espacial*. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.



PANISSON, E. *Gaspar Monge e a sistematização da representação gráfica na arquitetura*. 2007. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

RIBEIRO, C. A.; PERES, M. P.; IZIDORO, N. *Apostila de desenho técnico mecânico*. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, 2011.

SAVIANI, D. *História das ideias pedagógicas no Brasil*. Campinas: Autores Associados, 2011.

SAVIANI, D. *Pedagogia Histórico-Crítica: primeiras aproximações*. Campinas: Autores Associados, 2011.

SILVA, A.; RIBEIRO, C.; DIAS, J.; SOUZA, L. *Desenho técnico moderno*. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

THIOLLENT, M. *Metodologia de pesquisa-ação*. São Paulo: Cortez, 2011.

VELOSO, P. L. A. *Modelagem digital na arquitetura contemporânea*. In: I Encontro Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo (ENANPARQ), Rio de Janeiro, 2010.

VIGOTSKI, L. S. *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

\_\_\_\_\_. *Psicologia pedagógica*. Tradução do russo. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

# APRENDIZAGENS DE ALUNOS DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL A PARTIR DA CONSTRUÇÃO DE UMA MAQUETE ELETRÔNICA

*Lauro Chagas e Sá, Fabricio Bortolini de Sá, Sandra Aparecida Fraga da Silva*

## 1 INTRODUÇÃO

Durante certo período da história, percebemos que o ensino de Matemática para alunos da Educação Profissional foi caracterizado por um modelo de educação denominado bancário por Paulo Freire, no qual “o educador aparece como seu indiscutível agente, como o seu real sujeito, cuja tarefa indeclinável é ‘encher’ os educandos dos conteúdos de sua narração” (FREIRE, 1996b, p. 33). Neste modelo, conteúdos se apresentam como retalhos da realidade que estão desconectados da totalidade em que se engendravam.

No ano de 2008, a lei nº 11.892, que instituiu a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica do Brasil, criando os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, também gerou uma modificação em atividades realizadas nas instituições de ensino. Segundo Pacheco (2011), o fazer pedagógico desses institutos revela sua decisão de romper com um formato que lida com o conhecimento de forma fragmentada, uma vez que os institutos percebem a pesquisa como princípio educativo e científico e as ações de extensão como forma de diálogo com a sociedade.

A partir da constatação de Pacheco (2011), iniciamos em novembro de 2014 vários projetos de Feiras de Ciência, Engenharia e Matemática, desenvolvidos por alunos dos cursos técnicos em

Automação Industrial e Administração – ambos integrados ao Ensino Médio. Os primeiros projetos de Feira de Matemática tiveram como título “A razão áurea em logomarcas de organizações atuantes no Brasil”, “Matemática e Arte: um estudo sobre as isometrias utilizadas nas obras de Escher” e “Teoria de Grafos para o Ensino Médio: possibilidades a partir do uso de maquetes eletrônicas”.

Neste contexto, este capítulo apresenta recorte de pesquisa de mestrado (SÁ, 2016), de natureza qualitativa, que investigou aprendizagens discentes durante a construção e utilização de uma maquete eletrônica para ensino da Teoria de Grafos, um dos projetos da Feira de Matemática. Adotamos como formato metodológico a pesquisa-ação, considerando a participação de alunos e professores do curso técnico em Automação Industrial do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Linhares, na construção da maquete eletrônica que proporcionou a abordagem de grafos com estudantes de ensino médio da rede estadual de educação.

Apesar do foco inicial da pesquisa estar na utilização da maquete eletrônica por alunos de ensino médio da rede estadual de educação, julgamos importante também identificar aprendizagens dos alunos-pesquisadores da educação profissional, no movimento da pesquisa-ação que oportunizou a criação do recurso. Nas páginas a seguir, responderemos às seguintes perguntas: como se deu a interação ciência e tecnologia no projeto da feira de matemática? Quais conteúdos foram mobilizados durante o movimento da pesquisa-ação e como aconteceu essa mobilização?

## **2 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS**

Com base no que Paulo Freire escreve sobre a educação, é possível afirmar que, para ele, a educação profissional deve ser entendida como um processo de formação humana: “a formação técnico-científica

de que precisamos é muito mais do que puro treinamento ou adestramento para uso de procedimentos tecnológicos” (FREIRE, 2000, p. 101<sup>4</sup> *apud* MANFREDI, 2010, p. 140). Para Manfredi (2010), é possível afirmar que as ideias de Freire se aproximam mais da concepção que faz da formação para o trabalho dentro de um processo mais amplo e complexo da formação humana. Nesse sentido, a formação técnica deve compreender conhecimentos técnicos/científicos em sua historicidade e com a função social e política.

Considerando as múltiplas contribuições das Feiras de Ciência e Matemática para alunos, comunidade escolar e sociedade, concordamos com Moura (1995, p. 7) que as Feiras de Ciências são vistas como “espaço de interação com as áreas de ciência e tecnologia; oportunidade de ensino e de aprendizagem para professores e alunos; e de desenvolvimento do aluno em suas dimensões sociais, afetivas, cognitivas e psicológicas”. A relação entre ciência e tecnologia, marcante no ensino de ciências naturais, também pode ser potencializada na área de matemática, a partir da realização de feiras. Silva e Tomelin (2008) reforçam esta ideia quando afirmam que as feiras ajudam a ampliar os conhecimentos em Matemática e em outras áreas.

Sobre o processo de investigação no ensino de Matemática, Skovsmose (2000) destaca que o paradigma do exercício, marcante na cultura escolar, pode ser contraposto a uma abordagem de investigação. Segundo o pesquisador, neste modo de se trabalhar, cria-se um cenário que convida os alunos a formularem questões e procurarem explicações. Assim, nas palavras de Skovsmose (2000, p. 81), “quando os alunos assumem o processo de exploração e explicação, o cenário para investigação passa a constituir um novo ambiente de aprendizagem”. O autor aponta que práticas de sala de aula planejadas num cenário para investigação diferem fortemente daquelas baseadas em exercícios. A distinção entre essas práticas deriva das “referências”

---

4 FREIRE, Paulo. *Pedagogia da indignação – cartas pedagógicas e outros escritos*. São Paulo: Editora Unesp, 2000.

que levam os estudantes a produzirem significados para os conceitos e atividades matemáticas. Diferentes tipos de referência são possíveis, uma vez que exercícios e atividades investigativas podem se referir à matemática e somente a ela, a uma semi realidade<sup>5</sup> ou a situações da vida real (SKOVSMOSE, 2000). Combinando a distinção entre os três tipos de referência e os dois paradigmas de práticas de sala de aula apresentados em Skovsmose (2000), obtém-se uma matriz com seis tipos diferentes de ambientes de aprendizagem:

*Tabela 1 - Ambientes de aprendizagem.*

	Paradigma do exercício	Cenário de investigação
<b>Referências à matemática pura</b>	Ambiente (1), dominado por exercícios da “matemática pura”, como cálculos literais e operações aritméticas sem contexto.	Ambiente (2), caracterizado como um ambiente que envolve números e figuras geométricas.
<b>Referências à semi realidade</b>	Ambiente (3), constituído por exercícios com referências a semi realidade.	Ambiente (4), onde a semi realidade é um convite para que os alunos façam explorações e explicações.
<b>Referências à realidade</b>	Ambiente (5), que contém exercícios baseados na vida real, como questões construídas a partir de matérias de jornal. Ainda assim, as atividades ainda estão estabelecidas no paradigma do exercício.	Ambiente (6), que se difere do (5) pelo convite à investigação. Pode ser construído em sala de aula com a realização de projetos.

Fonte: Adaptado de Skovsmose (2000).

5 Uma semi realidade é um mundo sem impressões dos sentidos, de modo que somente as quantidades mensuradas são relevantes. Além disso, toda informação quantitativa é exata. A combinação dessas características torna possível sustentar o pressuposto de que há somente uma resposta correta (SKOVSMOSE, 2000).

Apesar de ser uma simplificação, a tabela 1 nos permite refletir sobre como os ambientes influenciam na construção do conhecimento matemático. Ainda sobre a matriz, Skovsmose (2000, p. 79) destaca que “a linha vertical que separa o paradigma do exercício dos cenários para investigação é, por certo, uma linha muito ‘espessa’, simbolizando um terreno imenso de possibilidades”. Assim, percebemos que projetos de feira de matemática com alunos do ensino médio/educação profissional apresentam aspectos do ambiente de aprendizagem (6), constituído por uma abordagem investigativa com referência à realidade.

### 3 METODOLOGIA

Considerando as reflexões suscitadas a partir da relação entre teoria e prática, percebemos que a pesquisa-ação, de natureza qualitativa, emerge como uma possibilidade de abordagem investigativa na área de ensino de Matemática com muitas aproximações nesta pesquisa que ocorreu entre dezembro de 2014 e dezembro de 2015. A pesquisa-ação, segundo Fiorentini e Lorenzato (2009), é um processo investigativo de intervenção em que caminham juntas a prática investigativa, a prática reflexiva e a prática educativa. Para esses autores, na pesquisa-ação “o observador se introduz no ambiente a ser estudado não só para observá-lo e compreendê-lo, mas sobretudo para mudá-lo em direção que permitam a melhoria das práticas e maior liberdade de ação e de aprendizagem dos participantes” (p. 112). Nesta mesma perspectiva, Thiollent (2011, p. 85) destaca que a pesquisa-ação “promove a participação dos usuários do sistema escolar na busca de soluções aos seus problemas”. Em relação às etapas para realizar uma pesquisa-ação, cabe apontar que o método é o da espiral auto-reflexiva (FIORENTINI; LORENZATO, 2009), com suas fases de planejamento, de ação, de observação e de

reflexão, depois de um novo planejamento da experiência em curso.

A parte inicial da pesquisa, relativa à construção da maquete, foi desenvolvida com alunos do curso técnico em Automação Industrial Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (Ifes) – Campus Linhares. Nessa pesquisa, esses alunos-pesquisadores receberam os pseudônimos de Sabrina, Elis, Thiago e João. Dessa forma, a composição do grupo foi de quatro alunos do ensino médio integrado ao técnico em Automação Industrial do Ifes *campus* Linhares, um professor com formação em engenharia e um professor com formação em matemática, sendo este último o pesquisador de mestrado. Esta composição se manteve até dezembro de 2015, quando os alunos ensino médio integrado concluíram o curso e se desligaram da instituição.

As etapas da pesquisa-ação com os alunos do ensino médio compreenderam fase exploratória, realização de seminários internos (com outros alunos da instituição), registros em atas, construção da maquete eletrônica, apresentação do projeto em feiras e validação da proposta educativa em uma escola da rede pública. Neste trabalho, exploramos a relação entre ciência e tecnologia, identificadas a partir das conversas de *Whatsapp*<sup>6</sup>, de um formulário eletrônico e de um questionário, que se constituíram como instrumentos para produção de dados durante a pesquisa-ação.

#### 4 REFLEXÕES SOBRE A PRÁTICA

Durante o período exploratório – de definição do tema –, o grupo negociou uma abordagem metodológica, que poderia ser realizada

---

6 *WhatsApp Messenger* é um aplicativo de mensagens multiplataforma que permite trocar mensagens pelo celular sem pagar por SMS. Além das mensagens básicas, os usuários do *WhatsApp* podem criar grupos, enviar mensagens ilimitadas com imagens, vídeos e áudio.

com aplicações da Teoria de Grafos, sua história ou com jogos associados ao conteúdo, conforme trecho de conversa apresentado abaixo:

12/01/2015, 15h36 - Pesquisador: Boa tarde, pessoal! Como tem passado de férias? Estou escrevendo os projetos dos demais grupos. Se quiserem participar da Semana da Matemática, vocês precisam definir um tema até o fim do mês, ok? Abraços

12/01/2015, 15h53 - Elis : Ok 😊 Abraços!

12/01/2015, 15h59 - Thiago: Pode deixar, abraço!

12/01/2015, 16h00 - João: Você tem algum tema enxerga como prioritário ou mais interessante pra gente, professor?

12/01/2015, 16h00 - João: Tipo aquele de LKC e matrizes ou algum outro?

12/01/2015, 16h47 - Pesquisador: O interessante é que tenha algo para visualizar e manipular...

12/01/2015, 16h47 - Pesquisador: **LKC e LKT** são mais teóricos

12/01/2015, 16h47 - Pesquisador: Vcs poderiam fazer um stand com teorias e aplicações de Grafos

12/01/2015, 16h48 - Pesquisador: Aí poderiam falar da aplicação na Física

12/01/2015, 16h48 - Pesquisador: Na robótica (prof. Fernando [*nome fictício*] estudou isso e pode ajudar vcs)

12/01/2015, 16h48 - Pesquisador: E o jogo **sprouts** que falei da outra vez

12/01/2015, 16h52 - Elis: Show de bola. Vai ficar bem criativo 🙌

12/01/2015, 16h53 - Pesquisador: Se quiserem falar de outra coisa também... essas foram algumas ideias que tive

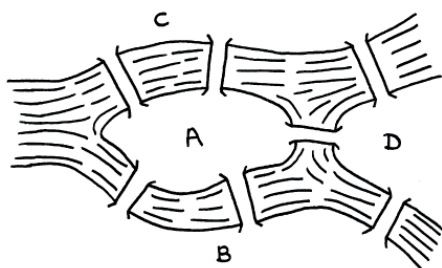
12/01/2015, 17h37 - Sabrina: Blz. Vamos olhar de forma mais detalhada e decidir



A primeira proposta de trabalho, destacada na conversa, refere-se às Leis de Kirchoff das Correntes (LKC) e das Tensões (LKT), abordadas na disciplina de Análise de Circuito de Corrente Contínua, do primeiro ano do curso técnico em automação industrial. Outra ideia surgida foi o Sprouts, um jogo de lápis e papel com propriedades matemáticas, inventado por John Horton Conway e Michael S. Paterson, na Universidade de Cambridge, no início dos anos de 1960. Após discutirem e analisarem as possibilidades, os alunos optaram por uma terceira abordagem: a construção de uma maquete eletrônica que retomasse o Problema das Sete Pontes de Königsberg, que deu origem à Teoria de Grafos – área da matemática que possui diversas aplicações na área da tecnologia<sup>7</sup> e que passou a ser considerado conteúdo de ensino médio do estado (ESPÍRITO SANTO, 2008).

O Problema das Sete Pontes de Königsberg foi discutido no século XVIII, quando os cidadãos de Königsberg, ao observarem que a cidade russa era composta por quatro áreas de terra separadas por um rio, fixaram a tarefa de cruzar cada uma das sete pontes apenas uma vez e, sendo possível, retornar ao ponto de partida.

*Figura 1 – Esboço da cidade de Königsberg*



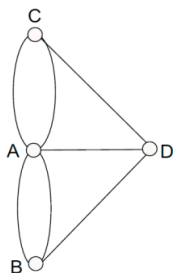
Fonte: Hopkins & Wilson, 2004, p. 198.

---

7      Dentre as várias aplicações da Teoria de Grafos, podemos citar o sistema de transporte metroviário e o sistema de buscas do Google.

A partir do Problema das Pontes de Königsberg, Leonard Euler criou um modelo matemático que simulasse a cidade russa, que é o que hoje chamados de grafo. Ele representou as porções de terra (ilhas e margens) por pontos e as pontes por linhas ligando esses pontos (figura 2). Apesar de não utilizar as denominações atuais da Teoria dos Grafos, Euler analisou a quantidade de pontes que incidiam em cada ilha e percebeu que só se poderia realizar um caminho passando em todas as pontes uma única vez se, e somente, cada porção de terra possuíse uma quantidade par de pontes.

Figura 2 - Grafo que representa a cidade de Königsberg.



Fonte: Adaptado de Malta (2008, p. 12).

Observamos as primeiras aproximações entre ciência e tecnologia no primeiro trimestre de 2015, com definição da maquete eletrônica como tema do trabalho e com a inclusão de um professor da área técnica do Ifes *campus* Linhares, com formação em engenharia elétrica. A inclusão desse novo participante do projeto foi importante, pois motivou os alunos a refletirem sobre os conteúdos já estudados em anos anteriores de modo a empreendê-los neste projeto. Um trecho a seguir exemplifica essa retomada:

16/04/2015, 17h52 - Elis: Eu e Sabrina conversamos com Fernando e decidimos que a forma mais eficiente de fazer o projeto eh usando **máquinas de estado**. Isso permite que determinemos condições pra que certa ação possa ser realizada. E eh disso que a gente precisa.

16/04/2015, 17h53 - Elis: O problema é que vai dar muito trabalho. Pra vc ter uma ideia, só a lógica no papel deve ocupar umas 14 folhas A3 kk. Mas eu acredito que a gente dá conta

16/04/2015, 21h52 - Pesquisador: Eu também acredito que vcs conseguirão

16/04/2015, 21h53 - Pesquisador: 😊

16/04/2015, 21h53 - Pesquisador: Mas vcs ja viram essa matéria ou precisarão estudar novamente?

16/04/2015, 21h53 - Thiago: A gente já viu. A única diferença é que a proporção vai ser muito maior.

16/04/2015, 21h54 - Sabrina: Éh... Serão 14 máquinas..

16/04/2015, 21h55 - Pesquisador: Ah sim. Mas pelo visto vcs vão usar bastante conhecimento técnico pra produzir a maquete, né?

16/04/2015, 21h57 - Sabrina: Sim

No primeiro projeto da maquete eletrônica, os alunos-pesquisadores planejaram utilizar dispositivos eletrônicos como LEDs (Light Emitting Diode, diodos emissores de luz), botoeiras pulsantes e uma placa de prototipagem eletrônica (Arduino<sup>8</sup>), para que os participantes pudessem interagir ao tentar solucionar o problema. Nesta primeira

---

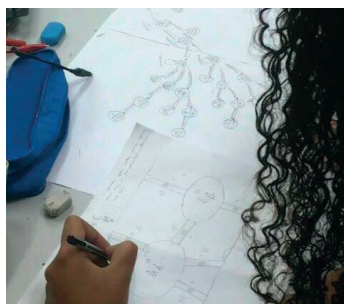
8 Arduíno é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre e de placa única, com linguagem de programação padrão, essencialmente C/C++. O objetivo do projeto Arduíno é criar ferramentas acessíveis, com baixo custo, flexíveis e fáceis de se usar tanto por profissionais quanto para amadores. Pode ser usado para o desenvolvimento de objetos interativos independentes, ou ainda para ser conectado a um computador hospedeiro. Uma típica placa Arduíno é composta por um microcontrolador, alguns conectores de entrada e saída digital e analógica, além de uma interface serial e/ou USB, para interligar-se ao hospedeiro, que é usado para programá-la em tempo real.

concepção de maquete, em cada uma das regiões haveria um botão e em cada ponte um LED. Assim, quando o participante escolhesse atravessar uma determinada ponte, este deveria pressionar o botão da região inicial e, em seguida, pressionar o segundo botão, da região de destino. Isso acenderia o LED da ponte que ligasse essas duas regiões, indicando que a ponte foi atravessada. Depois, o participante continuaria percorrendo o caminho na tentativa de resolver o enigma proposto.

Ao socializar esta proposta em um dos seminários, os alunos-pesquisadores notaram que o projeto necessitaria de acréscimos à programação, o que inviabilizaria a construção da maquete eletrônica até a feira da 4ª Semana da Matemática do Ifes, em maio de 2015. Sobre essas reflexões, corroboramos com Pacheco (2011), que destaca que o fazer pedagógico dos institutos rompe com um formato que lida com o conhecimento de forma fragmentada, uma vez que percebem a pesquisa como princípio educativo e científico.

A modificação do projeto diminuiu a complexidade do código de programação da maquete, permitindo que os alunos utilizassem a árvore de possibilidades, ou máquina de estados. Esta foi, para os alunos, uma forma confiável de construir a lógica do programa, ainda que precisassem listar todos os caminhos possíveis para implementá-lo na lógica de programação, como apresentado na figura 3.

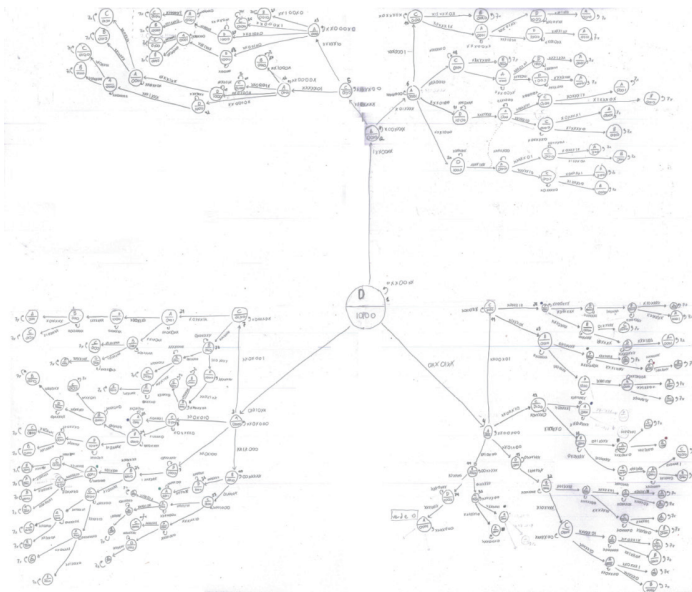
*Figura 1 - Sabrina construindo uma máquina de estados finitos.*



Fonte: Acervo dos pesquisadores, 2015.

As máquinas de estados finitos são modelos matemáticos usados para representar programas de computadores ou circuitos lógicos. Essas máquinas de estado podem modelar um grande número de problemas, entre os quais: a automação de design eletrônico, o projeto de protocolo de comunicação, a análise e outras aplicações de engenharia (OLIVEIRA, 2005). Por exemplo, a seguir temos a máquina de estado referente à ilha central com três pontes de acesso.

Figura 4 - Máquina de estado referente a uma ilha da maquete eletrônica.



Fonte: Acervo dos pesquisadores, 2015.

Ao analisar a máquina de estado apresentada anteriormente, percebemos que esta é representada por meio de um grafo direcionado (digrafo). Sobre esse aspecto, Oliveira (2005, p. 29) destaca que nesta estrutura “os vértices são os artigos e existe uma aresta do artigo A para o artigo B se, e somente se, A contém um link para B”. O autor ainda enfatiza que o desenvolvimento de algoritmos para

manipular grafos é um importante tema da ciência da computação, área de origem das máquinas de estado finito. Neste caso, observamos mais um caso de interação entre um elemento matemático – o grafo – e sua aplicação direta na área de tecnologia.

Na parte da programação, o método foi escolhido por seguir corretamente a máquina de estados. A linguagem de programação utilizada foi a C, única que os alunos conheciam até então; a interface de programação escolhida foi a MPLAB® X Integrated Development Environment (IDE), disponível no laboratório da escola. O microcontrolador utilizado inicialmente pertence à família PIC16<sup>9</sup> e possui um médio custo de mercado quando comparado a outros microcontroladores de capacidade similar. Desenvolvemos uma placa de circuito impresso utilizando o microcontrolador PIC16F877A e uma fonte de 5Vcc (volts em corrente contínua), conectadas a essa placa todas botoeiras e todos os LEDs da maquete. O principal motivo da troca foi o barateamento do custo de produção da maquete, visando a produção em larga escala e uma futura ampla distribuição para escolas públicas.

No segundo projeto, foram implementados novos botões e LED em cada localidade, ilha, margem ou ponte, e os botões principais passaram a ficar nas pontes. Veja o esquema a seguir sobre utilização da maquete eletrônica, com um trajeto aleatório:

---

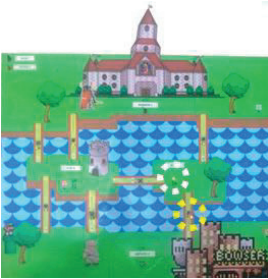
9 Os microcontroladores PIC – Programmable Interface Controller (Controlador de Interface Programável, em português) são uma família de microcontroladores que processam dados de 8, 16 e 32 bits. Possuem alta velocidade de processamento e são populares, tanto industrialmente como para hobbystas, graças ao seu baixo custo, ampla disponibilidade, grande base de usuários, extensa coleção de notas de aplicação, disponibilidade de ferramentas de desenvolvimento de baixo custo, ou grátis, e capacidade de programação serial e reprogramação com memória flash.



O usuário inicia a interação selecionando a ilha de partida, o que acende um LED verde. Nesse exemplo, o usuário optou por começar da margem sul.



Em seguida, o usuário pressiona o botão de uma das pontes que dão acesso à região onde ele está<sup>10</sup>, acendendo seu LED amarelo e indicando o novo local onde o usuário está com um LED verde. Nesse exemplo, ao sair da margem sul e ir para a ilha com a árvore, apagou-se o LED da margem sul e acenderam-se o da ponte percorrida e o da ilha da árvore.



Suponha que o trajeto continuou, indo da ilha da árvore para a ilha com a torre. Assim, apagou-se o LED da ilha da árvore, acenderam-se os da ponte recém-atravesada e da ilha da torre e manteve-se acesso o LED da ponte percorrida inicialmente.

10 Se o usuário pressionar o botão de uma ponte que não dá acesso à região onde ele se encontra, nada acontece. Exemplo: se estiver na margem sul e pressionar o botão da ponte que liga as duas ilhas.



Da ilha da árvore, considere que o usuário optou por ir para a margem norte, pela ponte maior. Dessa forma, apaga-se o LED da ilha da torre, acendem-se os da margem norte e o da ponte recém-atravesada e mantêm-se acesos os LEDs das pontes percorrida nas etapas 2 e 3.



Se o usuário optar por voltar para a ilha da árvore, apaga-se o LED da margem norte; acendem-se o verde da ilha da árvore e o amarelo da ponte recém-atravesada; e mantêm-se acesos os três amarelos das pontes utilizadas. Como não há mais possibilidade de deixar a ilha da árvore sem repetir nenhuma ponte, acende-se um LED vermelho no canto superior esquerdo, indicando fim das possibilidades de percurso. O usuário deve, então, pressionar o botão de reiniciar, que fica ao lado do LED vermelho.

A primeira apresentação da maquete em uma feira aconteceu na 4ª Semana da Matemática do Ifes, em maio de 2015. Até o evento, o grupo não havia conseguido unir todos os programas respectivos de cada ilha/margem. Isso ocorreu porque o microcontrolador utilizado não possuía memória suficiente para armazenar todas as linhas de programação. Devido a isso, no dia da apresentação, os alunos compilaram um programa por vez, ou seja, o participante escolhia uma ilha/margem para iniciar seu percurso e aguardava um momento para que o programa fosse compilado no computador. A partir deste momento, ele poderia utilizar a maquete eletrônica. Além desse contratempo, ao chegar ao evento, os alunos-pesquisadores identificaram problemas de funcionamento da maquete, decorrentes do transporte no trecho de Linhares à capital capixaba. Com apoio de professores do curso de



Eletrotécnica do *campus* Vitória, os estudantes conseguiram reparar a maquete a tempo para apresentação.

*Figura 5 – Alunos reparando os problemas na maquete eletrônica.*



Fonte: Acervo dos pesquisadores, 2015.

A segunda exibição do protótipo para ensino de grafos aconteceu na IV Feira de Ciência e Engenharia do Espírito Santo (Fecieng – ES). Segundo a organização do evento, esta feira incentiva a criatividade e a inovação em estudantes de educação básica por meio do desenvolvimento de projetos com fundamento científico nas diferentes áreas das ciências e engenharia. Na quarta edição da Fecieng – ES, cerca de 200 trabalhos foram inscritos e desenvolvidos por alunos e professores de escolas dos ensinos fundamental, médio e EJA, das redes Municipal, Estadual e Federal. Desses, 60 foram selecionados para apresentação no evento, que aconteceu entre os dias 27 e 29 de outubro de 2015. Para a IV Fecieng – ES, os alunos substituíram o microcontrolador PIC16F877A pelo PIC18F4550, que dentre outras vantagens, possui uma maior memória de programa que o anterior. Assim, os alunos conseguiram compilar toda a programação em um único microcontrolador, não sendo mais necessário o acompanhamento de um computador.

Além da interação entre elementos matemáticos e suas aplicações na área de tecnologia, durante a realização do projeto para feira de

matemática, os alunos retomaram diversos assuntos da área técnica, como exposto no quadro seguinte.

*Tabela 1 – Síntese dos conteúdos técnicos utilizados durante o projeto da maquete eletrônica.*

Conteúdo	Disciplina	Ano do curso
Circuito de <i>pull-up</i> e <i>pull-down</i>	Análise de Circuitos de Corrente Contínua / Instrumentação Básica	1º ano
Conhecimentos de programação	Lógica de Programação	1º ano
Circuitos Elétricos	Análise de Circuitos de Corrente Alternada	2º ano
Máquinas de estados finitos	Sistemas Digitais I	3º ano
Utilização de microcontroladores da família PIC	Sistemas Digitais I e II	3º e 4º anos

Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

Observamos, na tabela 2, que os conteúdos técnicos envolvidos na construção da maquete eletrônica foram apresentados aos alunos em todos os quatro anos de curso. Assim, ao retomarmos os conteúdos matemáticos e profissionais explorados, acreditamos ter desenvolvido um trabalho interdisciplinar. A partir da definição de Ramos (2005, p.116), percebemos como esta abordagem pode favorecer a compreensão dos conceitos pelos alunos:

A interdisciplinaridade, como método, é a reconstituição da totalidade pela relação entre os conceitos originados a partir de distintos recortes da realidade; isto é, dos diversos campos da ciência representados em disciplinas.

Isto tem como objetivo possibilitar a compreensão dos significados dos conceitos, das razões e dos métodos pelos quais se pode conhecer o real e apropriá-lo em potencial para o ser humano.

Em nosso caso, os conceitos científicos de Teoria de Grafos, como “pontos de partida”, reverteram-se em conteúdos de ensino, sistematizados em diferentes áreas de conhecimento e em diversas disciplinas: Análise de Circuitos de Corrente Contínua e Alternada, Instrumentação Básica, Lógica de Programação e Sistemas Digitais I e II. A partir do exposto por Ramos (2005), percebemos, então, que “conhecimentos gerais e conhecimentos profissionais se distinguem metodologicamente e em suas finalidades situadas historicamente; porém, epistemologicamente, esses conteúdos formam uma unidade” (RAMOS, 2005, p. 120).

## **5 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES**

Nestas experiências com a maquete eletrônica na Feira de Matemática do Ifes e na IV Fecieng – ES, concluímos que este recurso se apresentou como recurso compatível para a abordagem da Teoria dos Grafos do Ensino Médio. Verificamos, em ambas as ocasiões, que a maquete aproximou a matemática dos participantes das feiras, despertando o interesse dos alunos, além de promover a formulação de questões, conjecturas, testes e argumentações, etapas de uma investigação matemática (PONTE et al., 2009).

Corroboramos, junto aos alunos-pesquisadores da educação profissional, a tese de que conteúdos são conceitos e teorias que constituem sínteses da apropriação histórica da realidade material e social pelo homem. Ademais, verificamos que esses estudantes reconheceram a Teoria de Grafos como conhecimento construído

historicamente, a partir do qual se podem construir novos conhecimentos, inclusive técnicos. Neste caso, acreditamos ter desenvolvido um trabalho interdisciplinar, uma vez que os conteúdos técnicos envolvidos na construção da maquete eletrônica foram apresentados aos alunos em todos os quatro anos de curso e complementados pelo estudo da Teoria de Grafos, em momentos extraclases.

Ainda sobre a interação ciência e tecnologia, identificamos uma profícua possibilidade estabelecida entre o grafo, elemento matemático, e sua utilização para produção da maquete eletrônica, por meio da utilização de máquinas de estados finitos. Dessa forma, apresentamos os projetos de feira de matemática como metodologia para fortalecimento da C&T na Educação Profissional.

## REFERÊNCIAS

ESPÍRITO SANTO (Estado). Secretaria da Educação. *Currículo Básico Escola Estadual - Ensino médio: área de Ciências da Natureza*. Vitória: SEDU, 2009. v. 2. Disponível em: <[http://www.educacao.es.gov.br/download/SEDU\\_Curriculo\\_Basico\\_Escola\\_Estadual.pdf](http://www.educacao.es.gov.br/download/SEDU_Curriculo_Basico_Escola_Estadual.pdf)>. Acesso em: 06 out. 2012.

FIORENTINI, D; LORENZATO, S. *Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos*. Campinas: Autores Associados, 2009.

HOPKINS, B.; WILSON, R. J. *The truth about Konisberg*. *The College Mathematics Journal*, v. 35, n. 3, p. 198-207, maio, 2004.

MACTUTOR History of Mathematics archive. *Gustav Robert Kirchhoff*. Disponível em: <<http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/Biographies/Kirchhoff.html>>. Acesso em: 28 fev. 2016.

MALTA, G. H. S. *Grafos no Ensino Médio: uma inserção possível*. 2008. 158 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

MANFREDI, S. M. Educação profissional. In: STRECK, Danilo R.; REDIN, E.; ZITKOSKI, J. J. *Dicionário Paulo Freire*. 2. ed. ver. amp. 1 reimp. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2010.

MOURA, D. G. Feiras de Ciências: necessidade de novas diretrizes. *Revista Presença Pedagógica*, n. 6, p. 15-20, nov./dez. Belo Horizonte, 1995.

OLIVEIRA, L. J. *A Modelagem Matemática de Máquinas de Estado Finito*. Monografia (Bacharelado em Ciência da Computação) – Curso de Ciência da Computação da Faculdade de Jaguariúna, Jaguariúna, 2005.

PACHECO, E. *Institutos Federais: uma revolução na educação profissional e tecnológica*. Brasília: Moderna, 2011.

PONTE, J. P.; BROCARD, J.; OLIVEIRA, H. *Investigações matemáticas na sala de aula*. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2009.

RAMOS, M. Possibilidades e desafios na organização do currículo integrado. In: FRIGOTTO, G.; CIAVATTA, M.; RAMOS, M (Org.). *Ensino Médio Integrado: concepção e contradições*. São Paulo: Cortez, 2005.

SÁ, L. C. *Construção e utilização de maquete eletrônica para ensino de grafos: aprendizagens discentes a partir de uma abordagem histórico-investigativa*. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática) – Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.

SILVA, H. S.; TOMELIN, L. Z. *Construção, orientação e avaliação de trabalhos em Feiras de Matemática*. Blumenau: Editora e Gráfica Odorizzi, 2008.

SKOVSMOSE, O. Cenários para Investigação. Trad. Jonei Cerqueira Barbosa. *Bolema*, Rio Claro – SP, v. 13, n. 14, 2000, p. 66-91.

THIOLLENT, M. *Metodologia da pesquisa-ação*. 18. ed. São Paulo: Cortez: 2011.

# ENSINO DE ELETROSTÁTICA EM UMA PERSPECTIVA INVESTIGATIVA

*Rovilson de Oliveira Mota, Geide Rosa Coelho*

## 1 INTRODUÇÃO

Em particular, motivar os alunos nas aulas de física não tem sido uma tarefa muito simples. No ano de 2016, eu<sup>11</sup> completo quatorze anos como professor desta disciplina, tendo lecionado doze desses anos em turmas de pré-vestibular e em escolas particulares do estado do Espírito Santo. Nos pré-vestibulares, eu possuía uma aula por semana, na qual eu entrava em sala e ministrava a aula de maneira expositiva, tendo um único objetivo: “passar” todo o conteúdo estabelecido pelos cronogramas de vestibular. Não promovia debates, nem levantamento de hipóteses e, tampouco considerava os conhecimentos cotidianos dos estudantes ou pensava em utilizar metodologias diferenciadas.

Nos dois últimos anos (desde 2015), atuo como professor de física no ensino público federal, no Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) – *campus* Linhares. Nessa instituição, tenho três aulas de física por semana em cada turma, tenho menos alunos em sala e mais tempo para preparar as aulas. Nesse novo contexto, percebo o quanto fui alheio aos problemas dos alunos ao longo desses anos de docência, mas agora procuro levar em consideração no desenvolvimento da minha prática pedagógica, diversas dimensões da minha formação continuada.

Nos anos em que atuei como professor de pré-vestibular, no

---

11 Remetendo a experiência do primeiro autor do capítulo.

início de cada ano letivo, percebia que os alunos, ainda “cheios de gás”, pareciam motivados e interessados nas aulas, mas com o tempo e mantendo a dinâmica de aulas expositivas, o desinteresse e as perguntas do tipo “onde e quando vou usar isso em minha vida?” se acumulavam gerando um total abatimento em relação às aulas de física. Agora, posso compreender que esse tipo de pensamento dos alunos indicava que as aulas ministradas poderiam não ter feito sentido para eles, já que as aulas carregavam uma visão distorcida da ciência por oferecer um conjunto de conteúdos fechados que não resultariam em produção significativa de conhecimento científico.

Baseando-se no exposto acima, sentimos a necessidade de pensar e repensar a escola e os currículos engessados. Na atualidade é fundamental que o ensino de física consiga conjugar harmoniosamente a dimensão conceitual da disciplina escolar com as dimensões cultural, social e política. Isso nos permite compreender que ensinar ciências (o que inclui o ensino de física) envolve o ensino de aspectos sobre a ciência. O conteúdo curricular ganha novas dimensões e passa a incluir, além da dimensão conceitual, as dimensões procedimental e atitudinal.

Para deixar para trás esses currículos e buscar melhorias no ensino desenvolvemos uma intervenção, com alunos do ensino médio de uma escola pública federal, pautada no planejamento e aplicação de uma sequência de ensino investigativa para abordagem do tema eletrostática. Nesse capítulo, apresentamos a análise de uma atividade dessa sequência com intuito de compreendermos os sentidos atribuídos pelos estudantes aos conceitos científicos compartilhados na sala de aula, os procedimentos e atitudes potencializadas na resolução da atividade proposta.



## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO

O que sustenta as aulas em um ambiente escolar são as aprendizagens que elas proporcionam. Nesse contexto, nós, professores, precisamos repensar a forma de abordagem dos conteúdos, buscando estratégias que propiciem e favoreçam a autonomia e o protagonismo dos alunos. Nessa perspectiva, problematizamos o ensino tradicional que é marcado por aulas centradas no discurso do professor, que muitas vezes valoriza práticas de memorização e reprodução de conceitos, sem a construção de significados por parte dos estudantes.

Buscando repensar as práticas pedagógicas estabelecidas no contexto escolar é que apostamos no ensino por investigação como abordagem de ensino. As ações desenvolvidas no ensino por investigação estão atreladas a situações-problema, o que abre espaço para o debate, argumentação, negociações para o desenvolvimento de estratégias pelos estudantes (em parceria com o professor) para solução dos problemas propostos (BORGES, 2002; SÁ, et al., 2007). Por isso, as atividades desenvolvidas nessa perspectiva de ensino potencializam o desenvolvimento do pensamento crítico e científico dos estudantes.

O ensino por investigação traz o professor como mediador de todo o processo educacional, pois é ele quem estimula a argumentação e o início de um discurso para solução de um problema proposto, tendo como objetivo potencializar as interações dialógicas e inserir os alunos em uma prática discursiva que os coloca como agentes construtores de todo o conhecimento. Nesse contexto, configura-se como uma importante abordagem para o ensino de ciências na medida em que fomenta a participação ativa do aluno no processo de produção de conhecimento. Segundo Azevedo (2004, p. 22),

Utilizar atividades investigativas como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos é uma forma de levar o aluno a participar do seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação, procurando, portanto, uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ou interações.

Sá et al. (2007) afirmam que as atividades investigativas podem assumir diferentes configurações (atividades práticas, atividades teóricas, atividades com banco de dados, atividades de avaliação de evidências, atividades de simulação, dentre outras possibilidades). Entretanto, os autores apresentam algumas características e circunstâncias que fazem com que o ambiente de ensino se torne investigativo, sendo elas: a possibilidade de desenvolver debate e a argumentação na sala; a construção de conhecimentos a partir da análise de evidências; a aplicação e avaliação de teorias científicas; a possibilidade de desencadear múltiplas interpretações. Não estamos assumindo que essas sejam as únicas características e que elas devam aparecer simultaneamente em uma mesma situação de ensino, mas elas são representativas do que consideramos que seja um ambiente de ensino investigativo. Para encerrarmos essa discussão, concordamos com Azevedo (2004, p. 21) quando nos diz que:

Para que uma atividade possa ser considerada uma atividade de investigação, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica.

## 2.2 APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS EM UMA PERSPECTIVA SOCIOCULTURAL

A perspectiva sociocultural que defendemos em nosso trabalho nos diz que aprender ciências representa a inserção dos estudantes em uma nova forma de pensar típica da cultura científica escolar (DRIVER et al., 1999). Para essa inserção é importante que os estudantes se apropriem, por meio da linguagem, dos conceitos, representações, atitudes e procedimentos dessa cultura. Entretanto, sinalizamos para o fato dos conteúdos atitudinais e procedimentais não perfazerem as práticas pedagógicas dos professores.

Nesse momento travamos um diálogo com Pozo e Gomez-Crespo (2009) para compreendermos as diferentes dimensões que estão associadas ao conhecimento científico. Segundo os autores, a dimensão conceitual refere-se a um conjunto de fatos, objetos ou símbolos que possuem características comuns (o que se deve saber). A dimensão procedimental está relacionada ao saber fazer, ou seja, estratégias, procedimentos, técnicas, métodos, conjunto de ações ordenadas para a realização de um objetivo. Por fim, a dimensão atitudinal refere-se a um conjunto de valores, atitudes e normas que regulam a nossa participação nas aulas de ciências (como se deve ser).

Vale ressaltar que as dimensões atitudinal e procedimental que nos referimos anteriormente sempre estiveram presentes nos currículos escolares, entretanto, não de um modo explícito. Se as atitudes não tiveram um papel central nos currículos de ciência, os procedimentos também não foram seu objetivo principal, pois o conhecimento científico continua sendo, sobretudo um conhecimento conceitual, como se o procedimento desempenhasse um papel secundário, acompanhando e facilitando as aprendizagens conceituais (POZO; GOMEZ-CRESPO, 2009).

Para ampliar a discussão sobre a aprendizagem em ciências, estabelecemos um diálogo com Mortimer e Scott (2002, p. 284) ao assumirem que:

[...] o processo de aprendizagem não é visto como a substituição das velhas concepções, que o indivíduo já possui antes do processo de ensino, pelos novos conceitos científicos, mas como a negociação de novos significados num espaço comunicativo no qual há o encontro entre diferentes perspectivas culturais, num processo de crescimento mútuo. As interações discursivas são consideradas como constituintes do processo de construção de significados.

Portanto, o processo de ensino e aprendizagem passa pela dimensão dialógica em que estudantes e professores negociam significados por meio da linguagem, a partir das interações estabelecidas no plano social da sala de aula entre os sujeitos e os objetos de aprendizagem típicos de uma determinada cultura (OSTERMANN; CAVALCANTE, 2010). Isso significa dizer que se aprende na correspondência e na internalização de formas, conceitos, atitudes e procedimentos constituídos na cultura científica escolar. Compreendemos também que nesse processo de negociação não devemos esperar que os estudantes substituam o conceito espontâneo quando posto em contato com o conceito científico, pois cada um desses conceitos tem sua própria gênese, o que ocorre muitas vezes é uma hibridização entre o discurso científico e cotidiano (CREPALDE; AGUIAR J. R., 2013). Segundo esses autores, essa hibridização é o esforço que os sujeitos empreendem para que os enunciados abstratos da ciência tenham sentido social e pessoal relevantes.

Ao assumirmos os pressupostos do ensino por investigação como a abordagem de ensino, consideramos que as atividades proporcionam não somente a aprendizagem de conceitos, mas também o desenvolvimento de atitudes e aquisição de procedimentos proporcionando ao aluno a apropriação de conteúdos típicos da cultura científica escolar. Queremos dizer com isso que as atividades investigativas estimulam o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo dos estudantes, provocam a argumentação, a socialização

de ideias e conhecimentos na sala de aula concebendo aos sujeitos inseridos nessa prática, experiências genuínas de produção de conhecimento (MUNFORD; LIMA, 2007).

### 3 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada com alunos da 3ª série do ensino médio no Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), *campus* Linhares. Doze estudantes participaram da intervenção educacional. Para o desenvolvimento das atividades, os estudantes foram organizados no espaço físico do laboratório e foram divididos em dois grupos de seis integrantes para potencializar o debate e argumentação entre eles. A intervenção foi realizada em duas aulas de sessenta minutos, desenvolvida por meio de uma sequência de ensino investigativa, que segundo Carvalho (2013, p. 8) corresponde a:

[...] sequências de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada uma das atividades é planejada, sob o ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciarem novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e tendo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores.

Assim, a Sequência de Ensino Investigativa utilizada nessa intervenção foi organizada em três partes:

A Primeira: um resumo teórico sobre eletrostática, constituído de um texto de apoio que busca uma interlocução com cotidiano na tentativa de mostrar a importância da física no dia a dia dos estudantes. A construção do texto foi baseado em minha vida acadêmica

e experiência docente<sup>12</sup>, e três livros didáticos que foram selecionados durante as disciplinas do mestrado: (i) Física Clássica de Caio Sérgio e José Luiz (2004); Física Conceitual de Paul G. Hewitt (2012) e Os Fundamentos da Física de Francisco Ramalho Junior, Nicolau Gilberto Ferraro e Paulo Antônio de Toledo Soares (2009).

A Segunda: apresenta as cinco atividades investigativas pensadas na perspectiva de questões abertas (AZEVEDO, 2004), sendo que em quatro delas as situações-problema estavam relacionadas a atividades experimentais e uma articulada com atividade de simulação computacional. A figura 1 apresenta uma atividade investigativa da sequência.

### *Figura 1. Exemplo de uma atividade da sequência de ensino*

Neste experimento são usados os seguintes materiais, canudos de plástico (refrigerantes ou sucos), confetes de papel, bexiga de assoprar, paredes (da própria sala) e um pano de lã. Esses materiais são de fácil acesso para a realização do experimento. E antes de iniciarmos as perguntas, faça a leitura das seções 1.1 e 1.5.1 da sua unidade de ensino.



Figura 1. Bexiga de assoprar, canudos de plástico.

Pergunta 1. Como proceder para que os canudos de plástico fiquem grudados na parede?

Pergunta 2. O que faz o canudo ficar grudado na parede? Explique.

Pergunta 3. Porque com o tempo os canudos que estavam grudados na parede caem? Explique?

Pergunta 4. Procedam, utilizando os confetes e os materiais sobre a mesa, para atrair a maior quantidade de confetes de uma só vez sem tocá-los.

---

12 Nesse momento novamente, remetendo a experiência do primeiro autor desse capítulo.

A terceira: atividades qualitativas para que os estudantes utilizassem os conceitos socializados na sala de aula em situações típicas das aulas de física, mas que não foram contempladas nas atividades investigativas.

### 3.1 SOBRE A PRODUÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

Apesar da intervenção educacional contar com o desenvolvimento de cinco atividades investigativas, para esse estudo apresentaremos a análise de uma única atividade, pelas limitações impostas para o escopo dessa produção.

Para a construção das evidências a respeito dos sentidos atribuídos aos estudantes com relação aos conceitos de eletrostática que circularam na sala de aula e para análise de atitudes e dos procedimentos potencializados na resolução das atividades pelos estudantes gravamos as aulas em áudio e vídeo. Os textos produzidos pelos grupos foram utilizados para análise. Os procedimentos e atitudes foram analisados aplicando-se a categorização produzida por Souza (2014), conforme disposto no quadro 1.

*Quadro 1 – Procedimentos e atitudes empreendidas em cada episódio.*

Tipos de Aprendizagens	Categorias de aprendizagens	Aprendizagens inferidas ao longo da atividade
<b>Atitudinal</b>	Atitudes com respeito à ciência	A1: Ter um posicionamento crítico e investigativo perante situação-problema
	Atitudes com respeito à aprendizagem de ciências	A2: Trabalhar em grupo de forma colaborativa A3: Buscar o diálogo entre os estudantes respeitando as diferenças

Tipos de Aprendizagens	Categorias de aprendizagens	Aprendizagens inferidas ao longo da atividade
<b>Procedimental</b>	1. Aquisição da informação	P1: Estruturar ideias por meio de desenho, linguagem escrita ou linguagem oral
	2. Interpretação da informação	P2: Interpretar ideias estruturadas e executar procedimentos
	3. Análise da informação e realização e inferências	P3: Elaborar Hipóteses P4: Desenvolver/Aplicar modelos explicativos P5: Testar hipóteses
	4. Compreensão e organização conceitual da informação	P6: Realizar inferências P7: Construir sínteses P8: Fazer Generalizações para outros contextos
	5. Comunicação da Informação	P9: Realizar exposição oral P10: Elaborar relatório

Fonte: Souza (2014), adaptado a partir de Pozo; Gómez-Crespo (2009).

Para a análise dos sentidos atribuídos pelos estudantes aos conceitos, consideramos que o discurso que circula na sala de aula não é propriamente dele, mas produzido socialmente e que a linguagem é extremamente pessoal e, ao mesmo tempo, social (TRAZZI, 2015). Nesse sentido, a palavra é de extrema importância na formação dos conceitos, sejam eles espontâneos e científicos. Assim, o nosso objetivo de investigação concentra-se justamente na palavra para análise da apropriação de conceitos por meio das interações discursivas durante a realização das atividades.



## **4 O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS, ATITUDES E PROCEDIMENTOS**

Nessa seção apresentamos a análise dos dados, assim como discussões pertinentes entre os resultados obtidos e os objetivos da pesquisa. Descreveremos as intervenções realizadas na ordem que aconteceram, buscando compreender o processo de construção dos conceitos em eletrostática, dos procedimentos e atitudes que foram estabelecidas durante a resolução da atividade. As experiências serão narradas em primeira pessoa, pelo ponto de vista do professor regente e autor deste capítulo, Rovilson de Oliveira Mota.

### **4.1 INICIANDO AS CONVERSAS COM OS ESTUDANTES**

Inicialmente, em sala de aula, discutimos sobre o modelo planetário do átomo e orientei um diálogo para o estudo de eletrostática no dia a dia. Após esse diálogo, levei parte da turma para o laboratório para iniciarmos as intervenções. No laboratório, organizei os alunos em grupos de seis a oito totalizando dois grupos, entreguei a sequência de ensino impressa para leituras dos textos introdutórios e início das atividades.

Professor: Meninos (as) deem uma olhada nos recortes de revistas;

Façam uma leitura das seções 1.1 e 1.5.1 da sequência de ensino investigativa (SEI) p. 5 e 10.

Antes que começassem as atividades procurei deixar um clima provocativo em relação às perguntas para caracterizar uma atividade investigativa. Abaixo, transcrevo parte da fala dos estudantes preservando suas identidades e caracterizando-os com nomes fictícios.

## 4.2 PRIMEIRO EPISÓDIO DE ENSINO – APRESENTO O PROBLEMA SOBRE ELETRIZAÇÃO

Apresento a seguinte pergunta: Como proceder para que os canudos de plásticos fiquem grudados na parede?<sup>13</sup> Aqui, estou tentando desencadear um processo dialógico na sala de aula. Durante a resolução do problema proposto fui tentando estimular os estudantes para que eles fossem lançando hipóteses para solucionar a atividade. Essa mediação desencadeou um processo dialógico entre eles.

Pude participar junto com os estudantes da construção de uma solução para a atividade. Isso foi intrigante para mim, pois quando eu lecionava como professor de colégios particulares, normalmente era eu que solucionava as atividades, tornando os alunos em meros receptores de informações. Ao fazer análise dos vídeos e áudios dessa atividade pude perceber o quanto foi difícil me desfazer da postura de professor expositor, pois em várias ocasiões me observei interferindo nas ações dos alunos e fazendo perguntas que só tinha uma única resposta, fato que comentarei adiante.

Após discussões iniciais, inicia-se lançamento de hipóteses para solução da atividade.

Albert – “Esfrega o canudo em algo diferente...”

Professor – “Por que vocês estão pensando em materiais diferentes?”

Sem respostas!

Professor – “Olhem a série triboelétrica que está na pg. 10 da SEI”.

Neste momento, Albert levanta uma hipótese, que tem tanta importância quanto à ação manipulativa na execução de uma tarefa (VIGOTSKI, 1994), mas eu direciono os alunos para uma possível

---

13 A situação-problema apresentada para análise corresponde a atividade que foi apresentada como exemplo da sequência e descrita na figura 1.

resposta que gostaria de ouvir em vez de somente mediá-los.

Benjamin – “Poderia ser a caneta professor?”

Professor – “Sim, proceda!”

Benjamin – “Pessoal, atritar é esfregar!”

Coulomb – “Então, só esfregar o canudo no cabelo que dá certo.”

Nesse momento os estudantes apresentam suas primeiras hipóteses sobre a questão e, portanto, temos evidenciado o *procedimento P3* (elaboração de hipóteses) e com uma abordagem interativa e de autoridade. Os alunos realizam o procedimento, mas não conseguem alcançar o objetivo.

Professor – “Vocês leram na SEI, tentem lembrar. Para eletrizar é necessário o que?”

Notem que nessa fala eu espero uma única resposta do tipo “complete a frase”, afastando um pouco o ambiente provocador que suscita o engajamento dos estudantes no debate e construção de evidências para a solução do problema proposto. Neste momento seria mais adequado provocar uma conversa sobre o assunto e orientá-los para solução, mas sem induzi-los a uma resposta correta:

Coulomb – “É atritar”!

Professor – “Porque no atrito gera...”?

Novamente, espero única resposta.

Coulomb – “Gerar energia para trocas de carga!”

Professor – “Muito bem.”

Albert chama os colegas e inicia os procedimentos.

Neste momento o aluno Albert chama a atenção para o trabalho em grupo, *atitude A2* (Trabalho em grupo de forma colaborativa), mas temos também o conceito de energia emergindo do diálogo.

Eles começam a realizar os procedimentos para que o canudo fique grudado na parede. Esfregam os canudos em papel, vidro, no cabelo, mas não conseguem grudar o mesmo.

Professor – “Acho que vocês não estão fornecendo energia necessária para troca de elétrons, logo devemos fazer o que?”

Albert – “Estou pensando aqui, que energia é essa?”

Professor – “Esfrega o pano de lã no seu braço!”

Galileu imediatamente começa a esfregar o pano de lã em seu braço.

Professor – “O que você está sentindo Galileu?”

Galileu – “Que a energia está esquentando!”

Professor – “Que tipo de energia é essa?”

Galileu – “Que está quente!”

Albert – “Calor!”

Professor – “Isso, muito bem, calor! Então, para trocar mais elétrons é necessário mais energia! Proceda.”

Galileu – “Pessoal, acho que se nós esfregarmos os canudos nos panos vai ser melhor, mais energia para troca de elétrons”!

Albert – “E mais forte e rápido vai deixar o canudo mais eletrizado.”

Benjamin – “Entendi, a energia cinética se transforma em calor!”

Professor – “Muito bem, e agora?”

Note que temos o conceito de calor sendo articulado pelos alunos e o processo de transformação de energia cinética em calor. Eles associam o calor com sensação térmica (o fato de estar de quente) o que constitui uma concepção alternativa, mas, ao mesmo

tempo, traz a dimensão da transformação da energia cinética em calor, que incorpora os conceitos que são corretos do ponto de vista científico escolar. Temos um conceito cotidiano cuja base está na experiência de vida do indivíduo (VIGOTSKI, 2000). O conceito de energia em alguns momentos da solução da tarefa foi utilizado como material (especificamente no argumento de Galileu) e que, por isso, pode esquentar, o que nos permite hipotetizar se tratar de um conceito espontâneo e fruto das experiências sociais do sujeito. Como descrito por Crepalde e Aguiar Jr. (2013, p. 301), “os conceitos cotidianos e científicos têm a sua própria gênese, isto é, possuem cada um a seu modo, a sua história [...] na sua permanente inter-relação com o mundo social”. Percebemos uma dimensão da hibridização dos conceitos científicos e espontâneos no discurso dos estudantes e, essa dimensão está associada ao processo de negociação envolvido na aprendizagem de conceitos.

Durante o diálogo dos alunos podemos notar novamente o trabalho em grupo, *atitude A2* (trabalho em grupo de forma colaborativa), *atitude A3* (buscar o diálogo entre os estudantes respeitando as diferenças) e o *procedimento P3* (elaborar hipóteses). Mas, podemos perceber que eu interfiro muito nas ações. Após o levantamento de hipótese, eles iniciam novamente o processo de eletrização fornecendo mais energia para troca de elétrons.

Os alunos Newton e Galileu, que até então pouco tinham participado começam a realizar o experimento.

Newton – “Consegui grudar o canudo! Olha... Eu fiz assim, olha...”

Note que temos aqui a aquisição da informação, *procedimento P1* (estruturar ideias por meio de desenhos, linguagem escrita ou linguagem oral) Newton conseguiu grudar o canudo esfregando-o mais e explicou para os outros colegas o *procedimento P5* (testar hipóteses).

Ao analisarmos esses episódios, percebemos o conceito de

energia sendo evidenciado por construções que refletem o discurso do meio social e também observamos isso nas respostas dadas pelos grupos após a intervenção, vejamos as Figuras 2 a 5, que apresentam trechos das respostas dadas pelos grupos a pergunta 1 (Como proceder para que os canudos de plástico fiquem grudados na parede?).

Figura 2. Resposta dada pelos alunos do grupo 1 à Pergunta 1.

Deve-se proceder atirando o canudo na parede...  
fornecendo energia e promovendo a troca de elétrons,  
sendo assim, como característica da eletrização por  
atrito, os sinais do canudo e da parede ficam opostos,  
logo irão se atrair.

Figura 3. Resposta dada pelos alunos do grupo 2 à Pergunta 1.

Devemos atirar o canudo no material diferente para obter energia com os  
elétrons e depois encostar o canudo na parede.

Figura 4. Resposta dada pelos alunos do grupo 3 à Pergunta 1.

A energia do atrito tira elétrons do pano que  
passa para o canudo. Assim o canudo fica grudado  
na parede.

A resposta apresentada pelos alunos do grupo 3, associa o processo de transformação de energia ao fato de se retirar elétrons do pano. Isso é um avanço, que se remete até mesmo na incorporação de conhecimentos socializados na sala de aula.

Figura 5. Resposta dada pelos alunos do grupo 4 à Pergunta 1.

Temos que apagar o canudo no ponto de lá para igualar energia e assim trocar elétrons, assim o canudo grudado na parede.

Apresento mais uma pergunta: “O que faz o canudo ficar grudado na parede?”.

Albert – “A energia dos elétrons!”

Benjamin – “Os elétrons com os prótons, pois atrai o negativo com o positivo.”

Professor – “Mas de que forma os elétrons com os prótons?”

Benjamin – “É a atração!”

Professor – “O que é essa atração?”

Albert – “Força elétrica!”

Newton – “Isso, cargas de sinais opostos se atraem.”

Neste episódio, podemos evidenciar novamente as *atitudes A2* (trabalhar em grupo de forma colaborativa), *A3* (buscar o diálogo entre os estudantes respeitando as diferenças) e o *procedimento P1* (estruturar ideias por meio de desenhos, linguagem escrita ou linguagem oral). E outro conceito é introduzido pelos estudantes, o conceito de *força*, que pôde ser estruturado por meio das experiências escolares anteriores dos estudantes, já que a intervenção foi desenvolvida na terceira série e o conceito de força é fundamental no estudo da mecânica que, nos currículos, tradicionalmente é abordado na primeira série do Ensino Médio. Após esse momento, explico para eles que o canudo eletrizado negativamente induz cargas de sinais opostos na parede o que gera uma força elétrica de atração.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a aplicação dessa atividade investigativa pude observar o quanto a intervenção contribuiu na minha formação continuada. Mudei minha postura com os meus alunos ao investir em uma mediação diferente, pautada em uma perspectiva dialógica. Compreendi que o processo de aprendizagem demanda certo tempo e envolve negociações de significados entre os participantes em uma dimensão pautada na interação social na sala de aula. Apreendi muitas coisas, passei a ouvir mais os alunos, a deixá-los pensar antes de fornecer respostas prontas. Percebi que eles devem aprender ciência para se tornarem cidadãos capazes de tomar decisões a respeito do mundo que nos rodeia e para enfrentar o futuro que está por vir.

Trabalhar na perspectiva investigativa não foi uma tarefa das mais fáceis, pois a mudança de postura de um professor acostumado com aulas extremamente expositivas para uma mediação pautada na interação dialógica, típica de atividades dessa natureza, configurou-se em um processo complexo e árduo. Também destaco a dificuldades dos alunos, que estavam acostumados com a velha e tradicional perspectiva de serem receptores e executores de tarefas. Apesar disso, pude perceber através dos resultados que os alunos tiveram a possibilidade de vivenciar situações inerentes da cultura científica (hipotetizar, problematizar, buscar consensos, articular evidências a teoria), tão importantes para o indivíduo em nossa sociedade (SOUZA; SASSERON, 2012).

Esses resultados também apontaram que a atividade investigativa, do modo como foi conduzida, possui potencial para desenvolver dimensões conceitual, atitudinal e procedimental como, por exemplo: trabalhar em grupo de forma colaborativa, buscar o diálogo entre os estudantes respeitando as diferenças, estruturar ideias por meio de desenho, linguagem escrita ou linguagem oral e elaboração de hipóteses e testes das mesmas.

Por fim, verifiquei a possibilidade de visualizar acertos e insucessos



na realização dessa pesquisa interventiva. Com essa formação continuada posso afirmar que as aulas ministradas por mim passam a ter mais fundamento, ter diálogos entre aluno-aluno e aluno-professor.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33.

BORGES, A. T. Novos Rumos Para o Laboratório Escolar de Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino Física*, v. 19, n. 3, dez. 2002.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a Proposição de Sequências de Ensino Investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de Ciências por Investigação: Condições para Implementação em Sala de Aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CREPALDE, R. S.; JÚNIO, O. G. A. *A formação de conceitos como ascensão do abstrato ao concreto: da energia pensada à energia vivida*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER E.; SCOTT, P. *Construindo conhecimento científico na sala de aula*. Pesquisa no ensino de química. O Aluno em Foco. n. 9, maio, 1999.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o

ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 7, n. 3, 2002.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. de C. Ensinar Ciências por Investigação: Em quê Estamos de Acordo?. *Revista Ensaio*, v. 1, 2007.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. *Teorias de Aprendizagem: Texto Introdutório*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física, 2010.

SÁ, E. F. de; PAULA, H. de F; LIMA, M. E. C.; AGUIAR, O. G. de. As Características das Atividades Investigativas Segundo Tutores e Coordenadores de um Curso de Especialização em Ensino de Ciências. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 6, Florianópolis, SC, *Atas...*, 2007.

SOUZA JUNIOR, D. R. *O ensino de eletrodinâmica em uma perspectiva investigativa: analisando os desdobramentos sobre a aprendizagem de estudantes*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

SOUZA, V. F.; SASSERON, L. H. As interações discursivas no ensino de física: a promoção da discussão pelo professor e a alfabetização científica dos alunos. *Ciência e Educação*, v. 18, n. 3, p. 593-611, 2012.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. *A Aprendizagem e o Ensino de Ciências: do Conhecimento Cotidiano ao Conhecimento Científico*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

TRAZZI, P. S. S. *Ação mediada em aulas de Biologia: um enfoque a partir dos conceitos de fotossíntese e respiração celular*. 2015, 178 p. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.

VIGOTSKI, L. S. *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

# PRÁTICAS DE PRODUÇÃO DE TEXTOS ESCRITOS NO ENSINO TÉCNICO INTEGRADO AO MÉDIO

*Cynthia Nunes Milanezi, Claudia Maria Mendes Gontijo*

## 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A escrita tem grande peso em nossa sociedade, uma vez que quase nada do que aprendemos ou produzimos, principalmente na escola, é considerado válido se não estiver escrito e puder ser lido. Acreditamos que o trabalho de produção de textos na escola proporciona o exercício da cidadania, isto é, possibilita a constituição de sujeitos de dizeres. Entretanto, como professoras da área de Letras de uma instituição federal de ensino, podemos observar o quanto é difícil para os alunos e professores do Ensino Médio desenvolver um trabalho com a linguagem escrita.

Segundo a Lei nº. 9.394/96, Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), a Educação Básica, composta pela Educação Infantil, Ensino Fundamental e Médio, deve assegurar uma formação para o exercício da cidadania, meios para progredir no trabalho e estudos posteriores. Assim, no Ensino Médio há uma tentativa de integrar uma formação geral, preparação para a vida *durante e após* a conclusão dos estudos, com outra voltada para o ingresso e a permanência no mercado de trabalho.

O objetivo geral da nossa pesquisa foi analisar as práticas de produção de textos em uma turma de 2º ano do Ensino Técnico Integrado ao Médio, a partir das propostas apresentadas pela professora de Língua Portuguesa e pelas respostas dadas pelos alunos a essas propostas. Também nos inquietou investigar e discutir

questões como: quais atividades de produção de texto são realizadas? Que gêneros ou tipos textuais são produzidos e por quê? De que forma os alunos são estimulados a produzir esses textos?

Por acharmos mais apropriado aos objetivos da pesquisa, optamos por realizar um estudo de caso. Como métodos e técnicas de coleta e produção de dados utilizamos observação participante, entrevistas, análise de documentos, gravações em áudio e captação de imagens por meio de câmera fotográfica digital e de câmera filmadora. Esclarecemos que todos os instrumentos para a coleta de dados foram introduzidos após a negociação com os sujeitos da pesquisa e mediante autorização dos envolvidos.

A instituição onde foi desenvolvida a pesquisa foi selecionada por ter mais de 100 anos de tradição no ensino técnico e por se tratar do local de trabalho da pesquisadora à época. A escolha da turma, 2º ano de um Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio, se deu por meio da professora, que indicou o referido grupo de alunos para a pesquisa durante a nossa conversa inicial. A turma era composta por 36 alunos, 28 meninos e 8 meninas, com idade entre 15 e 18 anos. A maioria tinha 16 e 17 anos (82,4%). A professora de Língua Portuguesa tinha mais de 40 anos de idade e 21 anos de docência, 20 dedicados à referida instituição. Possuía formação em Letras-Português e Pedagogia, com mestrado em Educação pela Universidade Federal do Espírito Santo. Ela trabalhava com o Ensino Médio por opção própria e também ministrava aulas no Ensino Superior.

Observamos, na sala de aula pesquisada, a produção de vários textos a partir da noção de tipos, conforme dados de nosso diário de campo. Antes de analisarmos as produções dos alunos, entretanto, faz-se necessário esclarecer qual concepção de texto embasou nossa pesquisa.

## 2 PRÁTICAS DE PRODUÇÃO DE TEXTOS

O que podemos chamar de textos? Quais elementos são necessários para que se caracterizem como tal? Para Bakhtin (2003), é preciso que haja uma ideia (intenção) e a realização dessa intenção para que surja um texto. Ele também afirma que não há textos puros e, em cada texto, há uma série de elementos que podem ser chamados de técnicos. Além disso, por trás de cada texto, está o sistema da linguagem. “A esse sistema corresponde no texto tudo o que é repetido e reproduzido e tudo o que pode ser repetido e reproduzido” (BAKHTIN, 2003, p. 309). Paradoxalmente, cada texto é único, pois são respostas individuais de um ser em frente aos acontecimentos do mundo, o que ele chama de “[...] acontecimento singular do texto” (BAKHTIN, 2003, p. 311).

Bakhtin (2003) considera o texto como um enunciado e os enunciados podem ser caracterizados como individualidades absolutamente singulares. Para ele, “O emprego da língua efetua-se em forma de enunciados (orais e escritos) concretos e únicos [...]” (BAKHTIN, 2003, p. 261). Dessa forma, ele pontua que é possível que uma oração se repita um ilimitado número de vezes, mas nunca como enunciado, que jamais se repete, e sim como novo enunciado.

Conforme nos afirma Bakhtin (2003, p. 282, grifo do autor): “Falamos apenas através de determinados gêneros do discurso, isto é, todos os enunciados possuem *formas* relativamente estáveis e típicas de *construção do todo*”. Segundo o mesmo autor, a heterogeneidade desses gêneros é grande e não pode ser minimizada, mas é importante distinguir os gêneros primários discursivos (simples), que se formam nas condições de comunicação discursiva imediata, dos secundários (complexos), que são formados pela incorporação e reelaboração dos primários e surgem nas condições de um convívio cultural mais complexo e organizado, como romances, dramas e pesquisas científicas de toda espécie (BAKHTIN, 2003).

Como a produção de textos escritos nas escolas nem sempre é

trabalhada a partir da noção de gêneros, mas sim de tipos textuais, utilizaremos também as considerações de Charaudeau (2010), estudioso da *análise do discurso*, para embasar nossas análises. Para esse autor, o discurso se organiza em função de princípios que dependem da finalidade comunicativa do sujeito: enunciar, descrever, contar, argumentar. Todos esses modos de organização do discurso se configuram de acordo com procedimentos de ordem tanto linguística como discursiva e, no momento de sua encenação, valem-se de componentes e procedimentos que variam de acordo com as possíveis finalidades de cada um desses modos. Ao analisarmos as propostas apresentadas aos alunos e os textos produzidos por eles, tratamos um pouco mais detalhadamente cada um desses modos, relacionando-os com o que foi observado em campo.

O primeiro texto produzido pelos alunos após nossa inserção em campo era do tipo descritivo, que consistia em descrever um objeto qualquer sem revelar sua identidade, que deveria ser descoberta pelos demais. O segundo texto, residia em descrever a paisagem que os alunos viam da arquibancada. Já o terceiro foi um texto do tipo narrativo sobre o que os estudantes não haviam feito nas férias. O quarto era um trabalho sobre concordância. O quinto se desenvolveu a partir de uma proposta de produção de texto para o diretor-geral do *campus*, cuja escolha do gênero ficou a critério dos alunos, os quais optaram por carta em sua maioria. Por fim, o sexto e o sétimo foram do tipo dissertativo, um sobre a presença feminina nas eleições presidenciais e o outro com três temas para escolha (programas de humor e política/Unidades de Polícia Pacificadoras (UPPs)/eleição de um humorista para deputado federal)<sup>14</sup>.

A professora inicialmente definia o tipo aos alunos para depois solicitar a escrita do texto e delimitar o assunto. Acreditamos,

---

14 Optamos por não analisar o trabalho sobre concordância, por ter sido devolvido diretamente aos alunos, e o texto sobre a presença feminina nas eleições, pois foi corrigido pela pesquisadora, a pedido da professora.

entretanto, que tratar dos modos de organização do discurso será mais produtivo, uma vez que abrangem a dimensão discursiva dos textos, enquanto os tipos nos remetem mais à estrutura. Abaixo, segue tabela 1 que mostra como os modos de organização descritivo, narrativo e argumentativo foram trabalhados:

*Tabela 1 – Textos produzidos com base nos modos de organização do discurso*

Tipos	F	%
Argumentativo	2	40
Descritivo	2	40
Narrativo	1	20
Total	5	100

Ao elaborarmos a tabela acima, notamos que grande parte do trabalho desenvolvido pela professora era bastante influenciado pelo planejamento feito com a pedagoga e pelas finalidades do Ensino Técnico integrado ao Médio. Segundo do Decreto 5.154/2004, a Educação Profissional de Nível Técnico pode ser ofertada de modo subsequente ao Ensino Médio ou articulada, nas formas concomitante ou integrada a esta etapa da Educação Básica. A forma integrada é destinada àqueles que já possuem o Ensino Fundamental e os cursos devem ser planejados para conduzir o aluno à habilitação profissional técnica de nível médio, e a matrícula deve ser única para cada aluno. Conforme verificaremos mais adiante, apesar de o curso ser ofertado na modalidade integrada, o trabalho com textos privilegiava as finalidades do ensino técnico.

A seguir, será discutido como foi desenvolvido o trabalho com os modos descritivo, narrativo e argumentativo de organização do discurso, bem como foi elaborada a carta ao diretor-geral da instituição.



## 2.1 O TRABALHO COM O MODO DE ORGANIZAÇÃO DESCRITIVO

Verificamos por meio de entrevista que a professora privilegiava o trabalho com esse modo de organização porque acreditava ser necessário para a elaboração de relatórios após aulas de laboratório e visitas técnicas. Nesses relatórios, os alunos deviam narrar o que havia acontecido e descrever os procedimentos e as atividades realizadas.

Charaudeau (2010) nos diz que a construção descritiva dispõe de três tipos de elementos que são autônomos e indissociáveis, a saber: nomear, localizar-situar e qualificar. Como é o sujeito que constrói a visão do mundo que descreve, o ato de nomear, ou seja, dar existência a um ser e classificá-lo, depende do sujeito que percebe, não é um simples processo de etiquetagem, pois recebe influência das características culturais dos grupos sociais e “[...] é o resultado de uma operação que consiste em *fazer existir seres significantes no mundo, ao classificá-los*” (CHARAUDEAU, 2010, p. 112, grifos do autor).

Estamos de acordo com o autor e pudemos verificar que, nas produções dos alunos, analisadas neste capítulo, apesar de surgirem descrições de um mesmo objeto ou de uma mesma paisagem, a percepção de mundo e o modo como significaram os seres e objetos foi bastante diversa.

Para a elaboração do primeiro texto, sobre um objeto qualquer para adivinhação, próximo ao fim da aula do dia 28-6-2010, a professora disse que passaria uma tarefa para casa: os alunos deveriam descrever um objeto, de forma objetiva ou subjetiva, mas não mencioná-lo a ninguém. Informou ainda que ele seria apresentado em sala na aula seguinte.

Para que exista uma efetiva produção de texto, Geraldí (2003) aponta determinadas condições. Em primeiro lugar, é preciso ter o que dizer e que se tenha um motivo para dizê-lo. Também é imprescindível que se tenha a quem dizer o que se tem a dizer, bem como esse(s) locutor(es) se constitua(m) como tal(is). Por fim, também é necessário que se escolham as estratégias para a realização de todas

as ações anteriores. A partir da breve explicação dada pela professora, podemos inferir que os alunos tinham o que dizer (descrever um objeto de sua escolha), um motivo para escrever o texto (para adivinhação dos outros alunos e da professora), para quem dizer (os demais colegas e a professora seriam os destinatários/ouvintes) e os locutores estavam cientes disso.

De acordo com Charaudeau (2010), as adivinhações se inserem num conjunto de textos que têm por finalidade *definir*, utilizando como procedimento discursivo principal a construção objetiva do mundo, porém tratando o jogo de relação entre *denominação* e *definição* de forma mais subjetiva.

A maioria optou por objetos do dia a dia escolar, como lápis, borracha, caneta. Todavia, houve produções que não foram consideradas pela professora e até por alguns alunos como descrição de objetos, pois trataram de elementos como o cálculo e veneno de cobra. A aula foi bastante divertida e, após o término das apresentações, a professora teceu comentários e elogios. No fim da aula, ela já começou a delinear os caminhos da próxima produção, conforme abaixo:

Professora:

“Na nossa próxima aula nós iremos para algum local dessa escola em que vocês vão se sentar e vão fazer um texto descritivo... de que consta um texto descritivo? primeiro parágrafo situando no tempo e no espaço... onde é que vocês estão... e os elementos gerais que compõem o lugar que vocês estão... desenvolvimento... a descrição do que vocês estão vendo... a detalhação... de preferência com muitos adjetivos e verbos de estado... verbos de ligação... e o fechamento do texto... que é uma retomada do que vocês colocaram na introdução só que dando um aspecto de finalização (...).”

Assim, logo no início da aula seguinte, a professora informou aos alunos que deveriam se dirigir à arquibancada da escola para descrever a paisagem a partir daquele local. O texto deveria ter, no mínimo, três parágrafos, contendo introdução, descrição e comentários sobre o que mais lhes chamou a atenção ou surpreendeu. Após essa breve explicação, todos se dirigiram ao lugar combinado e iniciaram a elaboração do texto.

Segundo Charaudeau (2010), descrição de paisagens é característica dos textos da ordem do *definir*. Nestes, os procedimentos linguísticos da ordem do localizar-situar utilizam algumas categorias de língua que têm como objetivo enquadrar a descrição num espaço-tempo, jogando com a precisão, com o detalhe e a identificação de lugares e épocas.

Vemos que foi delineado o que deveria ser dito, mas pensamos que o motivo pelo qual deveriam fazê-lo não foi esclarecido aos alunos, entretanto eles sabiam que o objetivo era aprender a fazer uma descrição para utilizá-la em outras situações. Segundo Geraldí (2003), na escola simula-se o uso da modalidade escrita, seguindo um ideal de preparação para a vida que desconsidera o momento presente. Se não *vivemos a vida* na escola, para que frequentá-la? Para que produzir textos? São questionamentos que nos fazem refletir sobre o sentido que damos às atividades que proporcionamos aos nossos alunos. Quanto ao endereçamento, eles sabiam que o texto iria ser lido somente pela professora e pela pesquisadora.

A aula tinha duração de 50 minutos e esse foi o período determinado para a elaboração do texto, incluindo o tempo para deslocamento até o local, o que ocasionou textos curtos e incompletos. Vejamos os exemplos abaixo:

Hoje, dia sete de julho de dois mil e dez, estou no *Campus* do [...]. Daqui, é possível observar um campo com a grama baixa rodeado por uma pista de terra [...], já fora do *campus*, porém mesmo da arquibancada, é possível ver casas humildes enfileiradas ao pé de uma pequena montanha. Há árvores com a copa grande e distante do chão e pequenas palmeiras, e também há pequenos arbustos e plantas pequenas ao redor da pista. Uma paisagem agradável e clara de se ver (Texto de WN).

Na manhã do dia 07/07/2010, da arquibancada, do lado esquerdo de quem entra, do campo do *Campus* [...] do [...] pude observar junto com meus colegas de sala o ambiente esportivo do instituto e a paisagem ao seu redor. [...] Atrás, há um ambiente fechado onde estão localizadas quatro quadras, sendo duas de futsal, uma de vôlei e outra de basquete, e mais ao fundo há uma piscina. Pode-se perceber a presença de muitas árvores, inclusive na favela que se localiza ao redor desse ambiente esportivo. Esta, a propósito, possui desde casas pobres e humildes até casas de melhor estrutura (Texto de IC).

Tanto WN como IC utilizaram procedimentos linguísticos para localizar-situar o enquadre espaço-temporal e, como procedimento de composição, o ordenamento interno de objetos ou pessoas presentes em um lugar, cada uma recebendo qualificativos. As casas ao redor da escola, por exemplo, foram qualificadas de humildes por WN e de pobres e humildes por IC, que disse fazerem parte de uma favela. Vários outros alunos mencionaram as casas que viam daquele ponto de observação ressaltando a simplicidade de algumas delas e o inacabamento (falta de reboco e de pintura) das construções.

Essa atividade de observação e descrição levou os alunos a mostrarem diferentes pontos de vista e a levantarem questões importantes, como a ocupação não planejada e não vistoriada dos morros das grandes cidades.

## 2.2 O TRABALHO COM O MODO DE ORGANIZAÇÃO NARRATIVO

O que poderíamos chamar de narrativa? Quais são as condições para que ela possa existir? Para responder a essas e a outras questões, recorremos a Charaudeau (2010), que busca detalhar as condições para que uma narrativa ocorra. Segundo esse autor:

Para que haja narrativa, é necessário um ‘contador’ (que se poderá chamar de *narrador, escritor, testemunha*, etc.), investido de uma intencionalidade, isto é, de *querer transmitir alguma coisa* (uma certa representação da experiência do mundo) a alguém, um ‘destinatário’ (que se poderá chamar de *leitor, ouvinte, espectador*, etc.), e isso, de uma certa maneira, reunindo tudo aquilo que dará um sentido particular a sua narrativa (CHARAUDEAU, 2010, p. 153, grifos do autor).

Como visto, uma sequência de fatos ou acontecimentos não é suficiente para que um texto possa ser considerado como narrativo, uma vez que esse modo de organização do discurso requer, ao menos, que alguém queira falar algo a outrem por um determinado motivo, utilizando-se, para isso, de alguns recursos para a organização de sua lógica. Além disso, para que a sequência de acontecimentos seja considerada uma narrativa, há que se criar um contexto.

De acordo com Bakhtin (2003), há três elementos que concretizam o ato da criação: o conteúdo, o material e a forma. O autor visa ao conteúdo, enforma-o e o conclui usando para isso um determinado material. A forma, por sua vez, não pode ser entendida independentemente do conteúdo e não pode ser independente da natureza do material e dos procedimentos por ele condicionados. Por um lado, ela é condicionada a um dado conteúdo, por outro, aos meios de elaboração.

Durante a nossa presença em campo, vivenciamos o trabalho com narrativas em apenas um momento. No entanto, a professora já

havia dado início ao trabalho com esse modo discursivo pouco antes de começarmos a nossa pesquisa, uma vez que, no primeiro dia de filmagem, presenciamos a devolução de uma narrativa fantástica já corrigida e com comentários feitos pela professora. Não analisaremos as condições de produção porque ainda não estávamos presentes em campo no momento das orientações para a elaboração dos textos.

Segundo Charaudeau (2010), o autor pode ser auto-indivíduo, ter a identidade de alguém que age na vida social, um participante do mundo das práticas sociais. Ele também nos diz que a sucessão de ações com abertura e fechamento deve ter uma motivação, o que obedece ao princípio da intencionalidade. Dessa forma, um leitor-real é convidado a receber e verificar os fatos narrados, os quais não correspondem necessariamente às ações que aconteceram, mas são apresentados *como se* assim tivessem ocorrido, que é o caso de uma narrativa fantástica.

As narrativas produzidas pelos alunos trataram de temas variados, como futebol, aventuras pela escola, incêndios e alagamentos, que são comuns na região. Outro tema recorrente foi a violência, pois muitos textos falaram sobre agressões e mortes, principalmente de alunos dentro da escola. Vejamos um dos textos que tratou deste tema:

Nem todo dia é igual

Estudo há mais de 10 anos numa escola chamada Santo Carlos e em todos esses anos nunca houve nenhum acontecimento grave, nenhum fato que fizesse a vida de tantos alunos mudar repentinamente, e nunca pensávamos que isso viria a ocorrer algum dia.

Na sexta-feira passada vimos que estávamos errados, percebemos que atos não planejados ocorriam, mas foi só depois do primeiro corpo caído no chão que conseguimos compreender a gravidade da situação.

Acho que o problema começou bem antes, há duas semanas, quando Cid entrou na nossa classe. Cid era um menino extremamente tímido, muito legal e meio esquisito, e por isso acabou sendo alvo de brincadeiras, o que o deixava completamente desconfortável.

O número de brincadeiras foi aumentando e naquela sexta-feira percebemos o quanto havíamos exagerado; não só pelo fato de Cid começar a chorar mas também pelo fato de ele ter tirado uma arma de sua bolsa.

A primeira bala foi no peito de Miguel, o 'líder' das brincadeiras; a segunda, na testa da prof.<sup>a</sup> Sara, por não impedir que o 'bullying' ocorresse; a terceira, e última, foi em sua própria cabeça, para acabar de vez com o sofrimento.

Foi tudo tão rápido que mal deu tempo de piscar. Quando nos demos conta, já havia três corpos sangrando no chão da sala. No momento em que saí do transe, fui correndo contar para a diretora, que imediatamente chamou a polícia.

Houve um grande tumulto quando os outros alunos da escola descobriram, mas, além disso, nada mais aconteceu.

Depois que a polícia levou os corpos, continuamos com nossa aula, com a nova Prof.<sup>a</sup> de Geografia, que fingia que nada havia acontecido. Eu não sei até hoje o que ocorreu com a família das vítimas, mas de uma coisa eu sei: a gente não deve subestimar pessoas que possuem nome pequeno.  
(Texto de IM)

A aluna IM optou por se valer de uma narrativa com elementos fantasiosos para tratar de um tema bem real e recorrente nas escolas: o *bullying*, termo utilizado para descrever atos de violência física ou psicológica. Para Bakhtin (2003), tudo que estuda o humano deve estudar as relações entre pessoas situadas em determinado *lugarespaço* histórico e cultural, que só pode ser entendido de um ponto de vista dialógico da própria época. Dessa forma, a aluna trata de um problema que tem sido tematizado de forma assustadora em jornais,

telejornais e revistas. Provavelmente, ela ou algum de seus colegas já deve ter sofrido *bullying* ou assistiu a reportagens sobre o assunto, o que deve tê-la motivado a escrever sobre isso.

Conforme já mencionado, Charaudeau (2010) nos diz que a organização da lógica narrativa dispõe de *actantes*, que desempenham *papéis* relacionados com a sua ação. IM define o *actante* assassino como *tímido, legal e meio esquisito*. Já o agressor (praticante do *bullying*), Miguel, foi considerado como o *líder das brincadeiras*, o agente que motivou os crimes. A ação do personagem Cid foi voluntária, planejada e não houve tempo para reação dos demais. Como elementos para um *enquadramento espaço-temporal*, disse que o evento ocorreu em uma escola chamada Santo Carlos, na sexta-feira da semana anterior, não especificando data, mas afirma que o que desencadeou esse crime já vinha acontecendo há várias semanas.

Uma outra narrativa, com o tema *férias*, foi produzida no primeiro dia do retorno das férias de julho. A professora pediu que os alunos pegassem uma folha de caderno e desenhasssem um retângulo, inserindo nele um substantivo comum, um verbo de ação no pretérito perfeito do indicativo, um advérbio e um adjetivo. Após, convidou os alunos a escrever sobre o que não fizeram ou o que gostariam de ter feito, incluindo as palavras do retângulo, que deveriam ser destacadas de alguma forma (sublinhada ou marcada com caneta marca-texto). Chamou a atenção para os principais elementos de uma narrativa, como personagem, conflito, clímax e desfecho. Após essas orientações, os alunos elaboraram seus textos, alguns com dificuldade para *encaixar* nas narrativas as palavras escolhidas.

Apesar de todas essas condições impostas pela escola, os alunos surpreendem, sempre encontram espaços para se constituir, relatar suas experiências e tudo aquilo que faz sentido para eles. O aluno VR, por exemplo, relatou que *escrever textos* foi o que mais gostou de *não fazer* durante o período de férias. Disse ainda que a escola exige dele textos *perfeitos* e enfatizou que *adorou não ir à escola*, principalmente nos dias das aulas de Língua Portuguesa, pois, por mais que se esforce,



sempre tira notas baixas, o que o deixa triste e sem motivação. Logo, podemos inferir também que VR criticou tanto os métodos convencionais de ensino-aprendizagem quanto os recursos avaliativos.

Como nos diz Charaudeau (2010), para que haja narrativa, é necessário um *contador* investido de uma intencionalidade, de um *querer transmitir alguma coisa a alguém, um destinatário*. Vimos, todavia, que os possíveis leitores ou ouvintes são sempre os mesmos na escola: os professores. Além disso, a motivação do *contar* se perde na obrigatoriedade de realização de uma tarefa para a qual muitas vezes o aluno não vê sentido. Mas também vemos que esses alunos, como *autores-indivíduos*, seres que vivem e agem na vida social, narram seus problemas, sentimentos e opiniões, só que esses elementos geralmente são desconsiderados pela escola. A única resposta da professora que presenciamos foi mostrar o texto à pesquisadora e dizer que iria mostrá-lo à pedagoga.

### **2.3 O TRABALHO COM O MODO DE ORGANIZAÇÃO ARGUMENTATIVO**

“A argumentação não se limita a uma sequência de frases ou de proposições ligadas por conectores lógicos” (CHARAUDEAU, 2010, p. 203). Esse autor inicia a discussão sobre a definição e a função do argumentativo com essa frase para informar ao leitor que esse modo de organização textual vai muito além dos elementos que o compõem.

Esse autor ainda afirma que uma argumentação se destina a um interlocutor que se sabe capaz de refletir e compreender, de raciocinar e é passível de persuasão. Portanto, o destinatário é um dos elementos que influenciará o modo como uma argumentação será organizada, daí a importância de conhecer ou imaginar para quem se escreve o que se escreve. Charaudeau (2010) aponta as condições necessárias para que uma argumentação venha a existir:

[...] - uma *proposta sobre o mundo que provoque um questionamento*, em alguém, quanto à sua *legitimidade (um questionamento quanto à legitimidade da proposta)*

- um *sujeito que se engaje em relação a esse questionamento (convicção) e desenvolva um raciocínio* para tentar estabelecer uma *verdade* (quer seja própria ou universal, quer se trate de uma simples *aceitabilidade* ou de uma *legitimidade*) quanto a essa *proposta*.

- um *outro sujeito* que, relacionado com a mesma *proposta, questionamento e verdade*, constitua-se no *alvo* da argumentação. Trata-se da pessoa a que se dirige o sujeito que argumenta, na esperança de conduzi-la a *compartilhar* da mesma verdade (persuasão), sabendo que ela pode aceitar (ficar *a favor*) ou refutar (ficar *contra*) a argumentação (CHARAUDEAU, 2010, p. 205, grifos do autor).

Argumentar, então, faz parte de uma dupla busca pela racionalidade, primeiramente em direção a um ideal de verdade para explicar o mundo. Charaudeau (2010) esclarece que essa busca é, na verdade, por uma verossimilhança que depende da experiência individual e social dos indivíduos e das representações socioculturais compartilhadas por eles. O engajamento por essa verdade depende do olhar de um outro, portanto a segunda busca seria perseguir o que o autor chama de um *ideal de persuasão*.

O trabalho com textos argumentativos, chamados pela professora de dissertações, foi desenvolvido em dois momentos, bem próximos ao final do quarto bimestre. Analisaremos apenas os textos produzidos a partir de uma proposta desenvolvida pela pesquisadora, em conjunto com a professora, com três temas para escolha: implantação das Unidades de Polícia Pacificadoras/UPP's, relação entre humor e política e eleição de humorista para deputado federal.

Em relação à proposta apresentada para elaboração desse texto dissertativo, não houve uma discussão inicial ou leitura dos temas. O que deveria ser dito dependia da leitura do enunciado e

o motivo pelo qual deveriam escrever, em parte, também estava delineado na questão, já que, em cada tema, era solicitada emissão de opinião. Além da leitura pela professora e pela pesquisadora, o enunciado da proposta informava a possibilidade de envio do texto para jornais da Grande Vitória, mas não houve comentários dos estudantes quanto a esses outros possíveis leitores. Assim sendo, vemos que as condições estabelecidas por Geraldini foram atendidas em parte. Só teriam o *que dizer* os alunos que se informaram fora da sala de aula sobre os temas, em jornais, revistas, *internet* ou em conversa com outras pessoas.

Dos três temas propostos, o que tratava da eleição de humorista para deputado federal foi o que gerou o maior número de textos e fortes comentários sobre as eleições. Muitos expuseram seus pontos de vista de forma calorosa, uns afirmaram que a eleição de um palhaço para deputado federal representava a indignação de alguns brasileiros, era fruto da descrença do povo e até mesmo um ato de ignorância. Outros disseram que esse fato ocorreu devido à falta de opção de voto e descaso da população, conforme texto abaixo:

A vitória do candidato 'Tiririca' nas eleições 2010 foi destaque em todo o país. Eleito deputado federal pelo Estado de São Paulo, o humorista causou polêmica por conseguir recorde de votos sem, ao menos, apresentar uma proposta durante sua campanha.

A razão para 'Tiririca' ter conseguido tal feito, muito provavelmente, está em como os brasileiros enxergam a política e todo o sistema eleitoral. Os eleitores, a cada quatro anos, brincam de ser cidadãos, pois eles vão às urnas sem ter interesse e, muito menos, sem dar credibilidade às eleições.

A prova disso é justamente o grande número de votos recebidos pelo atual deputado, que mostra que este descaso com a política não é exclusivo de minorias no nosso país (Texto de LV).

A aluna LV inicia o texto com uma breve descrição narrativa em que conta que a eleição de Tiririca foi destaque em todo o Brasil, procedimento discursivo utilizado por vários outros alunos, chamando a atenção para o fato de o candidato não ter apresentado sequer uma proposta. Por meio de um modo de raciocínio explicativo, aponta que a razão para a vitória de Tiririca reside na maneira como os brasileiros veem a política: algo que não desperta interesse e ao qual não se pode dar crédito.

Vimos que, embora os temas não tenham sido discutidos em sala, os alunos conseguiram se colocar em seus textos, expressando suas opiniões de forma clara em grande parte das produções. Percebemos também que as premissas para que haja uma argumentação, conforme Charaudeau (2010), foram atendidas em parte. Havia uma proposta sobre o mundo para provocar um questionamento quanto à sua legitimidade e sujeitos engajados a um questionamento. Porém, vemos que, em alguns textos, não houve um ideal de persuasão explícito. Logo, o trabalho com um modo de organização argumentativo merece um aprofundamento acerca de seus possíveis objetivos (persuadir, manipular, seduzir, etc.), da organização de sua lógica, dos seus componentes, assim como de seus destinatários.

## **2.4 CARTA AO DIRETOR-GERAL**

A situação que será analisada a seguir se diferencia em vários aspectos das que foram analisadas até o momento, primeiramente porque o texto seria endereçado ao diretor-geral da instituição e tratou-se de uma proposta que não foi desenvolvida a partir de modos de organização, pois o enunciado dava aos estudantes a liberdade de escolha do gênero discursivo que julgavam mais adequado à situação.

Como semanas antes houve comemoração dos 101 anos da instituição, pensamos que esse tema pudesse levar os alunos a ter o que

dizer (elogiar, reclamar, demonstrar se está satisfeito ou não com a instituição) e a ter um motivo (informar alguém, incitar discussões, provocar mudanças) para isso. Além disso, também buscamos pensar em destinatários que concordassem em ler os textos dos alunos e responder. Por esses e outros motivos, indicamos o endereçamento ao diretor-geral, que concordou em ler os textos dos alunos da turma pesquisada.

A seguir, vejamos a proposta final de produção de texto:

Proposta de produção de texto

No ano de 2009, o [...] completou 100 anos. Você, aluno, está ajudando a construir a história do segundo centenário desta instituição. Diante da importância do [...] nos cenários capixaba e nacional, bem como do seu papel de aluno, produza um texto para o diretor-geral do *campus* mencionando quem você é (curso, turma), sua visão atual da instituição (problemas e/ou potencialidades) e suas expectativas e sugestões para o seu desenvolvimento. v Escolha o gênero textual mais adequado ao destinatário, tema e conteúdo;

Além de estar adequado ao gênero escolhido, o texto deverá conter:

*Concordância verbal* utilizando o verbo haver, voz passiva, substantivo coletivo representando o sujeito com o verbo no singular e verbo antecedendo sujeito composto;

*Concordância nominal* com uma das expressões: 'é preciso', 'é necessário', 'é proibido', 'é bom'; e com, pelo menos, duas das expressões: 'anexo', 'obrigado', 'inclusive' ou 'quite';

*Concordância por silepse.*

Essas formas de concordância solicitadas na carta haviam sido tratadas em um trabalho desenvolvido em seis aulas. Sabemos que,

quando uma proposta já vem pronta, com elementos a serem inseridos, estes limitam o dizer dos alunos tanto em termos de conteúdo do texto quanto em aspectos gramaticais. Todavia, vemos que as solicitações da professora não fugiam da temática proposta.

Alguns alunos tiveram muitos problemas em relação à estrutura da carta, não utilizaram cabeçalho com data e local e/ou pularam várias linhas entre as frases. Isso significa que a estrutura do gênero carta, cujo uso muitas vezes é suplantado pelas novas tecnologias da informação (correio eletrônico, mensagens de texto em celulares ou em redes sociais), poderia ter sido trabalhada com os alunos, tanto pela professora como pela pesquisadora que elaborou a proposta. Poderíamos, após termos constatado a escolha dos alunos pela *carta*, ter promovido uma discussão acerca desse gênero, suas variações (*carta pessoal, carta formal, carta de recomendação, etc.*), usos e finalidades.

O diretor compareceu à sala da turma pesquisada no último dia de aula do bimestre e do ano. Antes, já havíamos enviado *e-mail* indicando os principais pontos relatados pelos alunos. Ele respondeu aos alunos em linhas gerais a respeito do que tinha lido nas cartas. Ratos, professores que não têm compromisso, queda da qualidade do ensino e as catracas que não funcionavam foram os assuntos principais. De acordo com o relatado, vimos que o locutor não só se constituiu como tal, como foi respeitada a responsividade, ou seja, os alunos tiveram direito a uma resposta aos problemas indicados por eles no texto e ainda a oportunidade de levantar outros pontos, caso desejassem. Foi dada a contrapalavra tanto ao diretor quanto aos alunos.

Sabemos que o gênero carta não foi trabalhado de forma apropriada e a proposta foi entregue pronta aos alunos, que não tiveram a oportunidade de participar de sua elaboração. A despeito de todos esses fatos, eles surpreenderam e conseguiram se colocar nos textos, foram extremamente responsáveis e tiveram coragem de criticar e denunciar situações inaceitáveis em uma escola, como professores faltosos e desqualificados.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossa pesquisa se propôs a analisar as práticas de produção de textos escritos em uma turma de segundo ano do ensino técnico integrado ao médio, a partir das propostas apresentadas pela professora de Língua Portuguesa e pelas respostas dadas pelos alunos a essas propostas.

Percebemos que a professora buscava realizar um trabalho um pouco diferenciado com a Língua Portuguesa, pois o texto ocupava lugar privilegiado nessas aulas. Ainda que tenhamos notado lacunas nas práticas de produção de textos observadas, ressaltamos que não teria sido possível perceber toda a riqueza dos enunciados dos alunos, o quanto se colocam nos textos e de que forma os relacionam com a concretude da vida, se essas atividades não tivessem sido propostas. Por meio delas, por exemplo, notamos que temas como violência e *bullying* emergiram até mesmo em narrações fantásticas, nas quais supostamente deveriam ser ressaltados os elementos sobrenaturais.

Independentemente do modo de organização do discurso ou do gênero utilizado nos textos, em todas as produções escritas pudemos notar elementos relevantes e relacionados com a vida autêntica do indivíduo. E como analisar o discurso desses alunos, senão por meio da real unidade da comunicação discursiva: os enunciados? Como assinala Bakhtin (2006, p. 274), “[...] o discurso só pode existir de fato na forma de enunciações concretas de determinados falantes, sujeitos do discurso”.

Acreditamos, desse modo, que a professora contribuiu para que pudessem ser desvelados pontos de vista, argumentos, queixas, expectativas e ideias. Porém, notamos uma ausência de análise e discussão acerca dos conteúdos desses textos. Não basta trazer a produção de textos para a sala de aula; é preciso saber como lidar com os enunciados produzidos pelos alunos, promover debates em torno de seu conteúdo e integrar a Língua Portuguesa com as demais disciplinas.

Assim como Geraldi (2003), pensamos que a produção de textos

pode fazer parte de um ensino de conhecimento e produção e não de reconhecimento e reprodução. Para isso, no entanto, é necessário haver algumas mudanças na postura de alunos e professores, que precisam se reconhecer e assumir como partes de uma relação interlocutiva, na qual as contribuições do professor sejam tão importantes quanto a dos alunos.

Outro ponto a ser destacado é que a produção de textos é exercida predominantemente *para* a escola. É nesse contexto que Geraldi (2003) estabelece uma distinção entre redação e produção de textos. Para ele, na primeira situação, produzem-se textos para a escola, cujos objetivos principais estabelecidos aos alunos são praticar exercícios (de descrição, narração, etc.), mostrar que sabem realizar determinada tarefa e obter nota. Na segunda, produzem-se textos *na* escola, ou seja, enunciados que fazem sentido e estão dentro de uma situação dialógica, em uma cadeia de enunciados, gerando respostas, como o conserto das roletas na entrada da escola, no caso da carta ao diretor-geral.

Pudemos observar que as condições de produção abrangem parcialmente os requisitos para que uma efetiva produção de textos ocorra na escola. Em grande parte das atividades de produção, o que era para ser dito deveria ser buscado pelo próprio aluno; o professor era o único locutor do qual tinham conhecimento e as motivações não estavam claras, o que prejudicava a definição das estratégias, que devem ser escolhidas em função dos elementos anteriores. Notamos também que o ensino de Língua Portuguesa é voltado para o curso técnico, pois é privilegiado o trabalho com textos a partir da noção de tipos ou modos de organização do discurso que estão presentes em gêneros textuais da área técnica, como os relatórios.

Não queremos, com isso, julgar o trabalho da professora como incorreto ou inadequado, mas chamar a atenção para fatores que transcendem a sala de aula, como a escolha da quantidade e duração das aulas, o planejamento, a proposta pedagógica da escola e as diretrizes do Governo Federal.



Para dar ao texto um lugar de centralidade da escola, Geraldi propõe práticas que seriam baseadas em fatores como: definição de interlocutores, reais ou possíveis, em projetos de trabalhos que sejam construídos em conjunto com os alunos e que estejam relacionados com suas vidas; motivação interna dos envolvidos no trabalho, que teriam razões para dizer. Além disso, essas práticas também devem trabalhar a escolha de estratégias adequadas ao que se tem a dizer e às razões do dizer. Dessa forma, assim como Geraldi (2003), acreditamos que a produção de textos escritos se tornaria mais potencial e mais relevante na vida dos estudantes.

## REFERÊNCIAS

BAKHTIN, M. *Estética da criação verbal*. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

\_\_\_\_\_. *Marxismo e filosofia da linguagem*. 12. ed. São Paulo: Hucitec, 2006.

BRASIL. *Lei nº 9.396, de 20 de dezembro de 1996*. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, 20 dez. 1996. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 26 abr. 2010.

CHARAUDEAU, P. *Linguagem e discurso: modos de organização*. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2010.

GERALDI, J. W. *Portos de passagem*. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

# DESENVOLVIMENTO DE KIT DIDÁTICO SOBRE ELETROFORESE ATRAVÉS DE PROJETO DO PIBIC-JR E AS APLICAÇÕES NO ENSINO DE BIOLOGIA

*César Silva Xavier, Danielle Pereira Cavalcanti*

## 1 INTRODUÇÃO

Técnicas que utilizam organismos, completos ou suas partes, para gerar processos, serviços e produtos nos diversos setores da indústria, alimentação, meio ambiente, saúde animal ou vegetal, podem ser identificadas pelo termo Biotecnologia (FALEIRO; ANDRADE, 2011). Quando o homem deixou de ser extrativista e passou a cultivar plantas e criar animais, passou a utilizar a fermentação para a obtenção de alimentos e bebidas, utilizar corantes e resinas extraídas de plantas e animais, produzir sabão a partir de gordura animal, calçados e vestimentas com a pele de animais ele já estava então empregando a Biotecnologia (MANFRED, 2003). As tecnologias relacionadas ao DNA, tecnologia do DNA recombinante, dentre outros, atualmente estão relacionadas ao termo biotecnologia (CRIBB, 2004).

“No limiar do século XXI a biotecnologia é uma realidade que se impõe” (GOULART; MAIA, 2012, p. 1). Quando dedicamos atenção a Nova Biologia, que inclui os conhecimentos relacionados à Biotecnologia e à Biologia Molecular, nos deparamos com uma enxurrada de inovações e novidades (LORETO; SEPEL, 2003a). Na agricultura, podemos destacar a produção de plantas geneticamente modificadas como o milho Bt (*Bacillus turgiensis*), capaz de produzir

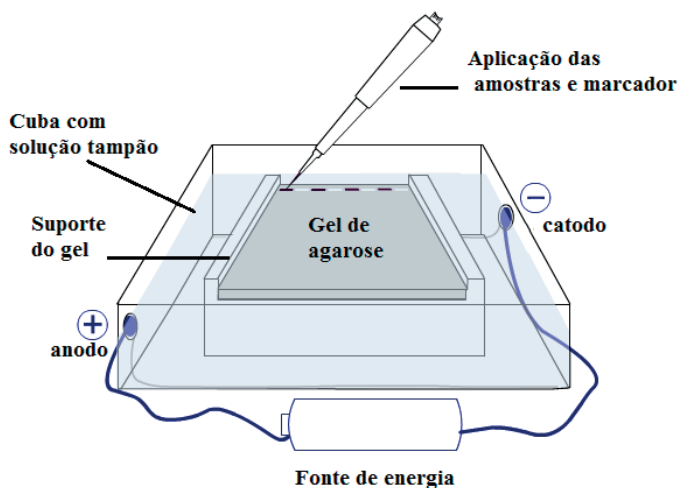
entomotoxinas que eliminam pragas; plantas resistentes a microorganismos como fungos, plantas resistentes a adversidades ambientais tais como seca e salinidade, além de plantas resistentes a herbicidas (OLIVEIRA et al., 2013). Na medicina, podem ser citados como aplicações biotecnológicas, hormônios e outras substâncias obtidas por engenharia genética; vacinas obtidas a partir de Organismos Geneticamente Modificados (OGMs); o arroz dourado, rico em pró vitamina A; terapias com células-tronco; uso de animais transgênicos para a obtenção de proteínas específicas ou como modelos de experimentação; uso de técnicas de PCR para a identificação e isolamento de patógenos na diagnose de doenças, entre outros (TERRA et al., 2000). Na Biologia Forense, a Biotecnologia está presente na identificação de pessoas, sendo eficiente para elucidação de crimes, identificação de suspeitos, determinação de paternidade, solução de casos de trocas ou desaparecimento de bebês (AGOSTINHO et al., 2011). Estes são alguns dos exemplos de que a Nova Biologia está cada vez mais presente no nosso dia a dia, sendo explorada nos mais variados setores da sociedade e consequentemente atingindo uma grande parcela da população de forma direta ou indireta.

Uma das técnicas utilizadas para o estudo e desenvolvimento das tecnologias acima relacionadas é a eletroforese. A eletroforese é uma técnica para separar diferentes moléculas em função de suas cargas elétricas e suas massas moleculares através da utilização de um campo elétrico. Moléculas como o DNA e RNA apresentam naturalmente carga negativa. Os fragmentos de DNA carregados negativamente submetidos a eletroforese se movimentam na direção do polo positivo (MALAJOVICH, 2012). Já as proteínas podem apresentar carga elétrica positiva ou negativa em determinado valor de pH devido à presença de grupos funcionais ionizáveis. Desta forma, quando submetidas a uma corrente elétrica, as moléculas se deslocam em direção ao ânodo (polo positivo) ou cátodo (polo negativo) de acordo com suas cargas (WILSON; WALKER, 2010). A técnica de eletroforese foi inicialmente utilizada em meio líquido para a

separação de uma mistura de proteínas, aperfeiçoada nas décadas de 1950 e 1960 para a separação de enzimas e DNA em matrizes de amido e agarose utilizando o princípio da combinação de forças fricionais (TISELIUS, 1937; SMITHIES, 1955; THORNE, 1966).

A figura 1 representa os componentes necessários para a eletroforese que utiliza como matriz um gel de agarose.

Figura 1 - Sistema montado para a eletroforese em gel de agarose.

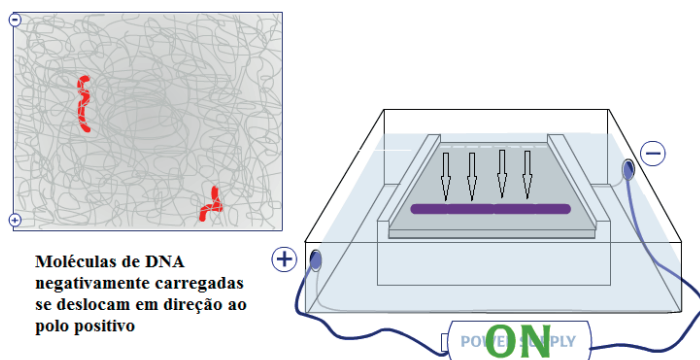


Fonte: (Adaptado de <https://www.dnalc.org>). Acesso em 24/08/2016.

A eletroforese é uma técnica bioquímica bastante simples e versátil, que pode ser reproduzida na escola com a utilização de elementos de fácil aquisição (Martinez; PAIVA, 2008; Santos Filho, 2011). O deslocamento das moléculas submetidas à eletroforese se dá em diferentes meios-suporte ou matrizes, tais como papel de filtro, sílica gel, membranas de acetato de celulose, gel de agarose, amido ou poliacrilamida, entre outros. Quando a tensão é aplicada sobre uma mistura de moléculas de mesma carga, porém de tamanhos diferentes, as moléculas de menor tamanho encontram menos resistência para se deslocarem através da malha do gel, ou seja, possuem

maior mobilidade eletroforética, e desta forma deslocam-se mais rapidamente. Moléculas de tamanho maior possuem menor mobilidade eletroforética, logo, deslocam-se mais lentamente através da malha do gel. A figura 2 demonstra diferentes fragmentos das moléculas de DNA dispostas na malha do gel de agarose e o sentido para o qual as moléculas se deslocam.

*Figura 2 - Deslocamento dos fragmentos de DNA através do gel.*



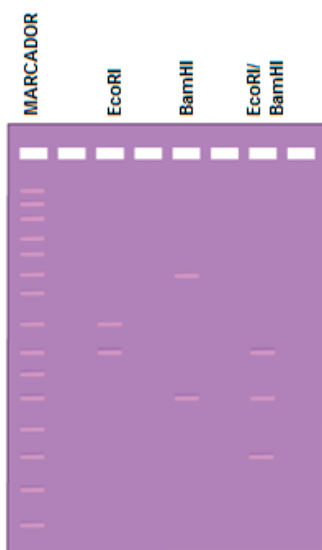
Fonte: (Adaptado de <https://www.dnalc.org>). Acesso em 24/08/2016

Quando a tensão é retirada do sistema, ou seja, a fonte de energia é desligada, as moléculas param de se movimentar, fixando-se em pontos específicos da matriz. Logo, moléculas de tamanhos diferentes estarão fixadas em pontos diferentes, as menores mais próximas do polo de carga oposta e as maiores, mais distantes do polo de carga oposta (WILSON; WALKER, 2010; LEE et al., 2012). Fragmentos de moléculas de DNA ou mesmo moléculas inteiras de DNA, como é o caso dos plasmídeos, submetidas a eletroforese em gel de agarose podem ser localizadas na matriz utilizando-se intercalantes e corantes específicos para DNA como o brometo de etídio, este com capacidade carcinogênica, ou substâncias como SYBR Green e GelRed. Moléculas de proteínas submetidas à eletroforese podem ser visualizadas através da utilização do corante Azul de

Coomassie ou por coloração pela prata. (LEE et al., 2012; SANBROOK; RUSSELL, 2001; BRAMMER, 2001).

A figura 3 representa a forma como se pode visualizar os fragmentos do DNA no gel de agarose, utilizando o brometo de etídio em exposição à luz ultravioleta.

Figura 3 - Gel tratado com brometo de etídio e exposto à luz ultravioleta para visualização do DNA.



Fonte: Arquivo pessoal do pesquisador, 2016.

Há várias técnicas para a realização da eletroforese, entre elas a *Eletroforese de Campo Pulsado* para moléculas de DNA extremamente grandes e a técnica de *Eletroforese Capilar*, que permite a análise desde íons até macromoléculas numa única coluna capilar. A técnica da eletroforese tem grande variedade de aplicações sendo utilizada em estudos sobre a taxonomia, fisiologia e genética de microorganismos, animais, fungos e plantas, na tecnologia do DNA recombinante, na produção e detecção de OGM's, diagnose de doenças.

Além do mais, ela é utilizada na Biologia forense, na identificação de cadáveres, suspeitos de crimes e testes de paternidade, embora a metodologia empregada em grande parte das análises forenses seja baseada no sequenciamento de bases do DNA, os sequenciadores utilizam a eletroforese capilar para a separação dos fragmentos de DNA marcados (BRAMER, 2001).

As aplicações biotecnológicas nas áreas da indústria, agricultura e medicina, certamente esbarram em questões sociais e éticas, sem contar com as implicações ecológicas e sobre a saúde humana, tornando necessário que a população esteja informada sobre os novos avanços no campo da tecnologia genética e que não se sinta socialmente impotente ou insignificante (REIS, 2003).

A sociedade desinformada não tem base para questionar os benefícios e malefícios da Biotecnologia, ficando a mercê da forma como a mídia trata essa questão, na maioria das vezes de forma alarmista e pouco elucidativa, principalmente no Brasil que ainda não tem uma tradição de jornalismo científico. (GOULART; MAIA, 2012, p. 2)

O ritmo de inovação do mercado é ditado pelo avanço da pesquisa e da tecnologia que se desenvolve com o aprimoramento do conhecimento acumulado ao longo de anos de desenvolvimento científico e tecnológico. Para que a população tenha a oportunidade de utilizar os produtos, serviços e tecnologias oriundas do desenvolvimento da pesquisa com consciência e criticidade sobre os riscos e benefícios envolvidos, faz-se necessário que já na escola os indivíduos tenham acesso às novidades tecnológicas. Torna-se importante a obtenção do conhecimento desde seus fundamentos para o sucesso na formação de estudantes capacitados ao aprendizado contínuo e a aquisição permanente de informações novas (XAVIER; FREIRE; MORAES, 2005).

De fato, ações governamentais para incluir o ensino de Biotecnologia nas escolas da Educação Básica foram elaboradas. Como exemplo pode-se citar a inclusão da temática em documentos

oficiais tais como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e a Matriz de Referência para o Exame Nacional de Ensino Médio (ENEM). O trecho abaixo, retirado dos PCN, exemplifica em parte esta preocupação:

Ter uma noção de como operam esses níveis submicroscópicos da Biologia não é um luxo acadêmico, mas sim um pressuposto para uma compreensão mínima dos mecanismos de hereditariedade e mesmo da biotecnologia contemporânea, sem os quais não se pode entender e emitir julgamento sobre testes de paternidade pela análise do DNA, a clonagem de animais ou a forma como certos vírus produzem imunodeficiências (BRASIL, 2000, p. 9-10).

Além do conhecimento técnico da Biotecnologia, estes documentos também mostram preocupação em orientar os docentes a ensinarem seus alunos a pesquisar e avaliar a qualidade e confiabilidade das informações adquiridas em diferentes fontes de conhecimento. As orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNEM+), sugerem que uma das competências na área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias é a capacidade de “Avaliar a procedência da fonte de informação para analisar a pertinência e a precisão dos conhecimentos científicos (...) para distinguir informação fundamentada da simples propaganda” (BRASIL, 2007, p. 37).

De certa forma, fica a cargo da escola, geralmente dos professores da área de Biologia, o fornecimento de subsídios teóricos para que os alunos desenvolvam tais competências críticas na avaliação das fontes e textos relacionados a temas da biotecnologia. É de grande importância que a escola forneça conhecimentos sobre Biotecnologia, para que o aluno possa assumir uma postura crítica diante das informações veiculadas pela mídia (GOULART; MAIA, 2012).

Professores de Ciências atuam ativamente de forma a intermediar os conhecimentos tecnológicos e científicos com a população



em geral, de certa forma aproximando as descobertas das ciências da sociedade (VASCONCELOS; LIMA, 2010). Confirmando a importância dada a esta temática no Ensino Médio, o conteúdo de Biotecnologia de fato tem sido significativamente contemplado nas provas do ENEM (XAVIER, 2016). É importante ressaltar que o ENEM foi criado “visando ser um instrumento governamental para forçar um currículo de base nacional, testando a qualidade da educação via o instrumento avaliativo sendo, assim, reguladora da qualidade” (SANTOS, 2011, p. 195).

A Biotecnologia sem dúvida está presente na vida da população influenciando no cotidiano sob diversos aspectos. Assim, não resta dúvida sobre a necessidade de ações voltadas para a melhoria do ensino da Biotecnologia na escola, para a formação de sujeitos informados e críticos.

Dentre vários recursos, o professor tem como alternativa para aulas de Ciências, a utilização de atividades experimentais. Por mais simples que seja a experiência realizada, ela se torna rica ao revelar as contradições entre o pensamento do aluno, o limite de validade das hipóteses levantadas e o conhecimento científico (BIZZO, 1998). Uma vez que as Ciências Naturais têm como característica preponderante seu caráter investigativo, a importância do trabalho prático/experimental no ensino desta disciplina é inquestionável e deveria ocupar posição central nas discussões educacionais. A aula experimental torna-se assim um excelente espaço de organização, discussão e reflexão. Com as aulas práticas/experimentais espera-se que o aluno construa um conhecimento significativo e não de memorização. As atividades experimentais devem partir de um problema, de uma questão a ser respondida, cabendo ao professor orientar os alunos na busca das respostas. Desta maneira cria-se um novo “ensinar”, uma nova forma de comunicação educacional, uma nova identidade do professor que, de transmissor de informações torna-se um mediador. No entanto, a experimentação por si só não representa necessariamente melhoria na qualidade do ensino de Ciências. O simples “fazer”

não significa a construção de conhecimento; é fundamental que as atividades práticas tenham garantido espaço para a reflexão, debate e construção de ideias (Axt, 1991; BIZZO, 1998; CARMO; SCHIMIN, 2008; HAYASHI; Porfirio; Favetta, 2006).

As atividades experimentais podem ser inseridas no ambiente escolar não só nas aulas regulares, como em um contexto maior que envolva a organização de feiras de ciência ou o desenvolvimento planejado de projetos nos moldes de um programa de iniciação científica júnior, criando espaços de reflexão e debate na escola e despertando o interesse dos alunos pela ciência.

O texto em tela é recorte de uma pesquisa de mestrado que objetivou o desenvolvimento de um kit didático de eletroforese para o ensino prático/teórico de conteúdos relacionados à biotecnologia e tecnologias do DNA na escola e em cursos de graduação, através de um projeto de iniciação científica júnior com alunos do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico. Nosso objetivo se desdobrou em: estimular a participação e envolvimento de alunos do ensino técnico em um projeto de Iniciação Científica Júnior; desenvolver kit didático de eletroforese constituído por uma fonte de energia de 70V acessórios e reagentes adequados para a reprodução da técnica na escola, de modo a facilitar a fabricação, montagem e utilização por professores de Biologia; elaborar atividades experimentais utilizando a eletroforese para elucidar questões biológicas; validar e avaliar o material produzido com alunos da Educação básica, técnica e tecnológica.

## **2 PERCURSO METODOLÓGICO**

O projeto de desenvolvimento do kit envolveu alunos do ensino técnico integrado. O desafio proposto aos alunos foi o desenvolvimento e construção de uma fonte de energia, acessórios e a utilização de substâncias de fácil obtenção e baixo risco à saúde, substituindo

os reagentes caros e nocivos à saúde, utilizados na técnica original. A primeira fase do projeto incluiu a seleção de alunos para participar do projeto. A seleção se deu através do interesse e da manifestação espontânea dos discentes devido às suas afinidades pelas Ciências da Natureza, especificamente pela Biologia e Física.

O projeto de desenvolvimento do kit didático envolveu 6 alunos dos quais 4 alunos atuaram como voluntários e 2 alunos foram contemplados com bolsa do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica para o Ensino Médio (Pibic-Jr), programa ao qual o projeto foi submetido e aceito. A duração foi de 24 meses e os alunos dedicaram o equivalente a 3 horas semanais desenvolvendo as seguintes atividades: (i) pesquisa bibliográfica, na busca de informações sobre as tecnologias do DNA, com ênfase naquelas que envolvem a eletroforese; (ii) leitura de artigos buscando aprimorar e desenvolver a parte física do aparelho, com alternativas práticas e de baixo custo para substituição da cuba, pente, suporte do gel e eletrodos; busca de alternativas para a substituição das soluções e amostras por substâncias de baixo custo, de fácil obtenção e baixo risco à saúde dos usuários; (iii) desenvolvimento e produção de fonte de energia adequada à reprodução da técnica da eletroforese por alunos de ensino básico com atenção ao tempo de execução dos experimentos e a segurança dos usuários; (iv) reprodução da técnica de eletroforese com o kit produzido; (v) elaboração e realização de experimentos simulando situações reais relacionadas com a técnica da eletroforese.

Após a primeira etapa do projeto que consistiu na seleção dos alunos, foi iniciada a segunda etapa. Esta consistiu no desenvolvimento e produção do kit didático com os alunos, a qual foi dividida em dois planos de trabalho: um para produção da fonte de alimentação, amostras e carcaça do aparelho de eletroforese e outro para produção de material didático na forma de apostila para trabalho com o kit escolar de eletroforese. Foram testados diversos materiais para produção tanto da fonte de energia quanto das unidades de eletroforese e das substâncias a serem utilizadas nos ensaios. Os

testes foram realizados nos laboratórios de eletrônica e química do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), no laboratório de Biotecnologia do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro). Três protótipos foram produzidos até chegar ao produto atual, utilizando materiais de baixo custo, baixo risco à saúde e integridade do usuário e de fácil obtenção.

A fonte de alimentação foi construída com o auxílio de um professor da área de Automação Industrial. Os principais componentes da fonte e suas respectivas funções são:

**Transformador:** Na fonte aqui descrita, o transformador reduz a tensão disponível nas tomadas de 127V para 70V;

**Retificador:** Recebe a tensão que vem do transformador. A passagem pelo retificador converte a corrente alternada em corrente contínua, eliminando a alternância negativa e mantendo apenas tensões positivas;

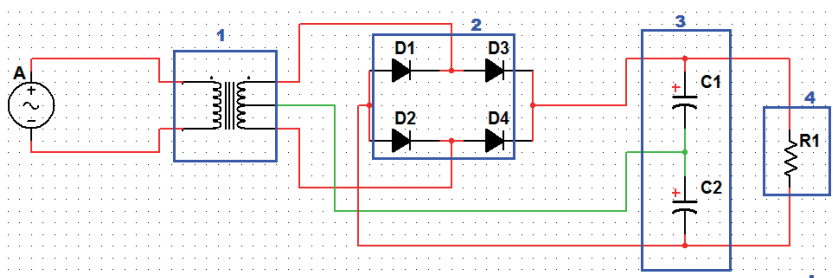
**Capacitor:** dispositivo que pode armazenar cargas elétricas até um limite, podendo liberar rapidamente essas cargas para o circuito, funcionando como um filtro que faz com que a tensão praticamente não varie, podendo ser considerada como uma tensão linear;

**Carga:** no circuito pode funcionar como um resistor ou resistência e no caso do aparelho de eletroforese, corresponde à solução tampão;

**Fusível:** funciona como dispositivo de segurança, protegendo o circuito de correntes superiores a limites pré-estabelecidos. Neste caso, o limite estabelecido foi de 200 miliampères;

A figura 4 representa a imagem do circuito detalhando as ligações entre os componentes. É recomendado que a montagem do sistema seja acompanhada por um professor de Física ou eletrônica já que este tem a habilitação e os conhecimentos técnicos para proceder durante a instalação dos dispositivos que compõem o circuito.

Figura 4 – Circuito integrado destacando os dispositivos e a seqüência de conexões entre os mesmos<sup>15</sup>.



Fonte: Arquivo pessoal do pesquisador, 2016.

Três protótipos da cuba de eletroforese, suporte do gel e pente foram produzidos durante o desenvolvimento do projeto. No primeiro deles, baseado no trabalho de Santos-Filho (2011), usamos uma vasilha de plástico utilizada para armazenar alimentos na cozinha para servir de cuba e uma saboneteira plástica para funcionar como o suporte que recebe o gel de agarose. O pente utilizado para formar os pocinhos (slots) no gel foi produzido a partir da tampa da saboneteira cortada com uma serrinha de metal. Os eletrodos foram produzidos com raios de aro de bicicleta, revestidos por aço inoxidável, dobrados e colados com resina epóxi nos cantos opostos da cuba (vasilha de plástico). Um segundo protótipo foi produzido, com objetivo de adequar e corrigir algumas falhas observadas no primeiro protótipo. Para isto, a cuba foi substituída por uma embalagem plástica de sorvete. Outra saboneteira com o fundo menos arredondado foi utilizada para substituir o suporte do gel. O pente produzido para esta versão foi feito a partir de uma régua de silicone. Os eletrodos foram substituídos por arames

15 A letra (A) corresponde à tomada, conectada à rede elétrica. O dispositivo 1, corresponde ao transformador, 2 representa os diodos de retificação, 3 representa os capacitores e 4 representa a resistência, esta corresponde à solução tampão.

revestidos de cobre, também presos às bordas da cuba com resina epóxi. O terceiro protótipo, que constitui a versão atual do kit, foi feito de material acrílico, com a cuba medindo 11,5 x 9,0 x 3,0 cm (comprimento x largura x altura); o suporte do gel com medida de 8,5 x 6,5 x 3,0 cm (comprimento x largura x altura) e pente de 8,5 cm de comprimento; 2,5 cm de altura e 1,0 cm de distância entre os dentes. Os eletrodos, também presos às bordas internas da cuba foram produzidos com fio de aço cirúrgico, utilizados em aparelhos ortodônticos na medida de 1,20 mm de diâmetro, sendo que esta medida pode ser substituída por 0,7 mm.

A solução tampão utilizada para a corrida eletroforética foi o t-Borax. Para produzir o tampão, adicionou-se 3,8 gramas de BORAX comercial (borato de sódio) em um litro de água conforme sugerido no trabalho de Loreto e Sepel (2003b). O borato de sódio pode ser facilmente obtido com baixo custo em lojas de matéria prima para a produção de produtos de limpeza e farmácias de manipulação.

Para a produção do gel foi adicionado 1 g de Agar em 50 ml da solução tampão (tBorax) produzida como descrito acima. Os corantes utilizados para simular amostras de ácidos nucléicos foram corantes alimentícios artificiais da marca Arcolor, usadas em confeitos de bolos e outros alimentos. Foram testadas as cores vermelho, azul, amarelo, preto e verde, respectivamente constituídos pelos corantes amaranto, azul brilhante, tartrazina, amaranto + azul brilhante (preto) e tartrazina + azul brilhante (verde), conforme informações dos rótulos dos produtos.

A terceira etapa do projeto consistiu na aplicação do aparelho de eletroforese em aulas práticas junto a alunos da Educação básica, técnica e tecnológica. Com o objetivo de avaliar a eficácia da atividade prática, foi elaborado e aplicado um questionário com 6 perguntas básicas relacionadas à técnica da eletroforese e suas aplicações. Este questionário foi aplicado em dois momentos: antes e após a realização da atividade prática de eletroforese.

A aplicação do produto ocorreu durante a “Oficina de Biologia

Molecular, enzimas de restrição, DNA recombinante, eletroforese e Biotecnologia no curso técnico em automação industrial”. Nesta oficina foram inscritos 20 alunos do curso técnico em automação industrial integrado ao Ensino Médio, matriculados nos 3º e 4º anos. Participaram como ministrantes da oficina, os 2 alunos bolsistas do Pibic-Jr vinculados ao projeto. O outro momento em que se deu a aplicação do kit de eletroforese foi no curso de atualização de professores “DNA e suas aplicações tecnológicas” que aconteceu no Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho (IBCCF) na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), o público formado por dez professores de Ciências e Biologia de escolas públicas do Estado do Rio de Janeiro.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O estímulo à participação dos alunos em um projeto de iniciação científica superou as expectativas, considerando que os planos de trabalho foram contemplados com duas bolsas de Iniciação científica. Os alunos receberam bolsas do Pibic-Jr, sendo um dos alunos no período entre agosto de 2013 a julho de 2014 e o outro entre agosto de 2014 a julho de 2015. O resultado foi a produção de dois relatórios parciais, dois relatórios finais, dois painéis apresentados na IX e na X Jornada de Iniciação Científica, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação do Ifes e dois resumos publicados nos anais dos respectivos eventos. O trajeto metodológico e os resultados obtidos sob o aspecto da iniciação científica corroboram com constatações encontradas na literatura, em que alunos que participam de projetos desta natureza demonstram “responsabilidade no cumprimento de tarefas; capacidade de organização; curiosidade e desejo intensos de se apropriar de novos conhecimentos da área científica, tanto de caráter geral quanto específico; disciplina acadêmica” (AMÂNCIO; QUEIROZ; AMÂNCIO FILHO, 1999, p. 189).

O trabalho em equipe produzido entre aluno e orientador em busca de resultados reconhecidos e posteriormente divulgados no meio científico através de seminários e jornadas científicas ou de iniciação científica, fortalece a ideia de que a IC no ensino médio pode indicar o surgimento de um novo modelo de educação para as ciências, diferente do modelo que vem predominando há tempos (XAVIER, 2016, p. 29).

Ao longo do desenvolvimento do Kit de eletroforese foram produzidos alguns protótipos. Para desenvolvimento da cuba, pente e suporte do gel para compor o kit didático de eletroforese, inicialmente nos baseamos no trabalho de Santos-Filho (2011), e utilizamos uma vasilha de plástico para servir de cuba do kit de eletroforese; uma saboneteira plástica sem as bordas em suas extremidades opostas para funcionar como o suporte que recebe o gel; pente produzido a partir da tampa da saboneteira e eletrodos de raios de aro de bicicleta revestidos por aço inoxidável e a fonte de 30V. A figura 5 corresponde ao 1º protótipo dos acessórios do kit de eletroforese.

*Figura 5 - Primeiro protótipo da cuba, eletrodos, pente e suporte do gel (berço) do kit didático de eletroforese*

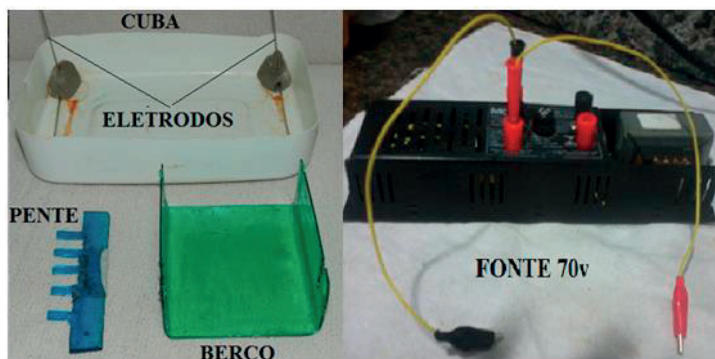


Fonte: Arquivo pessoal do pesquisador, 2016.



Algumas falhas observadas no protótipo 1 como a oxidação dos eletrodos e gasto excessivo dos reagentes, além da demora das corridas devido à baixa tensão alcançada pela fonte levou à produção do segundo protótipo. Neste segundo modelo as medidas da cuba e do suporte do gel foram reduzidas e os eletrodos foram substituídos por arames revestidos com cobre. Além destas alterações, a nova fonte elétrica, produzida pelos alunos passou a alcançar uma tensão de 70V, permitindo corridas mais rápidas em um tempo aproximado de 40 minutos, tempo este adequado para a execução da prática em uma aula. Na figura 6 pode-se observar o protótipo 2.

*Figura 6 – Segundo protótipo dos acessórios do kit didático de eletroforese com a fonte elétrica.*

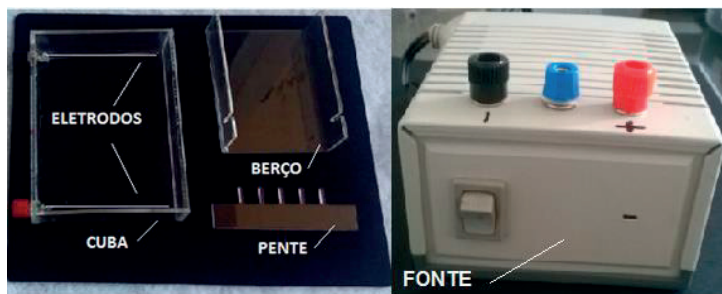


Fonte: Arquivo pessoal do pesquisador, 2016.

Como o objetivo era obter um kit com durabilidade e boa apresentação, foi produzida a terceira e última versão do conjunto de acessórios. A cuba, pente e suporte do gel foram produzidos em material acrílico, sob encomenda em uma loja que fabrica e vende este tipo de produto, utilizando o protótipo anterior como molde. As dimensões da cuba foram ainda inferiores em relação às cubas das versões anteriores, desta forma necessitando de menor volume de solução tampão e menor distância entre os eletrodos, conferindo

maior velocidade nas corridas (BRAMMER, 2001), com um tempo entre 30 e 40 minutos. Além disso, os eletrodos foram produzidos com fio de aço cirúrgico, que confere a vantagem de não oxidar durante as corridas, mantendo a transparência e limpidez da solução tampão durante e após os experimentos, além de se manterem íntegros por muito tempo. A fonte produzida para esta versão do aparelho também produz uma tensão de 70V, e é constituída de dispositivos com dimensões menores dispostos no interior de uma caixa adequada que mantém tanto a integridade do aparelho quanto a de quem o manuseia. Embora o custo tenha sido relativamente maior quando comparado com as versões anteriores, compensou pelos benefícios didáticos e de aprendizagem de sua utilização simulando condições o mais próximo da realidade dos laboratórios de pesquisa, além da melhor apresentação e durabilidade do produto. A figura 7 demonstra a cuba, acompanhada do pente e do suporte do gel e a fonte produzida para a versão atual do aparelho.

*Figura 7 – Cuba, pente e suporte do gel (berço) em material acrílico com os eletrodos de aço cirúrgico e fonte com caixa adequada que compõem a versão final do kit didático de eletroforese.*



Fonte: Arquivo pessoal do pesquisador, 2016.

Para acompanhar o kit didático, foi produzida uma apostila constituída por três seções, sendo a primeira uma introdução intitulada “Biotecnologia e técnicas de manipulação do DNA”, onde são abordados assuntos tais como enzimas de restrição, eletroforese, PCR, clonagem, sequenciamento do material genético, projeto genoma, entre outros. Na segunda seção, intitulada “conhecendo o aparelho e o procedimento”, o leitor encontra informações sobre os componentes, reagentes, instrumentos e procedimentos utilizados para a realização da técnica da eletroforese e informações sobre como proceder para preparo da solução tampão, do gel e aplicação das amostras. A terceira seção intitulada “Roteiros dos experimentos”, contém roteiros para simulação de cinco experimentos como identificação de vírus, troca de bebê na maternidade e teste de paternidade.

#### **4 CONCLUSÕES**

Neste trabalho, analisamos um projeto de Iniciação Científica implementado com sucesso no Curso de Automação Industrial do Instituto Federal do Espírito Santo – *campus* Linhares. Com essa experiência, observamos que os alunos envolvidos demonstraram interesse e responsabilidade na execução das atividades, corroborando dados da literatura que apontam uma mudança de atitude dos alunos que participam deste tipo de programa.

A partir da execução do projeto, foi desenvolvido um kit didático de eletroforese com orientações de utilização e sugestões de atividades práticas para a reprodução da técnica na escola em um período de aula. Com a validação do kit didático junto aos professores e alunos da Educação Básica, observamos melhorias nos conhecimentos básicos sobre a eletroforese e suas aplicações.

## REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, L. A. et al. Construção de sistema Multiplex utilizando cinco marcadores genéticos do tipo mini-STR (short-amplicons) para identificação humana por análise de DNA. *Revista Científica Faminas, Muriaé*, v. 7, n. 3, p. 12-41, set./dez. 2011.

AMÂNCIO, A. M.; QUEIROZ, A. P. R.; AMÂNCIO FILHO, A. O Programa de Vocação Científica da Fundação Oswaldo Cruz (Provoc) como estratégia educacional relevante. *Hist. cienc. Saúde - Manguinhos*, v. 6, n. 1, p. 181-193, 1999.

AXT, R. O papel da experimentação e o ensino de ciências. In: MOREIRA, M. A, AXT, R. *Tópicos em ensino de ciências*. Porto Alegre: Sagra, 1991. p. 79-80.

BIZZO, N. *Ciências: fácil ou difícil*. São Paulo: Ática, 1998. 144 p.

BRAMMER, S. P. *A técnica de eletroforese: importância e aplicações em análises genéticas*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 13 p. (Embrapa Trigo. Documentos Online; 6). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_do06.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_do06.htm)>. Acesso em: 15 jan. 2016.

BRASIL. PCN + Ensino Médio: *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. CIÊNCIAS da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, 2007.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, Brasília: MEC/SEMT, 2000.

CARMO, S.; SCHIMIN, E. S. *O ensino da Biologia através da experimentação*. 2008. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1085-4.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2016.

CRIBB, J. Y. Sistema agroalimentar brasileiro e biotecnologia moderna: oportunidades e perspectivas. *Cadernos De Ciência e tecnologia*, v. 21, n. 1, jan./abr. 2004.

FALEIRO, F.; ANDRADE, S. *Biotecnologia, Transgênico e Biossegurança*. 1. ed. Distrito Federal: Embrapa Cerrados, 2009.

GOULART, A. O. F. MAIA, E. D. Biotecnologia no século XXI: um caso de letramento científico. In: III Simpósio nacional de ensino de ciência e tecnologia, 2012. *Anais...* Ponta Grossa, 2002.

Hayashi, A. M.; Porfirio, N. L. S.; Favetta, L. R. A. A importância da experimentação na construção do conhecimento científico nas séries iniciais do Ensino Fundamental. In: 4ª Mostra acadêmica Universidade Metodista de Piracicaba, 2006. *Anais...* Disponível em: <<http://www.unimep.br/phpg/mostraacademica/anais/4mostra/pdfs/300.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2016.

LEE, P. Y et al. Agarose Gel Electrophoresis for the Separation of DNA Fragments. *J. Vis. Exp.*, v. 62, e 3923, doi:10.3791/3923, 2012.

LORETO, E. L. S. e SEPEL, L. M. N. *Atividades Experimentais e Didáticas de Biologia Molecular e Celular*. Sociedade Brasileira de Genética. 2. ed. Ribeirão Preto, 81 p. 2003b.

LORETO, E. L. S.; SEPEL, L. M. N. A escola na era do DNA e da Genética. *Ciência e Ambiente*, v. 26, p. 149-156, jan./jun. 2003a.

MALAJOVICH, M. *Biotecnologia*. Rio de Janeiro: Edições da Biblioteca Max Feffer do Instituto de Tecnologia ORT, 2012.

MARTINEZ, E. R. M.; PAIVA, L. R. S. Eletroforese de ácidos nucléicos: uma prática para o ensino de genética. *Genética na Escola*. v. 3, n. 1, p. 43-48. 2008.

OLIVEIRA, S. D. et al. Análise de patentes envolvendo plantas transgênicas mais tolerantes a estresse abiótico. In: SIMTEC 2013. *Anais...* Aracaju, v. 1, n. 1, p. 376-389, 2013.

REIS, P. R. O “*admirável mundo novo*” em discussão. Ministério da Educação, 1. ed., Lisboa, 70 p. 2003.

SAMBROOK, J.; RUSSELL, D W. *Molecular Cloning – A laboratory manual*. 3. ed. New York, Cold Spring Harbor, 2001.

SANTOS FILHO, F. S. Eletroforese: uma importante ferramenta da genética. *Genética na Escola*. v. 6, n. 2, p. 43-45, 2011.

SANTOS, J. M. C. T. Exame Nacional do Ensino Médio: entre a regulação da qualidade do Ensino Médio e o vestibular. *Educar em Revista*, Curitiba, n. 40, p. 195-205, abr./jun. 2011.

SMITHIES, O. Zone electrophoresis in starch gels. *Bioche J*. v. 61, p. 629-641, 1955.

TERRA, A. P. S. et al. Monitoramento de pacientes com AIDS para o desenvolvimento de doença por citomegalovírus (CMV) usando-se PCR multiplex. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. v. 6, n. 33, p. 583-589, nov./dez. 2000.

THORNE, H. V. Electrophoretic Separation of Polyoma Virus DNA from Host Cell DNA. *Virology*, n. 29, p. 234-239. 1966.

TISELIUS, A. A new apparatus for electrophoretic analysis of colloidal mixtures. *Transactions of the Faraday Society*, n. 33, p. 524-531, 1937.

VASCONCELOS, S. D.; LIMA, K. E. C. O professor de biologia em formação: reflexão com base no perfil socioeconômico e perspectivas

de licenciandos de uma universidade pública. *Ciência & Educação*. v. 16, n. 2, p. 323-340, 2010.

WILSON, K; WALKER J. *Principles and Techniques of Biochemistry and Molecular Biology*. 7. ed. New York, Cambridge University Press, 2010.

XAVIER, C. S. *Desenvolvimento de kit didático sobre eletroforese através de um projeto de iniciação científica na escola e estudo de suas aplicações no ensino de biologia*. 2016. 134 p. Dissertação (Mestrado em Formação científica para professores de biologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2016.

XAVIER, M. C.; FREIRE A. S.; MORAES, M. O. A introdução dos conceitos de Biologia Molecular e Biotecnologia no Ensino de Genética no Nível Médio: há espaço para a Nova Biologia? In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, n. 5, Bauru, Atas... Bauru: Abrapec, 2005.

# ENSINO DE SISTEMAS DE EQUAÇÕES E INEQUAÇÕES LINEARES NO CONTEXTO DA ADMINISTRAÇÃO: EXPERIÊNCIAS COM PESQUISA OPERACIONAL

*Lauro Chagas e Sá, Briane Costa de Oliveira Guaitolini, Luciene Torezani Alves, Rômulo Augusto Machado Neto*

## 1 INTRODUÇÃO

Pesquisa Operacional é uma ciência aplicada, voltada para a resolução de problemas reais. Tendo como foco a tomada de decisões, ela utiliza conceitos e métodos de várias áreas científicas na concepção, planejamento e operação de sistemas. Além disso, ela é utilizada para avaliar linhas de ações alternativas e encontrar as soluções que melhor atendem aos objetivos dos indivíduos ou das organizações. Esta terminologia foi usada pela primeira vez em 1938, para designar o estudo sistemático de problemas estratégicos e táticos decorrentes de operações militares, uma vez que grupos de inteligência analisavam qual a melhor decisão a ser tomada em situações complexas (CHAVES, 2011). No Brasil, a Pesquisa Operacional surgiu no final da década de 50 do século passado, através de trabalhos realizados por profissionais de empresas que realizaram, em 1966, o primeiro seminário nacional sobre o assunto (LÓSS, 1981). Hoje, a Pesquisa Operacional desdobra-se nas seguintes áreas: Programação Dinâmica, Teoria dos Estoques, Teoria das Filas, Simulação, Teoria dos Jogos, Análise de Risco, Programação Multiobjetivo, Teoria dos Grafos, Otimização Combinatória e Metaheurísticas, Programação Não-Linear, Programação Inteira e a Programação Linear, sendo



esta última o assunto que abordamos em sala de aula.

A Programação Linear, tema de nosso estudo, prioriza a otimização de situações reais; isto é, a maximização ou a minimização de uma função linear modelada a partir de uma situação real. Tem interesse em determinar uma solução ótima, a melhor possível para um determinado problema, como o lucro máximo de uma empresa ao comercializar um produto ou também o menor custo em certa fabricação. O termo Programação Linear foi idealizado por volta de 1947, por George B. Dantzig (1914-2005), enquanto planejava um programa de fornecimento logístico. Dantzig, que era consultor matemático da força aérea dos Estados Unidos, publicou textos falando de suas ideias, definindo seu trabalho como “programando numa estrutura linear”<sup>16</sup>. Com isso, percebemos as primeiras aproximações entre o campo da Programação Linear e o contexto da Administração.

Nos últimos anos, têm-se discutido não somente a aplicação da Programação Linear para resolver problemas de empresas, mas também sobre a sua potencialidade como ferramenta pedagógica, auxiliando no processo de ensino e aprendizagem de matemática. Por exemplo, em Silva e Gomes (2009), temos uma experiência com alunos da educação profissional do, até então, Centro Federal de Educação Tecnológica do Maranhão (CEFET-MA); já Mello e Mello (2003) refletem no âmbito do Ensino Superior, com integração das disciplinas de Cálculo Diferencial e de Pesquisa Operacional.

Considerando os contextos descritos, a experiência apresentada neste capítulo decorre de uma investigação realizada no Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática – Programa Educimat, do Instituto Federal do Espírito Santo. O objetivo do trabalho foi analisar uma sequência de atividades que contemplessem o uso de tecnologia para ensino de conteúdos matemáticos. Em nosso caso, a proposta de trabalho foi validada com turmas de

---

16 O termo Programação Linear, por assim dizer, foi verdadeiramente proposto pelo economista e matemático T. C. Koopmans (1910 - 1985), em 1948, numa pequena reunião com Dantzig.

alunos do Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal do Espírito Santo *campus* Linhares. Assim, compartilhamos a seguir o desenvolvimento da sequência de atividades e algumas reflexões sobre a integração entre formação geral e específica.

## 2 SUSCITANDO REFLEXÕES

A importância da disciplina de Matemática e suas contribuições para a formação técnica são evidenciadas quando pensamos num currículo integrado. Quando se trata de currículo escolar num curso técnico integrado ao Ensino Médio, a integração entre a formação geral e a formação profissional é o que caracteriza essa modalidade de curso. Para essa formação integral e integrada, são considerados aspectos políticos, sociais, profissionais, históricos e culturais, conforme aponta Ciavatta (2005, p. 84):

No caso da formação integrada ou do ensino médio integrado ao ensino técnico, queremos que a educação geral se torne parte inseparável da educação profissional em todos os campos onde se dá a preparação para o trabalho: seja nos processos produtivos, seja nos processos educativos como a formação inicial, como o ensino técnico, tecnológico ou superior. Significa que buscamos enfocar o trabalho como princípio educativo, no sentido de superar a dicotomia trabalho manual/trabalho intelectual, de incorporar a dimensão intelectual ao trabalho produtivo, de formar trabalhadores capazes de atuar como dirigentes e cidadãos.

Complementando o exposto, recorreremos a Saviani (2008) para destacar que enquanto a apresentação de conceitos científicos (trabalho intelectual) desvinculada da prática configura-se como contemplação, a recíproca – prática desvinculada da teoria (trabalho

manual) – é espontaneísmo. É importante, então, que a teoria ilumine a prática assim como a prática dê significado à teoria. “É um movimento prioritariamente prático, mas que se fundamenta teoricamente, alimenta-se da teoria para esclarecer o sentido, para dar direção à prática” (SAVIANI, 2008, p.142). Neste sentido, é preciso ir além da simultaneidade entre disciplinas do núcleo geral e do núcleo profissional, as duas formações têm de ser trabalhadas de modo integrado. Mas como podemos alcançar esses objetivos em Matemática? Como aproximar as atividades à realidade profissional dos alunos?

Do ponto de vista da Educação Matemática, buscamos adequar as atividades propostas aos ambientes de investigação definidos por Skovsmose (2000). Esses ambientes de aprendizagem são apresentados como possíveis respostas ao desafio de praticar a Educação Matemática Crítica na sala de aula. Num total de seis, os ambientes de aprendizagem são o resultado da combinação de três tipos de referência (matemática pura, semi-realidade, realidade) com dois paradigmas (exercícios e Cenários para Investigação), conforme ilustrado a seguir.

*Quadro 1 – Cenários para Investigação.*

	<b>Paradigma do Exercício</b>	<b>Cenários para Investigação</b>
Referências à Matemática Pura	1	2
Referências à Semi-realidade	3	4
Referências à Realidade	5	6

Fonte: Skovsmose (2008).

A Matemática Pura refere-se a conceitos primitivos, operações e procedimentos exclusivamente matemáticos. A semi-realidade associa a Matemática à situações hipotéticas baseadas em situações

reais. A Realidade, no sentido estrito da palavra, faz referência às situações reais. No paradigma do exercício, o ambiente **(1)** refere-se a Exercícios de Matemática Pura e pode ser exemplificado por exercícios de matemática cujo comando do enunciado é “encontre o valor de X” ou “resolva conforme o modelo”. O ambiente **(3)**, com referência à semi-realidade, trata de problemas contextualizados por situações hipotéticas e que apresentam resolução objetiva. Por exemplo, o exercício de calcular a altura de um poste a partir das medidas de altura de uma pessoa e das sombras da pessoa e do poste. Por fim, o ambiente **(5)**, com referência à realidade, pode ser representado por uma aula de Matemática em que são trabalhadas questões comuns no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), visto que, frequentemente, são utilizados dados verídicos e informações veiculadas pela mídia.

Na perspectiva do cenário para investigação, o Ambiente **(2)**, referente à Matemática Pura, trata de um problema com diversas possibilidades de abordagem e resolução, envolvendo aritmética, álgebra ou geometria, mas sem contextualização ou aplicação em outras áreas além da Matemática. O Ambiente **(4)**, com referência à semi-realidade, representa uma problematização a ser explorada com base em uma situação hipotética e que não possui solução única. Neste Ambiente, intervenções e questionamentos são valorizados, mas podem se limitar a hipóteses especulativas, visto que se trata de uma situação ficcional. E o ambiente **(6)**, com referência à realidade, diferencia-se do ambiente **(4)** no que diz respeito ao contexto da problematização a ser investigada, tendo em vista que, neste ambiente, a contextualização não é uma situação hipotética.

As atividades relatadas neste capítulo foram planejadas a partir da utilização do conteúdo matemático para resolução de problemas da realidade profissional dos alunos, aproximando-se, assim, do exposto no ambiente de aprendizagem 6. Em sala, utilizamos o software livre Geogebra, que reúne recursos de geometria, álgebra e cálculo, considerado como uma ferramenta eficaz no trabalho de

forma interativa. O software possui uma interface amigável e possui uma vantagem didática: é composto por duas representações diferentes de um mesmo objeto que interagem entre si: a *janela geométrica* e a *janela algébrica*.

### 3 OS MOMENTOS DA INTERVENÇÃO

Para a intervenção em sala de aula, acompanhamos uma turma de segundo ano do Curso Técnico em Administração Integrado ao Ensino Médio, do turno vespertino, composta por 36 alunos, com idades entre 15 e 17 anos, sendo a maioria deles residentes no próprio município de Linhares, ES. A proposta foi desenvolvida nas aulas de Matemática, entre os dias 13 e 29 de junho de 2016, com carga horária semanal de 3 aulas de 50 minutos. O planejamento da sequência teve como premissa o desenvolvimento de ações pautadas em objetivos, entre eles: introduzir técnicas da Programação Linear no processo de ensino-aprendizagem de Matemática; dinamizar a participação dos alunos em atividades que envolvam Matemática e outras disciplinas cursadas pelos alunos, de uma forma contextualizada, integrada e multidisciplinar; discutir a utilização de conteúdos matemáticos para resolver problemas do cotidiano profissional. Para coleta de dados, utilizamos análise documental sobre as atividades validadas em sala de aula e as construções no software GeoGebra (realizada pelos alunos); capturamos em áudio as apresentações dos alunos sobre os problemas propostos e aplicamos questionário ao final da sequência de atividades.

Iniciamos a sequência didática, no dia 13 de junho, pedindo que os alunos, organizados em grupos, resolvessem o problema abaixo. Na ocasião, solicitamos que os alunos tentassem resolver da forma que achassem mais adequado e lançamos um desafio para observar qual grupo acharia o resultado de maior lucro.

### Figura 1 – Problema do Milho e do Feijão.

**(Problema 1)** Após anos de economia, em busca de uma vida mais tranquila João resolve comprar uma pequena fazenda de 45 hectares para plantar milho e feijão. Cada hectare de milho gera um lucro de R\$200,00 e cada hectare de feijão retorna R\$300,00 de lucro. O número de empregados e fertilizantes necessários para cada hectare são descritos na tabela abaixo.

	Milho	Feijão
Empregados	3	2
Fertilizantes	2 ton	4 ton

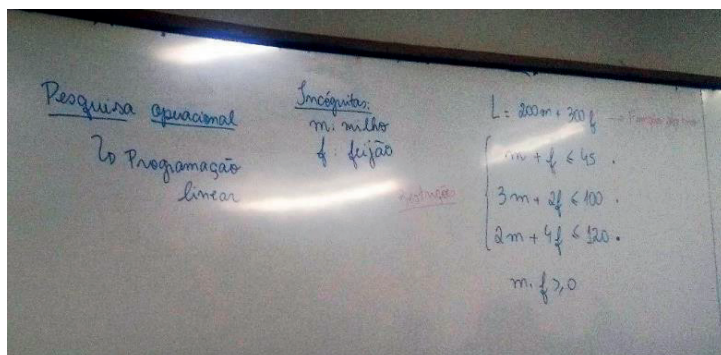
Considerando que João pode contar com 100 empregados e 120 toneladas de fertilizantes, como ele pode maximizar seu lucro?

Fonte: Acervo pessoal dos pesquisadores, 2016.

Durante o desenvolvimento da atividade, os alunos discutiam nos grupos, buscando a melhor solução, e pediam a ajuda do professor, que intervia no sentido de questionar os alunos e não dar-lhes respostas prontas. Alguns grupos tiveram dificuldade em achar uma ideia preliminar do resultado; outros tentaram resolver utilizando regra de três simples, regra de três composta e sistemas de equações lineares.

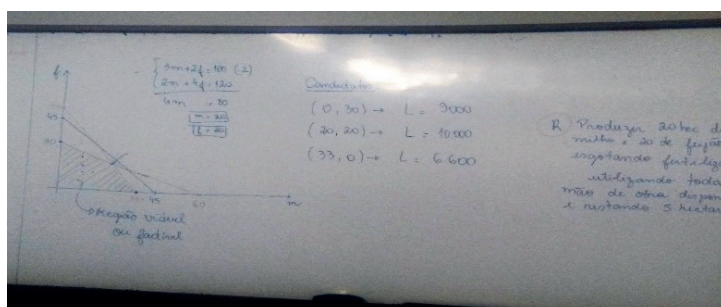
Após um tempo, o professor começou a discussão da questão. Os problemas de Programação Linear são normalmente resolvidos pelo Método Simplex (DANTZIG, 1951) ou pelo Método de Pontos Interiores (KARMAKAR, 1984). Esses métodos, abordados no Ensino Superior, aplicam-se a qualquer Problema de Programação Linear, independentemente do número de variáveis de decisão e do número de restrições. Para problemas com duas ou três variáveis, pode-se utilizar o Método do Gráfico, semelhante ao dos pontos interiores, para resolver estes problemas. Assim, com os dados trazidos pelos grupos, estruturamos as inequações no quadro (figura 2) e, em seguida, as representamos graficamente num plano cartesiano (figura 3), construindo, assim, o conceito de Programação Linear.

Figura 2 – Resolução do problema do milho e do feijão.



Fonte: Acervo pessoal dos pesquisadores, 2016.

Figura 3 – Resolução do problema do milho e do feijão.



Fonte: Acervo pessoal dos pesquisadores, 2016.

No dia 20 de junho, fomos com a turma ao laboratório de informática, onde retomamos o problema da fazenda, resolvendo-o no software Geogebra. Após essa ação, organizamos a turma em grupos de quatro alunos e o professor titular passou uma lista de sete problemas para os alunos resolverem no software. Além da lista, solicitamos que cada grupo elaborasse um problema que fosse mais próximo possível da realidade pessoal ou profissional. Para cada um dos problemas, os estudantes deveriam modelá-lo no editor de texto, validá-lo no Geogebra, capturar a imagem gráfica e retornar ao

editor de texto, onde seria registrado todo o processo de modelagem dos problemas. Inicialmente, alguns alunos tiveram dificuldade na interpretação do enunciado do problema, pois tentavam resolver da mesma forma que o problema da aula anterior; contudo, perceberam que cada problema tinha suas particularidades e, com isso, passaram a interpretá-los de maneira particular também, montando as equações e inequações no Geogebra, conforme necessário.

Nas aulas seguintes, em 21 e 27 de junho, os alunos continuaram resolvendo os problemas da lista, com mediação do professor. Neste momento, priorizamos o atendimento e intervenção em cada grupo, o que nos permitiu observar que, enquanto modelavam os problemas, os alunos estabeleciam relações entre o conteúdo de programação linear e conhecimentos construídos em aulas de Empreendedorismo e Matemática.

As apresentações dos trabalhos iniciaram no dia 27 de junho. De modo geral, os problemas e resoluções elaborados pelos alunos foram criativos e baseados em situações da realidade. Por exemplo, um grupo elaborou o seguinte problema: *“O CTAD12V estava arrecadando fundos para sua formatura. Eles decidiram vender bolos confeitados e tortas salgadas, sendo ao todo 15 kg de bolo e 25 kg de torta. Pensaram então em vender um combo A e um combo B, onde o combo A tinha 200g de bolo e 300g de torta custava R\$ 9,00 e o B, com 300g de bolo e 200g de torta custava R\$ 12,00. Quantos combos de cada eles deverão fazer [vender] para maximizar o lucro com as vendas?”*. Nessa questão, o grupo abordou uma situação da realidade da turma, pois os alunos estavam, na ocasião, realizando ações para angariar fundos para sua festa da formatura. Neste problema, o cenário de investigação aproximou-se ao ambiente 6, pois houve um contexto da problematização que foi investigada.

Ainda sobre o problema da venda de bolos e tortas, os alunos foram levados a refletir sobre o uso de termos como Receita, Custo e Lucro, mencionados no problema e já discutidos em disciplinas como Matemática Financeira. Em alguns casos, os grupos construíram um cenário que contemplava trabalhos de várias disciplinas: o próprio



problema de pesquisa operacional, para a disciplina de Matemática; a construção de uma identidade visual, para a disciplina de Marketing; e um plano de negócio para a disciplina que leva esse mesmo nome. Com esse exemplo, percebemos que “conhecimentos gerais e conhecimentos profissionais se distinguem metodologicamente e em suas finalidades situadas historicamente; porém, epistemologicamente, esses conteúdos formam uma unidade” (RAMOS, 2005, p. 120).

Ao final da dinâmica, solicitamos que os alunos respondessem individualmente a um questionário composto por nove questões abertas e fechadas. As respostas dos trinta e três alunos que responderam ao instrumento indicaram que, em uma escala de 0 a 10, o nível de vinculação entre o conteúdo de Programação Linear e o curso Técnico em Administração foi de 8,26. Eles justificaram suas notas argumentando que “*com esse conteúdo podemos compreender melhor as relações entre capital e lucro dentro de um negócio*” e “*esse conteúdo está diretamente relacionado com o conteúdo de matemática e matemática financeira, além de poder ser relacionado com a matéria de marketing*” (alunos que atribuíram nota 10). Nesse ponto, evidencia-se a importância do currículo integrado e da matemática para a formação profissional, havendo a integração da disciplina de matemática com disciplinas/conteúdos da formação profissional, fazendo com que “a educação geral se torne parte inseparável da educação profissional em todos os campos onde se dá a preparação para o trabalho” (CIAVATTA, 2005).

## 5 ALGUMAS CONCLUSÕES

Inicialmente os alunos tiveram dificuldades para transpor o conteúdo de Programação Linear para o *software* Geogebra; contudo, com as mediações do professor e dos demais colegas, foram capazes de utilizar as ferramentas existentes no *software*. Assim, percebemos

que a utilização do Geogebra pode trazer ganhos consideráveis para as aulas de Matemática, podendo oportunizar maior motivação dos alunos na construção dos conceitos matemáticos aliando-os ao cotidiano e, ainda, contribuindo para o desempenho profissional futuro dos alunos. Dessa forma, acreditamos que o trabalho com tecnologias educacionais pode ampliar significativamente as possibilidades de aprendizagem matemática e temos clareza que a ação não é simples e requer planejamento e avaliação contínua.

A partir do exposto neste capítulo, inferimos que o conteúdo Programação Linear foi compreendido e percebido dentro do contexto da realidade pessoal e profissional, ampliando seu significado. Considerando nossas observações durante as aulas e os registros das respostas dos alunos ao questionário, também acreditamos que este momento se traduziu em interdisciplinaridade, com a incorporação de conteúdos de outros componentes curriculares.

Com as apresentações dos problemas criados, pudemos retomar conteúdos abordados em outras disciplinas do Curso Técnico em Administração Integrado ao Ensino Médio, como Matemática Financeira. Em alguns casos, os grupos avançaram ainda mais, integrando conhecimentos das disciplinas de Matemática, de Marketing e de Plano de Negócio. A partir dessas situações, concluímos que, apesar de se distinguirem metodologicamente, os conteúdos do núcleo geral e do núcleo profissional formam uma unidade.

## REFERÊNCIAS

CHAVES, V. H. C. *Perspectivas históricas da pesquisa operacional*. 117 p. Dissertação (mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/91049>>. Acesso em: 20 out. 2016.

ClAVATTA, M. A formação integrada: a escola e o trabalho como lugares de memória e de identidade. In: FRIGOTTO, G; ClAVATTA, M; RAMOS, M (Org.). *O ensino médio integrado: concepção e contradições*. São Paulo: Cortez, 2005.

DANTZIG, G. B. Maximization of a Linear Function of Variables Subject to Linear Inequalities. In: KOOPMANS, Tjalling C. (Ed.). *Activity Analysis of Production and Allocation*. New York: John Wiley & Sons, 1951. p. 339-347. Disponível em: <<http://web.eecs.umich.edu/~pettie/matching/Cowles-Commission-13.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2016.

LÓSS, Z. E. *O desenvolvimento da Pesquisa Operacional no Brasil*. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1981.

MELLO, J. C. S.; MELLO, M. H. C. S. Integração entre o ensino de cálculo e o de pesquisa operacional. *Produção*, v. 13, n. 2, São Paulo, 2003.

KARMAKAR, N. A new polynomial-time algorithm for linear programming. *Combinatorica*, v. 4, n. 4, p. 373-395, 1984. Disponível em: <<http://retis.sssup.it/~bini/teaching/optim2010/karmarkar.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2016.

RAMOS, M. Possibilidades e desafios na organização do currículo integrado. In: FRIGOTTO, G.; ClAVATTA, M.; RAMOS, M. (Org.). *Ensino Médio Integrado: concepção e contradições*. São Paulo: Cortez, 2005.

SAVIANI, D. *Escola e democracia*. São Paulo: Cortez/Autores Associados, 2008.

SILVA, C. A.; GOMES, M. J. N. Um método de ensino de pesquisa operacional para o ensino técnico de nível médio: estudo de caso, Uned – Imperatriz. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional,

XLI. *Anais...* Porto Seguro, Bahia, 2009.

SKOVSMOSE, O. Cenários para Investigação. Trad. Jonei Cerqueira Barbosa. *Bolema*, Rio Claro, v. 13, n. 14, 2000, p. 66-91.

## **SOBRE OS AUTORES**

**Antônio Henrique Pinto** é professor titular do Instituto Federal do Espírito Santo, atuando no Programa Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática e no Curso Superior de Licenciatura em Matemática. Possui graduação em Matemática pela Universidade Federal do Espírito Santo, Mestrado em Educação pela mesma universidade e Doutorado em Educação pela Universidade Estadual de Campinas. Realiza pesquisa nas áreas de Formação de Professores de Matemática, Currículo e Práticas Pedagógicas no Ensino de Matemática, História da Educação e Educação Profissional.

**Briane Costa de Oliveira Guaitolini** é técnica em assuntos educacionais do Instituto Federal do Espírito, atuando na Coordenadoria de Gestão Pedagógica. Possui graduação em Pedagogia pela Faculdade Castelo Branco e especialização em Psicopedagogia pelas Faculdades Integradas de Jacarepaguá. Cursa Mestrado em Educação em Ciências e Matemática no Instituto Federal do Espírito Santo. Possui experiência profissional na área Educacional (Administrativa, Orientação e Supervisão) e Docência (Educação Infantil, Ensino Fundamental e EJA).

**César Silva Xavier** é professor do Instituto Federal do Espírito Santo, atuando em cursos técnicos integrados ao Ensino Médio, no Curso Superior de Engenharia de Controle e Automação e em cursos de extensão, como o de Ciências Forenses. Possui graduação em Ciências Biológicas pela Fundação Educacional Rosemar Pimentel, especialização em Análises Clínicas pela Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória e mestrado em Formação Científica para Professores de Biologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

**Claudia Maria Mendes Gontijo** é professora da Universidade Federal do Espírito Santo, atuando no Curso Superior de Pedagogia e no Programa de Pós-Graduação em Educação. Possui graduação em Pedagogia pela Universidade Federal do Espírito Santo, Mestrado em Educação pela mesma instituição, Doutorado em Educação pela Universidade Estadual de Campinas e Pós-Doutorado na Universidade da Califórnia, nos Estados Unidos. Tem experiência na área de alfabetização, atuando principalmente nos seguintes temas: alfabetização, leitura, escrita, história e crianças.

**Cynthia Nunes Milanezi** é professora do Instituto Federal do Espírito Santo, atuando em cursos técnicos integrados ao Ensino Médio. Possui graduação em Letras-Inglês pela Universidade Federal do Espírito Santo e em Letras-Português pelo Instituto Federal do Espírito Santo. Possui Mestrado em Educação pela Universidade Federal do Espírito Santo.

**Danielle Pereira Cavalcanti** é pesquisadora-tecnologista do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro e professora colaboradora da Universidade Federal do Rio de Janeiro, atuando no Mestrado em Formação Científica para professores de Biologia. Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Mestrado e Doutorado em Ciências (Biofísica), ambos pelo Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho/UFRJ; realizou Pós-Doutorado no Instituto de Biologia Molecular do Paraná.

**Fabricio Bortolini de Sá** é professor do Instituto Federal do Espírito Santo, atuando no curso técnico em Automação Industrial Integrado ao Ensino Médio e no curso superior de Engenharia de Controle e Automação. Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Espírito Santo, especialização em Eletricista Geral pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial e mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Espírito Santo.

**Geide Rosa Coelho** é professor da Universidade Federal do Espírito Santo, atuando em cursos de graduação presenciais e a distância e nos Programas de Pós-Graduação em Educação e em Ensino de Física. Possui graduação em Física pela Universidade Federal de Minas Gerais, Mestrado e Doutorado em Educação pela mesma instituição. Tem experiência na área de Ensino de Física, atuando principalmente nos seguintes temas: Formação inicial e continuada de Professores de Ciências, práticas docentes estabelecidas no cotidiano escolar e nos espaços de Educação Não Formal, estratégias de Ensino e aprendizagem de conceitos científicos, criação e validação de escalas para avaliar a aprendizagem dos estudantes, desenvolvimento conceitual.

**Janaina Carneiro Marques** é professora do Instituto Federal do Espírito Santo, atuando em cursos técnicos integrados ao Ensino Médio e em cursos superiores de Engenharia. Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Viçosa, especialização em Engenharia de Campo - SMS (Segurança, Meio Ambiente e Saúde no Trabalho) pela Universidade Federal do Espírito Santo e Mestrado em Educação em Ciências e Matemática pelo Instituto Federal do Espírito Santo. Tem experiência na área de Arquitetura e Urbanismo, com ênfase em Habitação Popular, Arquitetura Residencial e pesquisa em Urbanismo.

**Lauro Chagas e Sá** é professor do Instituto Federal do Espírito, atuando em cursos técnicos integrados ao Ensino Médio e em cursos superiores, como de Tecnologia em Logística na Licenciatura em Matemática e na Engenharia de Controle e Automação. É licenciado em Matemática pelo Instituto Federal do Espírito Santo, especialista em Tecnologia Educacional pelo Instituto Superior de Educação de Afonso Cláudio e Mestre em Educação em Ciências e Matemática pelo Ifes. Tem experiência na área de Educação Matemática, atuando principalmente nos seguintes temas: jogos em educação

matemática, práticas pedagógicas de matemática, laboratório de matemática, história da matemática, teoria de Grafos.

**Luciene Torezani Alves** é técnica em assuntos educacionais do Instituto Federal do Espírito, atuando na Coordenadoria de Gestão Pedagógica. Possui graduação em Pedagogia pela Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Colatina e especializações em Administração Escolar, em Educação Infantil, em Formação de Orientadores Acadêmicos para a modalidade de Educação a Distância e em Educação Profissional Técnica de Nível Médio. Cursa Mestrado em Educação em Ciências e Matemática no Instituto Federal de Educação do Espírito Santo.

**Rômulo Augusto Machado Netto** é estudante de Licenciatura em Matemática no Instituto Federal do Espírito Santo. Participou do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid/Capes), entre 2013 e 2015, e do Programa de Iniciação Científica, entre 2015 e 2016. Nesta última experiência, participou do projeto “Utilizando programação linear na perspectiva da modelagem matemática como ambiente investigativo para facilitar o ensino-aprendizagem da matemática”, sob orientação do Prof. Dr. Luciano Lessa Lorenzoni.

**Rovilson de Oliveira Mota** é professor do Instituto Federal do Espírito, atuando em cursos técnicos integrados ao Ensino Médio, no curso superior de Engenharia de Controle e Automação e em cursos de extensão, como o de Astronomia e Astrofísica e de Ciências Forenses. Possui Graduação em Física e Mestrado em Ensino de Física, ambos pela Universidade Federal do Espírito Santo.



**Sandra Aparecida Fraga da Silva** é professora do Instituto Federal do Espírito Santo, atuando no Programa Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática e no Curso Superior de Licenciatura em Matemática. Possui graduação em Matemática pela Universidade Federal do Espírito Santo, Mestrado e Doutorado pela mesma universidade. Tem experiência na área de Educação Matemática, Ensino Fundamental, Médio e Superior, atuando principalmente nos seguintes temas: matemática, educação matemática, geometria, laboratório de matemática, grupos de pesquisas e em formações de professores que ensinam matemática.