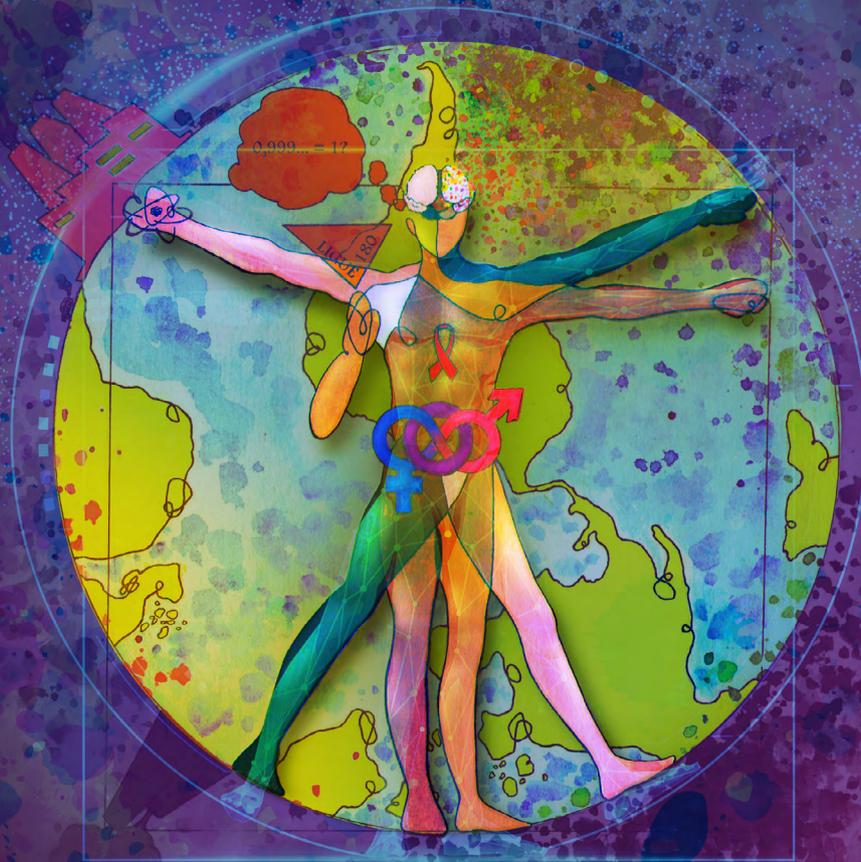


organizadores:

Larissa Zancan Rodrigues | Mônica Maria Kerscher | Jessica Rohden Schlickmann | Maira Caroline Defendi Oliveira
Clayton Barbosa Ferreira Filho | Talles Viana Demos | Beatriz Pereira | Kleber Briz Albuquerque | Guilherme Mulinari

(COM)TEXTOS III

Diálogos de Ensino para a Educação Científica e Tecnológica

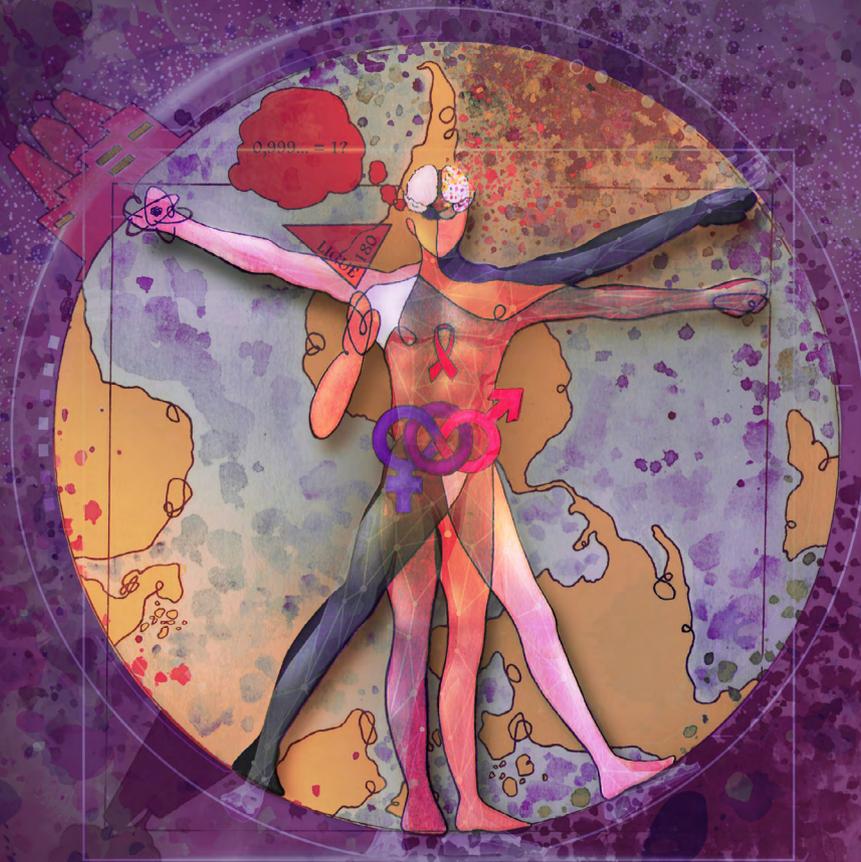


organizadores:

Larissa Zancan Rodrigues | Mônica Maria Kerscher | Jessica Rohden Schlickmann | Maira Caroline Defendi Oliveira
Clayton Barbosa Ferreira Filho | Talles Viana Demos | Beatriz Pereira | Kleber Briz Albuquerque | Guilherme Mulinari

(COM)TEXTOS III

Diálogos de Ensino para a Educação Científica e Tecnológica



| São Paulo | 2021 |



Copyright © Pimenta Cultural, alguns direitos reservados.

Copyright do texto © 2021 os autores e as autoras.

Copyright da edição © 2021 Pimenta Cultural.

Esta obra é licenciada por uma Licença Creative Commons: Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional - CC BY-NC (CC BY-NC-ND). Os termos desta licença estão disponíveis em: <<https://creativecommons.org/licenses/>>. Direitos para esta edição cedidos à Pimenta Cultural. O conteúdo publicado não representa a posição oficial da Pimenta Cultural.

CONSELHO EDITORIAL CIENTÍFICO

Doutores e Doutoradas

Airton Carlos Batistela

Universidade Católica do Paraná, Brasil

Alaim Souza Neto

Universidade do Estado de Santa Catarina, Brasil

Alessandra Regina Müller Germani

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Alexandre Antonio Timbane

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

Alexandre Silva Santos Filho

Universidade Federal de Goiás, Brasil

Aline Daiane Nunes Mascarenhas

Universidade Estadual da Bahia, Brasil

Aline Pires de Moraes

Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil

Aline Wendpap Nunes de Siqueira

Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

Ana Carolina Machado Ferrari

Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

Andre Luiz Alvarenga de Souza

Emill Brunner World University, Estados Unidos

Andreza Regina Lopes da Silva

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Antonio Henrique Coutelo de Moraes

Universidade Católica de Pernambuco, Brasil

Arthur Vianna Ferreira

Universidade Católica de São Paulo, Brasil

Bárbara Amaral da Silva

Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

Beatriz Braga Bezerra

Escola Superior de Propaganda e Marketing, Brasil

Bernadette Beber

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Breno de Oliveira Ferreira

Universidade Federal do Amazonas, Brasil

Carla Wanessa Caffagni

Universidade de São Paulo, Brasil

Carlos Adriano Martins

Universidade Cruzeiro do Sul, Brasil

Caroline Chioquetta Lorenset

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Cláudia Samuel Kessler

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Daniel Nascimento e Silva

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Daniela Susana Segre Guertzenstein

Universidade de São Paulo, Brasil

Danielle Aparecida Nascimento dos Santos

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

Delton Aparecido Felipe

Universidade Estadual de Maringá, Brasil

Dorama de Miranda Carvalho

Escola Superior de Propaganda e Marketing, Brasil

Doris Roncareli

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Edson da Silva

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

Elena Maria Mallmann

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Emanuel Cesar Pires Assis

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil



Erika Viviane Costa Vieira
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

Everly Pegoraro
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Fábio Santos de Andrade
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

Fauston Negreiros
Universidade Federal do Ceará, Brasil

Felipe Henrique Monteiro Oliveira
Universidade Federal da Bahia, Brasil

Fernando Barcellos Razuck
Universidade de Brasília, Brasil

Francisca de Assiz Carvalho
Universidade Cruzeiro do Sul, Brasil

Gabriela da Cunha Barbosa Saldanha
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

Gabrielle da Silva Forster
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Guilherme do Val Toledo Prado
Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Hebert Elias Lobo Sosa
Universidad de Los Andes, Venezuela

Helciclever Barros da Silva Vitoriano
*Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais
Anísio Teixeira, Brasil*

Helen de Oliveira Faria
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

Heloisa Candello
IBM e University of Brighton, Inglaterra

Heloisa Juncklaus Preis Moraes
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil

Humberto Costa
Universidade Federal do Paraná, Brasil

Ismael Montero Fernández,
Universidade Federal de Roraima, Brasil

Jeronimo Becker Flores
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil

Jorge Eschriqui Vieira Pinto
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

José Luís Giovanoni Fornos Pontifícia
Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil

Josué Antunes de Macêdo
Universidade Cruzeiro do Sul, Brasil

Júlia Carolina da Costa Santos
Universidade Cruzeiro do Sul, Brasil

Juliana de Oliveira Vicentini
Universidade de São Paulo, Brasil

Juliana Tiburcio Silveira-Fossaluzza
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

Julierme Sebastião Morais Souza
Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

Karlla Christine Araújo Souza
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Laionel Vieira da Silva
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Leandro Fabricio Campelo
Universidade de São Paulo, Brasil

Leonardo Jose Leite da Rocha Vaz
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Leonardo Pinheiro Mozdzenski
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

Lidia Oliveira
Universidade de Aveiro, Portugal

Luan Gomes dos Santos de Oliveira
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Luciano Carlos Mendes Freitas Filho
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Lucila Romano Tragtenberg
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil

Lucimara Rett
Universidade Metodista de São Paulo, Brasil

Marceli Cherchiglia Aquino
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

Marcia Raika Silva Lima
Universidade Federal do Piauí, Brasil

Marcos Pereira dos Santos
Universidad Internacional Iberoamericana del Mexico, México

Marcos Uzel Pereira da Silva
Universidade Federal da Bahia, Brasil

Marcus Fernando da Silva Praxedes
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil

Margareth de Souza Freitas Thomopoulos
Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

Maria Angelica Penatti Pipitone
Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Maria Cristina Giorgi
*Centro Federal de Educação Tecnológica
Celso Suckow da Fonseca, Brasil*

Maria de Fátima Scaffo
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Maria Isabel Imbrônio
Universidade de São Paulo, Brasil

Maria Luzia da Silva Santana
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

Maria Sandra Montenegro Silva Leão
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil



Michele Marcelo Silva Bortolai
Universidade de São Paulo, Brasil

Miguel Rodrigues Netto
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil

Nara Oliveira Salles
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Neli Maria Mengalli
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil

Patricia Biegling
Universidade de São Paulo, Brasil

Patricia Helena dos Santos Carneiro
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Patricia Oliveira
Universidade de Aveiro, Portugal

Patricia Mara de Carvalho Costa Leite
Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil

Paulo Augusto Tamanini
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Priscilla Stuart da Silva
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Radamés Mesquita Rogério
Universidade Federal do Ceará, Brasil

Ramofly Bicalho Dos Santos
Universidade de Campinas, Brasil

Ramon Taniguchi Piretti Brandao
Universidade Federal de Goiás, Brasil

Rarielle Rodrigues Lima
Universidade Federal do Maranhão, Brasil

Raul Inácio Busarello
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Renatto Cesar Marcondes
Universidade de São Paulo, Brasil

Ricardo Luiz de Bittencourt
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Rita Oliveira
Universidade de Aveiro, Portugal

Robson Teles Gomes
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Rodiney Marcelo Braga dos Santos
Universidade Federal de Roraima, Brasil

Rodrigo Amancio de Assis
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

Rodrigo Sarruge Molina
Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Rosane de Fatima Antunes Obregon
Universidade Federal do Maranhão, Brasil

Sebastião Silva Soares
Universidade Federal do Tocantins, Brasil

Simone Alves de Carvalho
Universidade de São Paulo, Brasil

Stela Maris Vaucher Farias
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Tadeu João Ribeiro Baptista
Universidade Federal de Goiás, Brasil

Taiza da Silva Gama
Universidade de São Paulo, Brasil

Tania Micheline Miorando
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Tarcisio Vanzin
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Thiago Barbosa Soares
Universidade Federal de São Carlos, Brasil

Thiago Camargo Iwamoto
Universidade de Brasília, Brasil

Thiago Guerreiro Bastos
Universidade Estácio de Sá e Centro Universitário Carioca, Brasil

Thyana Farias Galvão
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Valdir Lamim Guedes Junior
Universidade de São Paulo, Brasil

Valeska Maria Fortes de Oliveira
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Vanessa Elisabete Raue Rodrigues
Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil

Vania Ribas Ulbricht
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Walter de Carvalho Braga Júnior
Universidade Estadual do Ceará, Brasil

Wagner Corsino Enedino
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

Wanderson Souza Rabello
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

Washington Sales do Monte
Universidade Federal de Sergipe, Brasil

Wellington Furtado Ramos
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil



PARECERISTAS E REVISORES(AS) POR PARES

Avaliadores e avaliadoras Ad-Hoc

Adilson Cristiano Habowski <i>Universidade La Salle - Canoas, Brasil</i>	Antônia de Jesus Alves dos Santos <i>Universidade Federal da Bahia, Brasil</i>
Adriana Flavia Neu <i>Universidade Federal de Santa Maria, Brasil</i>	Antonio Edson Alves da Silva <i>Universidade Estadual do Ceará, Brasil</i>
Aguimario Pimentel Silva <i>Instituto Federal de Alagoas, Brasil</i>	Ariane Maria Peronio Maria Fortes <i>Universidade de Passo Fundo, Brasil</i>
Alessandra Dale Giacomini Terra <i>Universidade Federal Fluminense, Brasil</i>	Ary Albuquerque Cavalcanti Junior <i>Universidade do Estado da Bahia, Brasil</i>
Alessandra Figueiró Thornton <i>Universidade Luterana do Brasil, Brasil</i>	Bianca Gabriely Ferreira Silva <i>Universidade Federal de Pernambuco, Brasil</i>
Alessandro Pinto Ribeiro <i>Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil</i>	Bianka de Abreu Severo <i>Universidade Federal de Santa Maria, Brasil</i>
Alexandre João Appio <i>Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil</i>	Bruna Carolina de Lima Siqueira dos Santos <i>Universidade do Vale do Itajaí, Brasil</i>
Aline Corso <i>Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil</i>	Bruna Donato Reche <i>Universidade Estadual de Londrina, Brasil</i>
Aline Marques Marino <i>Centro Universitário Salesiano de São Paulo, Brasil</i>	Bruno Rafael Silva Nogueira Barbosa <i>Universidade Federal da Paraíba, Brasil</i>
Aline Patricia Campos de Tolentino Lima <i>Centro Universitário Moura Lacerda, Brasil</i>	Camila Amaral Pereira <i>Universidade Estadual de Campinas, Brasil</i>
Ana Emidia Sousa Rocha <i>Universidade do Estado da Bahia, Brasil</i>	Carlos Eduardo Damian Leite <i>Universidade de São Paulo, Brasil</i>
Ana Iara Silva Deus <i>Universidade de Passo Fundo, Brasil</i>	Carlos Jordan Lapa Alves <i>Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil</i>
Ana Julia Bonzanini Bernardi <i>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil</i>	Carolina Fontana da Silva <i>Universidade Federal de Santa Maria, Brasil</i>
Ana Rosa Gonçalves De Paula Guimarães <i>Universidade Federal de Uberlândia, Brasil</i>	Carolina Fragoço Gonçalves <i>Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil</i>
André Gobbo <i>Universidade Federal da Paraíba, Brasil</i>	Cássio Michel dos Santos Camargo <i>Universidade Federal do Rio Grande do Sul-Faced, Brasil</i>
André Luis Cardoso Tropiano <i>Universidade Nova de Lisboa, Portugal</i>	Cecilia Machado Henriques <i>Universidade Federal de Santa Maria, Brasil</i>
André Ricardo Gan <i>Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil</i>	Cintia Moralles Camillo <i>Universidade Federal de Santa Maria, Brasil</i>
Andressa Antonio de Oliveira <i>Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil</i>	Claudia Dourado de Salces <i>Universidade Estadual de Campinas, Brasil</i>
Andressa Wiebusch <i>Universidade Federal de Santa Maria, Brasil</i>	Cleonice de Fátima Martins <i>Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil</i>
Angela Maria Farah <i>Universidade de São Paulo, Brasil</i>	Cristiane Silva Fontes <i>Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil</i>
Anísio Batista Pereira <i>Universidade Federal de Uberlândia, Brasil</i>	Cristiano das Neves Vilela <i>Universidade Federal de Sergipe, Brasil</i>
Anne Karynne da Silva Barbosa <i>Universidade Federal do Maranhão, Brasil</i>	Daniele Cristine Rodrigues <i>Universidade de São Paulo, Brasil</i>



Daniella de Jesus Lima
Universidade Tiradentes, Brasil

Dayara Rosa Silva Vieira
Universidade Federal de Goiás, Brasil

Dayse Rodrigues dos Santos
Universidade Federal de Goiás, Brasil

Dayse Sampaio Lopes Borges
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

Deborah Susane Sampaio Sousa Lima
Universidade Tuiuti do Paraná, Brasil

Diego Pizarro
Instituto Federal de Brasília, Brasil

Diogo Luiz Lima Augusto
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Brasil

Ederson Silveira
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Elaine Santana de Souza
*Universidade Estadual do Norte Fluminense
Darcy Ribeiro, Brasil*

Eleonora das Neves Simões
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Elias Theodoro Mateus
Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

Eliisene Borges Leal
Universidade Federal do Piauí, Brasil

Elizabete de Paula Pacheco
Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

Elizânia Sousa do Nascimento
Universidade Federal do Piauí, Brasil

Elton Simomukay
Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil

Elvira Rodrigues de Santana
Universidade Federal da Bahia, Brasil

Emanuella Silveira Vasconcelos
Universidade Estadual de Roraima, Brasil

Érika Catarina de Melo Alves
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Everton Boff
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Fabiana Aparecida Vilaça
Universidade Cruzeiro do Sul, Brasil

Fabiano Antonio Melo
Universidade Nova de Lisboa, Portugal

Fabricia Lopes Pinheiro
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Fabício Nascimento da Cruz
Universidade Federal da Bahia, Brasil

Fabício Tonetto Londero
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Francisco Geová Goveia Silva Júnior
Universidade Potiguar, Brasil

Francisco Isaac Dantas de Oliveira
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Francisco Jeimes de Oliveira Paiva
Universidade Estadual do Ceará, Brasil

Gabriella Eldereti Machado
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Gean Breda Queiros
Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Germano Ehler Pollnow
Universidade Federal de Pelotas, Brasil

Giovanna Ofretorio de Oliveira Martin Franchi
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Glaucio Martins da Silva Bandeira
Universidade Federal Fluminense, Brasil

Handerson Leylton Costa Damasceno
Universidade Federal da Bahia, Brasil

Helena Azevedo Paulo de Almeida
Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

Heliton Diego Lau
Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil

Hendy Barbosa Santos
Faculdade de Artes do Paraná, Brasil

Inara Antunes Vieira Willerding
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Ivan Farias Barreto
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Jacqueline de Castro Rimá
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Jeane Carla Oliveira de Melo
Universidade Federal do Maranhão, Brasil

João Eudes Portela de Sousa
Universidade Tuiuti do Paraná, Brasil

João Henriques de Sousa Junior
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

Joelson Alves Onofre
Universidade Estadual de Santa Cruz, Brasil

Juliana da Silva Paiva
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Junior César Ferreira de Castro
Universidade Federal de Goiás, Brasil

Lais Braga Costa
Universidade de Cruz Alta, Brasil

Leia Mayer Eyng
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Manoel Augusto Polastrelli Barbosa
Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil



Marcio Bernardino Sirino
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Marcos de Souza Machado
Universidade Federal da Bahia, Brasil

Marcos dos Reis Batista
Universidade Federal do Pará, Brasil

Maria Aparecida da Silva Santandel
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

Maria Edith Maroca de Avelar Rivelli de Oliveira
Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

Mauricio José de Souza Neto
Universidade Federal da Bahia, Brasil

Michele de Oliveira Sampaio
Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Miriam Leite Farias
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

Natália de Borba Pugens
Universidade La Salle, Brasil

Patricia Flavia Mota
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Raick de Jesus Souza
Fundação Oswaldo Cruz, Brasil

Railson Pereira Souza
Universidade Federal do Piauí, Brasil

Rogério Rauber
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

Samuel André Pompeo
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

Simoni Urnau Bonfiglio
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Tayson Ribeiro Teles
Universidade Federal do Acre, Brasil

Valdemar Valente Júnior
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Wallace da Silva Mello
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

Wellton da Silva de Fátima
Universidade Federal Fluminense, Brasil

Weyber Rodrigues de Souza
Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Brasil

Wilder Kleber Fernandes de Santana
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

PARECER E REVISÃO POR PARES

Os textos que compõem esta obra foram submetidos para avaliação do Conselho Editorial da Pimenta Cultural, bem como revisados por pares, sendo indicados para a publicação.



Direção editorial	Patricia Bieging Raul Inácio Busarello
Diretor de sistemas	Marcelo Eyng
Editora executiva	Patricia Bieging
Coordenadora editorial	Landressa Rita Schiefelbein
Assistente editorial	Caroline dos Reis Soares
Diretor de criação	Raul Inácio Busarello
Assistente de arte	Laura Linck
Editoração eletrônica	Peter Valmorbida Lucas Andrius de Oliveira
Imagens da capa	Jackie_Niam, Writerfantast, Myimagine2018 - Freepik.com
Revisão	Tascieli Feltrin
Organizadores	Larissa Zancan Rodrigues, Mônica Maria Kerscher, Jessica Rohden Schlickmann, Máira Caroline Defendi Oliveira, Clayton Barbosa Ferreira Filho, Talles Viana Demos, Beatriz Pereira, Kleber Briz Albuquerque, Guilherme Mulinari

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C728 (Com)TEXTOS III: diálogos de ensino para a educação científica e tecnológica. Larissa Zancan Rodrigues, Mônica Maria Kerscher, Jessica Rohden Schlickmann, Máira Caroline Defendi Oliveira, Clayton Barbosa Ferreira Filho, Talles Viana Demos, Beatriz Pereira, Kleber Briz Albuquerque, Guilherme Mulinari - organizadores. São Paulo: Pimenta Cultural, 2021. 275p..

Inclui bibliografia.

ISBN: 978-65-5939-207-0 (brochura); 978-65-5939-208-7 (eBook)

1. Educação. 2. Ensino. 3. Aprendizagem. 4. Ciência. 5. Tecnologia. 6. Educação Básica. 7. Ensino Superior. I. Rodrigues, Larissa Zancan. II. Kerscher, Mônica Maria. III. Schlickmann, Jessica Rohden. IV. Oliveira, Máira Caroline Defendi. V. Ferreira Filho, Clayton Barbosa. VI. Demos, Talles Viana. VII. Pereira, Beatriz. VIII. Albuquerque, Kleber Briz. IX. Mulinari, Guilherme. X. Título.

CDU: 370 - CDD: 370

DOI: 10.31560/pimentacultural/2021.087

PIMENTA CULTURAL

São Paulo - SP

Telefone: +55 (11) 96766 2200

livro@pimentacultural.com

www.pimentacultural.com



SUMÁRIO

Um ser que se personifica em outros(as) e se ressignifica.....	12
<i>Letícia Jorge</i>	
Agradecimentos	13
Prefácio	14
Apresentação.....	16

Parte 1

Sequências Didáticas para o ensino na Educação Básica

Capítulo 1

Violência contra a mulher: uma proposta de ensino híbrido para o ensino de razões do sétimo ano	21
---	----

Guilherme Wagner

Jessica Rohden Schlickmann

Capítulo 2

Relações entre ciência, tecnologia e sociedade na história do HIV-AIDS como possibilidade para o ensino de Ciências e Biologia	45
---	-----------

Guilherme Mulinari

Beatriz Pereira



Capítulo 3

Estudo de impactos ambientais no Ensino

Fundamental: o caso da cava subaquática de Cubatão..... 66

Clayton Barbosa Ferreira Filho

Larissa Zancan Rodrigues

Capítulo 4

Aquecimento global: tensões entre consensos

científicos e controvérsias científicas (fabricadas) 88

Érica Dayane Souza Dias

Talles Viana Demos

Capítulo 5

Descolonizando o projeto da supercondutividade

por outra formação discursiva 116

Adamo Devi Cuchedza

Roberth De-Carvalho

Capítulo 6

Nanociência e nanotecnologia como tema

para o Ensino Médio: possibilidades e sugestões

para produção de um roteiro didático 141

Kleber Briz Albuquerque

Vanderlei José Valim Vieira Filho



Sequências Didáticas para o ensino na Educação Superior

Capítulo 7

Gênero, sexualidade e o ensino de Ciências:

possíveis abordagens a partir
do caso Tiffany Abreu no vôlei..... 175

Maíra Caroline Defendi Oliveira

Yonier Alexander Orozco Marín

Capítulo 8

**O que pode a complementaridade entre
razão e imaginação numa formação
de professores de Ciências? Pode?!..... 201**

Mônica Maria Kerscher

Letícia Jorge

Capítulo 9

A Matemática é exata? 227

Jeremias Stein Rodriguês

Jorge Paulino da Silva Filho

Capítulo 10

**História e Filosofia na formação inicial
do professor de Matemática 247**

Paula Cristina Bacca

Ana Paula Boff

Sobre os autores e autoras 269

Índice remissivo..... 273



UM SER QUE SE PERSONIFICA EM OUTROS(AS) E SE RESSIGNIFICA

Letícia Jorge

Como principiar algo cujo final não se consegue visualizar? É neste estágio que, inicialmente, se parece estar. Como envolver, em um único componente artístico deste livro, dizeres e saberes expressos por distintos seres? Se a problemática vista perpassa pela diversidade de temáticas e de escritas de autores e autoras, porque então não começar um esboçar por eles e elas? Um ilustrar que entre-(en)lace e integre questões e aspectos de suas discussões por meio do singelo representar de um indivíduo. Um ser que se inspire em um rabisco vitruviano-leonardiano; mas, que se pinte como um “real” próximo ao ser humano. Um ser que se construa junto a seu mundo – em um processo artístico de inserir “isso” e remover “aquilo”. Um ser em mudança; que tenta, erra, pausa, volta, refaz, apaga, restaura, acerta e se questiona. Que busca e se apoia em opiniões outras para motivar o continuar de um caminhar até se encontrar em sua mais perfeita forma incompleta. O resultado desse processo leva a um ser que se reconfigura – de palavras redigidas e tingidas pela cor preta – em uma página nova e branca; pronta para tornar-se colorida por pessoas.



SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGECT-UFSC) que nos antecederam e que idealizaram a coleção (Com)TEXTOS.

À coordenação do PPGECT, em sua gestão anterior, formada pela professora Cláudia Regina Flores e professor Fabio Peres Gonçalves, mas também a atual, formada pelo professor Juliano Camillo e professora Tatiana da Silva, proporcionando incentivo e apoio ao longo do processo de elaboração deste livro.

Ao professor Paulo José Sena dos Santos, que ministrou a disciplina Tópicos Atuais de Ciência e Tecnologia, na qual os trabalhos finais elaborados deram origem aos capítulos aqui presentes.

Às agências de fomento CAPES, CNPq e FAPESC que financiam as bolsas dos autores, em especial à CAPES-PROEX pelo custeio parcial das despesas financeiras ligadas a esta publicação.



SUMÁRIO

PREFÁCIO

Juliano Camillo

É com imensa satisfação que escrevo estas palavras sobre o livro (Com)TEXTOS III: Diálogos de Ensino para a Educação Científica e Tecnológica.

Tão logo recebi o convite e tive em mãos o conteúdo do livro, me veio à mente uma crônica chamada “Um escritor! Um escritor!”, de Antonio Prata¹. Nela, o autor vislumbra um cenário no qual escritores seriam aqueles os chamados no meio da multidão para resolver casos de urgência, do modo como acontece com médicos. Eu, por minha vez, imaginei o cenário no qual professores/as (e também pesquisadores/as do campo da educação científica e tecnológica) seriam publicamente chamados/as: “Um professor! Uma professora! Temos aqui uma situação que necessita ser urgentemente problematizada e transformada!”.

Não somente não são assim publicamente (re)queridos/as, mas, de modo mais grave, professores/as e pesquisadores/as têm suas carreiras paulatinamente desvalorizadas. Docência e pesquisa têm sido constantemente silenciadas e o desmonte nos investimentos em educação e em ciências no Brasil (o que inclui as bolsas de pesquisa aos pós-graduandos/as) segue em ritmo acelerado. A pandemia de COVID-19, essa imensa crise sanitária e humanitária, escancara aquilo que uma parcela da sociedade brasileira pensa sobre a docência e também sobre a universidade pública: “estão recebendo sem trabalhar!”, é o que se escutou na grande mídia durante o período de suspensão das atividades presenciais, e no

1 Prata, A. *Trenta e poucos*. 1ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2016.

qual a universidade se manteve ativa, viva, produzindo ciência e buscando soluções para a crise que enfrentamos.

A coletânea de textos que aqui se apresenta é expressão da qualidade daquilo que doutorandos/as do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGECT/UFSC), uma universidade pública, gratuita de qualidade é capaz de produzir. O livro é o terceiro de uma série criativamente idealizada e produzida pelos/as discentes, a partir de um contexto de ensino, em uma das disciplinas obrigatórias do programa. Os textos mostram o empenho tanto de se produzir uma reflexão séria e crítica sobre diferentes contextos da educação, na sua relação com aspectos sociais mais amplos, por meio temas/problemas/questões fundamentais para o mundo contemporâneo, quanto o de propor caminhos para a concretização do compromisso de se promover transformações nas práticas educacionais por meio da pesquisa.

Desejo que a leitura seja frutífera e que possa despertar a convicção de que, em algumas situações de emergência, os/as autores/as que aqui escrevem são algumas daquelas pessoas que devem ser convocados no meio da multidão.

Florianópolis, fevereiro de 2021



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

Caro(a) professor(a), o livro “(Com)TEXTOS III: Diálogos de ensino para a Educação Científica e Tecnológica” dá continuidade à série de mesmo nome e tem o propósito de possibilitar maior circulação e visibilidade para os trabalhos elaborados nas disciplinas ofertadas pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGECT-UFSC). Somos professores e professoras da Educação Básica e Superior e, diante dos estudos e pesquisas que estamos desenvolvendo e da intenção de contribuir com o estabelecimento de colaborações horizontais e mais democráticas entre escolas-comunidades-universidades, apresentamos, aqui, dez Sequências Didáticas (SD) que podem servir de base para a realização de práticas de educação científica e tecnológica em consonância com questões contemporâneas presentes na área de pesquisa em ensino de Ciências e Matemática.

A primeira parte do livro, que abarca seis capítulos, conta com propostas voltadas para Educação Básica e a segunda, formada por quatro capítulos, contém SD voltadas para Educação Superior. Todos os capítulos foram estruturados de forma a apresentar uma breve fundamentação teórico-metodológica inicial, que relegamos à seção “conversando com o professor”, seguida do objetivo e público-alvo projetados. Ao final, algumas considerações são tecidas e a íntegra das SD é apresentada.

Sobre cada um dos capítulos aqui presentes, o primeiro, intitulado *Violência contra a mulher: uma proposta de ensino híbrido para o ensino de razões do sétimo ano* de autoria de Guilherme Wagner e Jessica Rohden Schlickmann, lança mão da perspectiva da Educação Matemática Crítica e de metodologias ativas do Ensino



Híbrido para entendimento do conceito de razão e proporção por meio da temática de feminicídio.

Em *Relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade na história do HIV-AIDS como possibilidade para o Ensino de Ciências e Biologia*, Guilherme Mulinari e Beatriz Pereira exploram a complexidade do tema HIV a partir do desenvolvimento de uma pesquisa na perspectiva da Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS, na qual os jovens discutirão informações e conhecimentos sobre o risco de transmissão de HIV e outras infecções sexualmente transmissíveis.

No terceiro capítulo intitulado *Estudo de impactos ambientais no ensino fundamental: o caso da cava subaquática de Cubatão*, de Clayton Barbosa Ferreira Filho e Larissa Zancan Rodrigues, proporciona-se a reflexão acerca das razões para investimento em modelos de produção e de desenvolvimento econômico que comprometem de forma direta as condições de vida de nossa geração e das futuras mediante o desenvolvimento de pesquisa sobre o caso de uma cava subaquática que foi construída no estuário entre Santos e Cubatão no litoral de São Paulo.

No capítulo denominado *Aquecimento global: tensões entre consensos científicos e controvérsias científicas (fabricadas)*, Érica Dayane Souza Dias e Talles Viana Demos propiciam a compreensão dos consensos e controvérsias científicas em torno do tema Aquecimento Global.

Em *Descolonizando o projeto da Supercondutividade por outra formação discursiva*, Adamo Devi Cuchedza e Roberth De-Carvalho buscam promover a reformulação de discursos científicos em Ciência e Tecnologia - CT a partir da ótica de sociedades subalternizadas de forma a descolonizar saberes científicos.

E no último capítulo da primeira parte deste livro, chamado de *Nanociência e Nanotecnologia como tema para o Ensino Médio*:



possibilidades e sugestões para a produção de um roteiro didático, Kleber Briz Albuquerque e Vanderlei José Valim Vieira Filho discutem o papel da nanociência e da nanotecnologia e como o desenvolvimento tecnológico foi fundamental para produzir transformações sociais significativas.

Na segunda parte do livro, que apresenta SD para o ensino na Educação Superior, Maíra Caroline Defendi Oliveira e Yonier Alexander Orozco Marin, no capítulo denominado *Gênero, sexualidade e o ensino de ciências: possíveis abordagens a partir do caso Tiffany Abreu no vôlei*, problematizam possíveis relações entre ciências da natureza (em especial da Química e da Biologia) e a diversidade sexual e de gênero.

Em *O que pode a complementaridade entre razão e imaginação numa formação de professores de Ciências? Pode?!*, de Mônica Maria Kerscher e Letícia Jorge, propõe-se o diálogo acerca das controvérsias entre as visões Aristotélica e Galileana de um mundo supralunar (in) corruptível e (i)mutável.

No capítulo *A Matemática é exata?*, Jeremias Stein Rodrigues e Jorge Paulino da Silva Filho questionam a pretensa noção de exatidão da matemática problematizando o caráter quase divino que muitas vezes é atribuído aos números em contraste com os aspectos “falhos” que esses apresentam quando se busca descrever a realidade.

E, por fim, esta publicação se encerra com o capítulo *História e Filosofia na formação inicial do professor de matemática escrito*, de Paula Cristina Bacca e Ana Paula Boff, que discutem a contribuição da História e Filosofia da Matemática de forma a contextualizar a ruptura do pensamento matemático de Descartes e outros matemáticos no século XVII.

Esperamos que as discussões levantadas por nós provoquem inquietações, reflexões e contribuam com o desenvolvimento de práticas de ensino de Ciências e Matemática em uma perspectiva



problematizadora e crítica. Gostaríamos que as SQ aqui presentes instiguem e inspirem professores e estudantes para o desenvolvimento de suas práticas pedagógicas, não como *scripts* autoexplicativos ou roteiros fechados, mas que esses sejam ressignificados e recontextualizados nos mais variados espaços escolares.



SUMÁRIO



Parte 1

**SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS
PARA O ENSINO
NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

1

Guilherme Wagner

Jessica Rohden Schlickmann

VIOLÊNCIA CONTRA A MULHER: uma proposta de ensino híbrido para o ensino de razões do sétimo ano

CONVERSANDO COM O PROFESSOR

A violência é um problema que nos últimos anos vem crescendo aqui no Brasil. Diariamente somos abordados em noticiários televisionados, digitais e impressos com manchetes que permeiam entre casos de violência, homicídio, assassinatos, entre outros crimes bárbaros, contra homens e mulheres, independente de classe social. Mas, para o desenvolvimento deste trabalho, iremos focar nos casos de violência contra a mulher.

Cabe aqui ressaltar, que casos de feminicídio existem há muitos anos, mas que devido à metodologia implementada para a classificação dos crimes, para que um crime fosse considerado feminicídio deveria ter sido praticado num contexto doméstico. Violência ocorrida em contexto doméstico é classificada como Violência Doméstica. Casos de feminicídio, são casos de Violência devido à discriminação de uma mulher pelo fato dela ser do sexo feminino.

Segundo o Conselho Nacional de Justiça (CNJ, 2018) os processos em andamento no judiciário em casos de violência contra a mulher aumentaram 13%, quando comparado ao ano de 2016. Já os casos de feminicídio aumentaram 36%, quando comparado a 2016. Esses dados são alarmantes quando se considera o fato de não existirem espaços seguros e que 76% dos agressores são homens já conhecidos das vítimas (DATAFOLHA, 2019).

Os casos de violência contra a mulher são enquadrados muitas vezes como casos de misoginia. De acordo com o dicionário Priberam (2019), misoginia significa: “1. Aversão às mulheres. 2. Repulsão patológica pelas relações sexuais com mulheres. Confrontar: misandria.”, e, devido à misoginia que ocorre aqui no Brasil, foi proposta a Lei 13.104/15, que é intitulada como Lei do Feminicídio. Meneghel e Portella (2017, p. 3078) definem feminicídio, conforme



o conceito de Diana Russel e Jane Caputti, e descrevem que “o assassinato de mulheres é habitual no regime patriarcal, no qual elas estão submetidas ao controle dos homens” e que estes são familiares, desconhecidos ou ainda seus maridos. Biglia B (2007) e Fragoso (2002) afirmam que para que um crime se enquadre como feminicídio, o homem deve ter o desejo de posse sobre a mulher, e que este pode ainda culpar a vítima do crime por não cumprir com seu papel de mulher, seja na sociedade, no casamento, ou em algum aspecto que o criminoso compreenda. Neste trabalho, não serão discutidos sobre os motivos que se leva a cometer um feminicídio, ou os casos julgados na Justiça Brasileira. Apenas vamos utilizar os dados existentes para o desenvolvimento de uma proposta didática acerca do conteúdo razão, em Matemática.

Diante o exposto, a violência contra a mulher se torna uma temática importante para ser discutida em sala de aula, principalmente quando tomamos como referencial a Educação Matemática Crítica (SKOVSMOSE, 1999; ARAUJO, 2009), doravante EMC, que entende ser função da Educação Matemática estar atenta às situações de crise social e propor discussões, a partir do ensino da matemática, para debater e reagir a essas situações críticas.

O presente capítulo busca elaborar uma proposta didática a partir do referencial da EMC que busque conciliar práticas clássicas da docência, como a aula tradicional e verbalista, com novas dinâmicas de ensino, a saber as metodologias ativas e nesse contexto o Ensino Híbrido (CHRISTENSEN, HORN e STAKER, 2013).

OBJETIVOS

A proposta didática aqui apresentada tem como objetivo geral a produção de uma postura crítica dos educandos com relação ao



crescimento da violência contra a mulher. Já os objetivos específicos são citados abaixo:

- Compreender o conceito de razão e proporção articulado a situações do cotidiano;
- Ler, interpretar e criticar gráficos que sistematizam a violência de gênero;
- Criticar a violência de gênero;
- Propor ações de conscientização.

E para tal fim, a matemática é desenvolvida como ferramenta de interpretação da realidade.

PÚBLICO-ALVO

Esta proposta didática² tem como público ideal: alunos do 7º ano do Ensino Fundamental que estejam estudando o conceito de razões e proporções. É interessante apresentar aos educandos notícias de feminicídios ocorridos na mesma região e estado que os estudantes residam e nacionalmente sempre buscando dados atualizados. Cabe também apontar a discussão para o feminicídios de mulheres negras, independentemente da idade ou realidade escolar.

Os exercícios propostos podem ser alterados e modificados conforme as necessidades da turma vigente. É importante salientar, que ao desenvolver esta proposta, os autores entenderam que inicialmente seria interessante realizar atividades do cotidiano do aluno como questões de avaliação ou a quantidade de alunos do sexo feminino ou masculino.

2 A proposta pode ser desenvolvida em outras turmas, visto a importância do tema e que sempre estamos retomando conceitos matemáticos em sala.

É interessante preparar o professor e os alunos para trabalharem com plataforma Khan-Academy³. Uma sugestão destes autores, é utilizar o curso preparatório disponível no link indicado na nota de rodapé⁴.

Ao desenvolver a estação dos gráficos, que será explicada em mais detalhes na seção seguinte, é interessante propiciar dados atualizados aos alunos, para que estes possam analisar a evolução desta violência contra mulheres.

Os professores podem adequar, de acordo com a sua realidade escolar, todas as etapas deste trabalho, seja levando impresso estas informações para que o trabalho seja desenvolvido off-line, ou ainda possibilitando um trabalho colaborativo com os alunos de forma que estes ajudem na construção de gráficos, tabelas e informativos a respeito deste tema tão importante.

ROTEIRO DE AULAS PROPOSTAS

O primeiro momento deverá ser aquele em que a temática seja apresentada, as vivências sejam compartilhadas e os conhecimentos prévios, matemáticos e sociais, sejam levantados pelo professor para o andamento da atividade proposta. É o momento chamado de prática social inicial, conforme referencial adotado, e nesse momento pode-se indagar aos alunos sobre as experiências que já tiveram sobre a temática, se conseguem vislumbrar alguma inter-relação entre a matemática e o estudo da temática da violência contra a mulher.

3 É uma ONG que disponibiliza educação de qualidade gratuitamente.

4 Site para preparar o professor e os alunos a utilizarem a plataforma Khan-Academy <<https://www.khanacademy.org/resources/khan-bncc/khapticar/a/intro-khapticar>>

Na sequência propõe-se a apresentação de reportagens que ilustram a violência contra a mulher existente no nosso estado (SC). A reportagem a ser apresentada será “Santa Catarina registra mais de três feminicídios por mês em 2018” - Por Leonardo Thomé. Tal reportagem é permeada de conceitos e conexões matemáticas como por exemplo “[...] um extrato das 42 vítimas de assassinato no estado em razão de gênero ou por violência doméstica no ano passado, uma média de 3,5 ocorrências a cada 30 dias”, ao mesmo tempo que dependendo do contexto a palavra não representa um argumento matemático, mas um conectivo lógico. Portanto, nessas problematizações iniciais é importante atentar-se para o contexto da expressão e discutir com os estudantes o quanto esse contexto promove a significação do conceito em si. Em outro momento o mesmo texto traz a seguinte sentença “Entre os crimes em elevação contra as mulheres, estão transgressões cruéis, violentas e traumáticas como estupros consumados, que saltaram de 2.958 registros de ocorrência para 3.948 entre um ano e outro. O número representa um aumento de 25% no registro de estupros em delegacias do estado”, onde podemos problematizar a produção e o levantamento desses dados, pois eles se baseiam no registro de estupros que são denunciados em delegacias, isto é, diversos casos de crimes contra as mulheres podem não estar sendo registrados, ou erroneamente registrados, de forma que haja uma subnotificação. Em suma, nessas primeiras problematizações pode-se trabalhar a intencionalidade humana na produção e levantamento de informações numéricas, assim como sua influência nas relações matemáticas a serem desenvolvidas posteriormente.



SUMÁRIO

Em seguida, podem ser apresentadas outras manchetes relacionadas a feminicídios. Caso as problematizações não estejam emergindo da própria leitura do artigo pode-se propor três perguntas para os educandos com o objetivo de nortear a discussão, e elas são:

- a. Quais conhecimentos matemáticos você consegue identificar?
- b. Consegue explicar os mesmos?
- c. Em que outras situações eles se fazem presentes?

Assim que a discussão abordar todas estas perguntas, tendo respostas para essas indagações e as demais que surgirem durante o debate, será hora de problematizar e investigar os conhecimentos matemáticos prévios dos alunos sobre razão. Com a verificação sobre o conhecimento preexistente, em uma aula expositiva e dialogada, o professor irá conduzir os conceitos na aula com o objetivo de propiciar aos alunos a compreensão do conceito de razão através de situações de seu cotidiano, assim como sua definição matemática.

Com a elucidação dos conceitos, e com o intuito de perceber a compreensão dos alunos sobre o assunto abordado, recomenda-se ao professor que aplique uma lista de exercícios⁵ que apresente problemas diversos do dia a dia para que os alunos compreendam o conceito de razão com situações mais simples e comuns ao público em questão. Esta proposta apresenta uma lista com estas características, porém o professor poderá adequar a lista de acordo com a realidade escolar que encontrar. Desta

5 Esta lista está no anexo

forma, dá-se início à etapa da instrumentalização que se preocupa com a transformação de ações parciais, neste caso cálculos matemáticos com razões, em operações, ou seja, sua autonomização. Em suma, na instrumentalização busca-se efetivar a zona de desenvolvimento próxima em zona de desenvolvimento efetiva, pois conforme discutido anteriormente a operacionalização de ações parciais é parte fundamental para o alcance do objetivo final da atividade.

Com a explanação de todos os conceitos, e do sanar de dúvidas surgidas com essas atividades e as descobertas dos educandos, os alunos seguirão para uma nova modalidade da instrumentalização, em que os conhecimentos matemáticos serão sincretizados às pesquisas sobre a violência contra a mulher, isto é, a instrumentalização parte dos conhecimentos matemáticos buscando circunscrever a temática a partir de outros olhares: sociais, políticos. Essa nova modalidade de instrumentalização focará no trabalho coletivo dos educandos a partir de determinadas estações planejadas.

A rotação por estações necessita de acesso à plataforma Khan-Academy através de computadores, *tablets* ou algum *gadget* que contemple a função. Propomos que os alunos sejam divididos em grupos de 6 alunos, e permaneçam 60 minutos em cada estação. Como as aulas ocorrem em tempos distintos, é necessário que o professor organize previamente esta atividade com atenção para que a troca de estações se realize e que o controle do tempo de permanência nas estações seja cumprido. Cada grupo poderá iniciar a rotação de qualquer estação.



Ao todo, serão três estações, e estas são:

- a. Estação de Videoaulas: compreende em possibilitar que o aluno assista videoaulas da plataforma Khan-Academy e resolva os exercícios propostos logo após o término. A plataforma possibilita que o professor adequue a quantidade de atividades caso este perceba uma necessidade diferente para a sua turma;
- b. Estação de Gráficos e Tabelas: os alunos terão acesso a gráficos e tabelas que contenham informações a respeito da violência praticada contra mulheres, além de situações de feminicídios e misoginia divulgadas pelo governo federal, estadual e municipal;
- c. Estação da Definição: os alunos devem desenvolver pesquisas sobre a definição de feminicídio, misoginia, violência de gênero, de dados estatísticos a respeito de violência de gênero, entre outros que chame a atenção da turma. É interessante que seja sugerido que os alunos busquem dados oficiais que relatem a violência em outros estados, ou países, com a finalidade de que se possa realizar uma comparação entre essas localizações.

O objetivo específico da Estação da videoaula é que os educandos possam coletivamente aperfeiçoar seus conhecimentos matemáticos sobre razões. Certas dúvidas podem continuar a aparecer ao longo do processo de aprendizagem, e como essas aprendizagens ocorrem em tempos diferentes para cada aluno, o contato com colegas permite seu avanço. Ao mesmo tempo, tal estação fará a manutenção dos conceitos matemáticos de razão e proporção que já haviam sido assimilados pelos educandos anteriormente, isto é, busca-se continuamente a manutenção das ações como operações.



Na segunda estação, a Estação dos Gráficos, objetiva-se a interpretação da realidade com os usos dos conceitos matemáticos. O uso de gráficos e outras informações deve buscar discutir as questões do contexto do educando, de maneira que ele possa iniciar um processo de reflexão crítica sobre a realidade da qual participa, entenda que as informações ali contidas são do seu entorno e que sua prática cotidiana tem potencialidade e possibilidade de influenciar outros desfechos. Dessa forma, o papel do professor no planejamento e na compilação dessas informações, seja em forma de exercícios, de questões reflexivas ou mesmo de um texto, se torna central na mediação da aprendizagem e na construção de um espaço que favoreça o alcance do objetivo final.

Enquanto em cada uma das estações anteriores o professor produzia e planejava a atividade como um todo, a terceira estação, a Estação da Definição, busca propiciar uma autonomia crítica e investigativa dos educandos para com a temática. Ao propor uma investigação com acesso ao laboratório objetiva-se que os educandos possam desenvolver a habilidade de análise ativa dos problemas e das crises sociais que emergem da sociedade, ao mesmo tempo que contemplem e percebam a matemática como arma poderosa nessa análise. É com esse intuito geral que a terceira estação propõe uma pesquisa sobre misoginia, feminicídio, relações com outros estados e países. Em outra dimensão, essa estação busca que os educandos comparem realidades sociais, percebam similitudes e diferenças e se indaguem sobre as mesmas.

Com o roteiro das três estações concluído, os alunos são direcionados para a etapa de Síntese, que também pode ser intitulada de Catarse, que é a construção do trabalho



final desta atividade. Após as reflexões propostas nesta sequência, os alunos devem se organizar em grupos de até 4 integrantes para que estes discutam sobre o tema abordado e apresentem um produto audiovisual, de até 2 minutos no estilo de um curta-metragem. Este produto deve contemplar de uma maneira clara e simples o que é violência contra a mulher, qual a razão/proporção de mulheres que sofrem algum tipo de violência em relação com a quantidade de mulheres que são vítimas de feminicídio, e outras possibilidades de crimes contra a mulher descobertas durante as pesquisas e discussões. Os alunos podem realizar a comparação entre dados de violência contra a mulher em países de todos os continentes, podendo assim ter uma compreensão mais ampla acerca do tema. Caso a realidade escolar não possibilite o desenvolvimento de um produto audiovisual, pode-se solicitar a confecção de um cartaz com estas informações e a apresentação para a comunidade escolar com a funcionalidade de divulgar este problema social existente em vários países do norte e sul.

A última etapa da proposta, que denominamos socialização, é o momento em que os diversos grupos compartilham suas produções audiovisuais, ou outras produções sobre o tema, demonstrando suas sínteses aos demais e podendo refletir a partir destas sínteses e críticas de outros grupos sobre a mesma temática. Como prática incipiente essa socialização pode ser realizada no auditório da escola, para as turmas envolvidas ou para toda a escola, entretanto, se atentarmos para nosso referencial, o intuito dessa socialização final é que os educandos criem e estimulem-se coletivamente para uma prática social de conscientização da comunidade escolar sobre a temática.



É importante, como questão avaliativa, que essa proposta de prática social final não parta do professor, e seja um resultado natural da aprendizagem ampla dos educandos sobre a temática. Isto é, para que o objetivo da EMC se cumpra e os educandos busquem reagir socialmente às situações problemáticas do cotidiano, e nesse caso específico, reajam ao contexto crescente de violência contra a mulher.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade aqui proposta não foi aplicada em sua totalidade em turmas para que pudéssemos ter relatórios da verificação de eficácia da mesma. Porém, ao propor para os alunos o acesso ao ensino híbrido, objetiva-se que os alunos percebam os problemas sociais não mais com olhos do senso comum, mas com um olhar crítico e com compreensão, de forma de que este consiga reagir a situações problemáticas da realidade social existente na sua comunidade.

Esta proposta didática busca propiciar aos alunos a compreensão do problema social que é a violência. Para que pudéssemos ser mais objetivos, escolhemos o feminicídio devido a situações ocorridas próximo ao início do ano de 2019, e, portanto, sendo um tema que no momento é pertencente a realidade dos alunos. Compreende-se, que através dos conhecimentos aqui propostos, os alunos construam o desejo de serem agentes transformadores da sua realidade, além da compreensão do conceito de razão de uma forma aplicada a um problema social em que, além da compreensão matemática do conceito, se possibilite a compreensão da realidade social.

Neste contexto, os alunos têm a possibilidade de compreender que a violência contra a mulher sempre existiu no sistema do patriarcado,



e que muitos dados não são divulgados devido a como estes dados são classificados pelas Secretarias de Segurança Pública. Com a constante discussão a respeito do tema, os dados vêm aumentando devido à compreensão das pessoas a respeito da temática, já que em outros momentos, feminicídio era sinônimo de violência doméstica.

Com o desenvolvimento da proposta didática anexa, os alunos poderão ter a compreensão a respeito de como o feminicídio tem tido um aumento tão expressivo de casos nos últimos dois anos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. L. Uma Abordagem Sócio-Crítica da Modelagem Matemática: a perspectiva da educação matemática crítica. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 2, n. 2, p. 55-68, 2009.

BACICH, L.; NETO, A. T.; TREVISANI, F. de M. *Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação*. Disponível em: <https://www2.ifal.edu.br/ensino-remoto/professor/apostilas-e-livros/ensino-hibrido.pdf/@/@/download/file/Ensino%20H%C3%ADbrido.pdf>. Acesso em: 23.fev.2021.

BRASIL. *Lei 13.104/15*, de 09 de março de 2015. Código Penal, Brasília, DF, set 2019.

BIGLIA B, SAN MARTIN, C. *Estado de wonderbra: entretejiendo narraciones feministas sobre las violencias de género*. Barcelona: Vírus Editorial: 2007.

CHRISTENSEN, C. M.; HORN, M. B; STAKER, H. *Ensino híbrido: uma inovação disruptiva*. 2013. Disponível em: https://porvir.org/wp-content/uploads/2014/08/PT_Is-K-12-blended-learning-disruptive-Final.pdf. Acesso em: 23.fev.2021.

CONSELHO NACIONAL DE JUSTIÇA. *O poder judiciário na aplicação da Lei Maria da Penha*. Disponível em: https://www.cnj.jus.br/wp-content/uploads/2018/06/5514b0debf866190c20610890849e10_1c3f3d621da010274f3d69e6a6d6b7e6.pdf. Acesso em: 23.fev.2021.

DATAFOLHA. *Visível e invisível: a vitimização de mulheres no Brasil*. 2019. Disponível em: <https://forumseguranca.org.br/wp-content/uploads/2019/02/relatorio-pesquisa-2019-v6.pdf>. Acesso em: 23.fev.2021.



DUARTE, N. *Vigotski e o "aprender a aprender": crítica às apropriações neoliberais e pós-modernas da teoria vigostkiana*. Campinas: Autores Associados, 2001.

FRAGOSO, J. M. *Feminicídio sexual serial em Ciudad Juarez: 1993-2001*. Debate Feminista, n. 25, v. 13, 2002.

GOLDER, M. (org.). *Leontiev e a psicologia histórico-cultural: um homem em seu tempo*. São Paulo: Xamã, 2004.

LEONTIEV, A. N. *Actividade, consciencia, personalidade*. Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1975.

LEONTIEV, A. N. *O desenvolvimento do psiquismo*. Lisboa: Livros Horizonte, 1978.

LEONTIEV, A. N.; VYGOTSKY, L. S. (org.). *Psicologia e Pedagogia: bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento*. São Paulo: Moraes, 1991.

MARTINS, L. M. O desenvolvimento do psiquismo e a educação escolar: contribuições à luz da psicologia histórico-cultural e da pedagogia histórico-crítica. *Interface-Comunicação, Saúde, Educação*, v. 16, p. 283-283, 2012.

MENEGHEL, S. N.; PORTELLA, A. P. Feminicídios: conceitos, tipos e cenários. *Ciênc. saúde coletiva*, Rio de Janeiro, v. 22, n. 9, 2017. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232017002903077&lng=en&nrm=iso. Acesso em 06.set.2019.

OECHSLER, V.; FONTES, B. C.; BORBA, M. C. Etapas da produção de vídeos por alunos da educação básica: uma experiência na aula de matemática. *Revista Brasileira de Educação Básica*, v. 2, n. 1, p. 71-80, 2017.

PRIBERAM. Dicionário Priberam da Língua Portuguesa. 2019. Disponível em: <https://dicionario.priberam.org/misoginia>. Acesso em: 06.set.2019.

SAVIANI, D. *Escola e Democracia*. São Paulo: Autores Associados, 2018.

SAVIANI, D. Marxismo e pedagogia. *Revista HISTEDBR On-Line*, v. 11, n. 41, p. 16-27, 2011.

SAVIANI, D. *Pedagogia histórico-crítica: Primeiras aproximações*. São Paulo, Autores Associados, 1995.

SENADO. *Painel de Violência Contra a Mulher*. Disponível em <<http://www9.senado.gov.br/QuAJAXZfc/opendoc.htm?document=senado%2FPainel%20OMV%20-%20Viol%C3%AAncia%20contra%20Mulheres.qww&host=QVS%40www9&anonymous=true>>. Acesso em 01 jul 2019.



SKOVSMOSE, O. *Hacia una filosofía de la educación matemática crítica*. Bogotá: Universidad de los Andes, 1999.

THOMÉ, L. NSCTOTAL. *Santa Catarina registra mais de três feminicídios por mês em 2018*. Florianópolis, 14 jan 2019. Disponível em: <<https://www.nsctotal.com.br/noticias/santa-catarina-registra-mais-de-tres-feminicidios-por-mes-em-2018>>. Acesso em: 01 jul.2019.



SUMÁRIO

ANEXOS

Ano: 7º ano.

Duração: 12 aulas.

Tema: Violência contra a mulher.

Conteúdos: Razão e proporção.

Objetivos:

- Compreender o conceito de razão e proporção articulado a situações do cotidiano;
- Ler, interpretar e criticar gráficos que sistematizam a violência de gênero;
- Criticar a violência de gênero;
- Propor ações de conscientização.

Desenvolvimento da aula:

Desenho geral da proposta de sequência didática:

Figura 1 – Esqueleto da sequência didática



Fonte: Elaboração dos autores (2019).

1) Problematização inicial

Leitura da Reportagem “Santa Catarina registra mais de três feminicídios por mês em 2018” de Leonardo Thomé.

Foram 42 casos consumados no ano passado no Estado, com registro em 32 cidades, sendo oito mortes na Grande Florianópolis.

(...)

Três mulheres que foram vítimas de feminicídio em Santa Catarina em 2018 e representam um extrato das 42 vítimas de assassinato no Estado em razão de gênero ou por violência doméstica no ano passado, uma média de 3,5 ocorrências a cada 30 dias.

O dado, embora menor que em 2017, é inquietante, principalmente se apreciado pela ótica de que muitos outros assassinatos de mulheres em SC não foram classificados como feminicídio, mas sim como homicídio doloso contra mulher, tipificação mais branda no caso de sentença condenatória dos autores.

Tanto é que, em novembro do ano passado, durante a 12ª Semana pela Paz em Casa, do Tribunal de Justiça de Santa Catarina (TJSC), a desembargadora Salete Sommariva afirmou que SC é “um dos Estados que mais matam mulheres no Brasil”.

(...)

Feminicídios por municípios (casos de morte consumados em 2018)

Apiúna, Barra Velha, Biguaçu, Blumenau, Camboriú, Canoinhas, Chapecó, Concórdia, Garopaba, Gaspar, Herval D'Oeste, Itajaí, Joinville, Lages, Navegantes, Nova Veneza, Palhoça, Rio do Sul, Santo Amaro da Imperatriz, São Bento do Sul, São Francisco do Sul, São João Batista, Videira e Xanxerê – 1

Blumenau, Imbituba, Itapiranga, Jaraguá do Sul, Laguna, Nova Itaberaba e Tubarão – 2

Florianópolis - 4

(...)

Florianópolis foi a cidade com mais assassinatos de mulheres

Os 42 feminicídios registrados em Santa Catarina em 2018 aconteceram em 32 cidades. Florianópolis concentrou a maior parte deles, com quatro casos. O número é o maior registrado na Capital nos últimos quatro anos e dobrou na comparação com 2017, quando aconteceram duas mortes de mulheres em razão de gênero ou violência doméstica. Em 2015, foram dois casos. No ano seguinte, três.

A região metropolitana de Florianópolis também teve feminicídios em Biguaçu (1), Palhoça (1), São João Batista (1) e Santo Amaro da Imperatriz (1), totalizando oito casos. Fora os que acabaram classificados pela autoridade policial ou Ministério Público de Santa Catarina como homicídio doloso contra mulher.

Nesses casos, que somavam 66 mortes violentas no Estado até setembro de 2018, a investigação em fase inicial não comprovou que a motivação dos assassinatos estivesse ligada à questão de gênero ou violência doméstica. Muitas vezes, porém, elementos que indiquem essa característica podem ser constatados ao longo da apuração ou na tramitação já em fase processual.

Fonte: Thomé (2019).



Perguntas para a problematização matemática:

- Quais conhecimentos matemáticos você consegue identificar?
- Consegue explicar os mesmos?
- Em que outras situações eles se fazem presentes?

2) Instrumentalização

Razão é a relação entre duas grandezas expressas, não necessariamente, na mesma unidade.

Ex.: A razão entre $a : b$ é representada pela fração a/b .

Se a e b representam dois números racionais (com $b \neq 0$), então a razão entre a e b é o quociente de a por b . O primeiro número é chamado **antecedente** e o segundo **consequente**.

Observação: As razões são escritas preferencialmente na forma de fração mais simples.

Razões Inversas: As razões serão ditas inversas quando o antecedente de uma é o consequente da outra e vice-versa.

Ex.: $\frac{2}{3}$ e $\frac{3}{2}$ O produto de duas razões inversas é sempre igual a 1.

Razões Iguais: Se as frações que representam duas razões são equivalentes, então as razões dizem-se iguais.

Proporção é uma igualdade entre razões. Geralmente essa igualdade é representada por frações, assim como no exemplo anterior. Então, dizemos que A , B , C e D são proporcionais se a afirmação abaixo for verdadeira:
 $A/B=C/D=L$

Na cadeia de igualdades acima, as duas frações são chamadas de proporção, e L é a constante de proporcionalidade.

Ex.: $12 : 8$ e $6 : 4$ $\frac{12}{8} = \frac{6}{4}$ são frações equivalentes.



Exercícios

- 1) Na prova de Matemática de Samara, a razão do número de questões certas para o número total de questões foi de 3 para 4. Sabendo-se que a prova era composta de 16 questões, quantas questões Samara acertou?
- 2) Um ciclista percorreu 126 km na velocidade de 36 km/h. Quanto tempo percorreu o caminho?
- 3) Em uma sala de aula, há 36 alunos. Sabendo que há 12 meninas, qual a porcentagem de meninos nessa sala?
- 4) Voltando a reportagem, sabe-se que houve 42 feminicídios em 32 cidades. Qual a porcentagem dessa informação?
- 5) Num exame, havia 180 candidatos. Tendo sido aprovados 60, a razão entre o número de reprovados e o de aprovados é de:
- 6) Numa sala com 50 alunos, 15 são mulheres. Determine:
 - a. A razão do número de homens para o número de mulheres.
 - b. A razão do número de mulheres para o total de alunos.
 - c. De cada 10 alunos, quantos são homens?
 - d. De cada 20 alunos, quantas são mulheres?
- 7) Numa classe de 40 alunos, 8 foram reprovados. Determine a razão entre as reprovações e as aprovações.
- 8) Numa prova de matemática, um aluno acertou 12 das 20 questões dadas. Qual é a razão de número de questões que ele acertou para o número de questões da prova?
- 9) Uma equipe de futebol apresenta o seguinte retrospecto durante o ano de 1997: 30 vitórias, 18 empates e 12 derrotas. Qual é a razão do número de vitórias para o número de partidas disputadas?
- 10) Em um jogo de vôlei, no ginásio da escola, estavam 162 pessoas, sendo 70 delas mulheres.
 - a. Qual a razão entre o número de homens e o total de pessoas?
 - b. E a razão entre o número de mulheres e o total de pessoas?
 - c. O que significam essas razões?



3) Roteiro por estações

Serão feitos grupos de no máximo 6 alunos que deverão a cada 60 minutos passar por uma determinada estação. Cada estação tem um objetivo específico a ser alcançado e possível de ser alcançado nesse tempo:

Estação de videoaulas: Assistir as videoaulas da plataforma Khan-Academy e resolver os exercícios propostos pela plataforma logo após as videoaulas.

Figura 2 – Introdução às razões.

Introdução às razões

BNCC Matemática: EF07MA08, EF07MA12

Aprender

- ▶ Introdução às razões
- ▶ Solução de problemas de taxa por unidade
- ▶ Solução de problemas de preço por unidade
- ↳ Revisão sobre taxas
- ▶ Problemas com várias taxas
- ▶ Exemplo de comparação de razões
- ▶ Cálculo de velocidade ou taxa média
- ▶ Conversão de velocidade

Praticar

<p>Taxas por unidade Acerte 5 de 7 perguntas para subir de nível!</p> <p>Praticar</p>	<p>0/100 pontos</p>
<p>Problemas de razão Acerte 3 de 4 perguntas para subir de nível!</p> <p>Praticar</p>	<p>0/100 pontos</p>
<p>Problemas de razão 2 Acerte 3 de 4 perguntas para subir de nível!</p> <p>Praticar</p>	<p>0/100 pontos</p>
<p>Comparação de razões Acerte 3 de 4 perguntas para subir de nível!</p> <p>Praticar</p>	<p>0/100 pontos</p>

Fonte: Elaboração dos autores (2019).

Estação dos Gráficos: Nessa estação os alunos deverão interpretar gráficos e resolver as perguntas relacionadas a eles da lista de exercícios que segue:

Exercícios

1) A tabela abaixo apresenta a população total do local indicado, assim como a quantidade de mulheres. Os anos de 2016 e 2017 indicam a quantidade de mulheres que faleceram vítimas de violência.

Tabela 1 – Dados populacionais e de feminicídios.

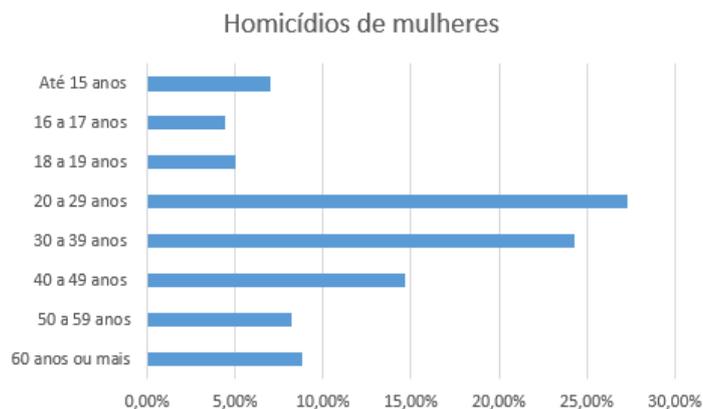
Local	População total	População Feminina	2016	2017
Brasil	206.098.960	106.338.406	4.635	27.393
Santa Catarina	6.931.837	3.513.246	109	596
Roraima	460.072	226.664	25	150
Pará	8.268.755	4.181.332	296	1.452

Fonte: Elaboração dos autores (2019).

- a. Calcule a porcentagem de mulheres no Brasil, em Santa Catarina, Roraima e Pará.
- b. Qual a porcentagem de aumento de mortes violentas de 2016 para 2017? O que esse valor pode representar?

2) Observe o gráfico a seguir e descreva o que o este anuncia:

Figura 3 – Homicídios de mulheres.



Fonte: Elaboração dos autores (2019).

3) As mulheres que se enquadram como pardas, são as que mais perdem a vida para a violência. O que você acha que influencia nesse índice?



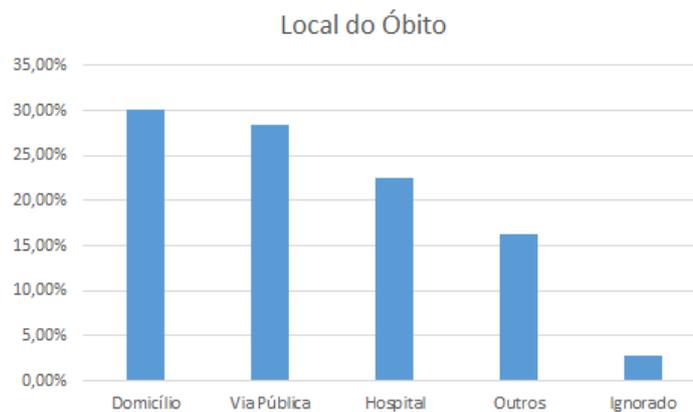
Figura 4 – Homicídios.



Fonte: Elaboração dos autores (2019).

4) Dada a tabela abaixo, pode-se dizer que a violência contra a mulher ocorre somente em locais públicos, sob a visão da população?

Figura 5 – Local do óbito.



Fonte: Elaboração dos autores (2019).

5) Qual conclusão você pode ter após ter lido todos estes gráficos? Como você pode explicar a violência contra a mulher através dessas informações?

Estação da Definição: Os alunos deverão, fazendo uso dos computadores da sala informatizada, pesquisar outros dados e notícias relacionados à violência de gênero e racial, de maneira a ampliarem suas concepções sobre o assunto.

Pergunta motivadora para a pesquisa dos alunos:

- a. Os casos de violência de gênero ocorrem em outros estados? Com que frequência?
- b. O que é violência de gênero?

4) Síntese ou catarse

Cada grupo deverá produzir um cartaz ou um audiovisual em que sintetizem as suas conclusões, sentimentos, conceitos que tiveram durante todo o trajeto de aprendizagem buscando articular os conhecimentos matemáticos com a temática norteadora das aulas.

5) Socialização final

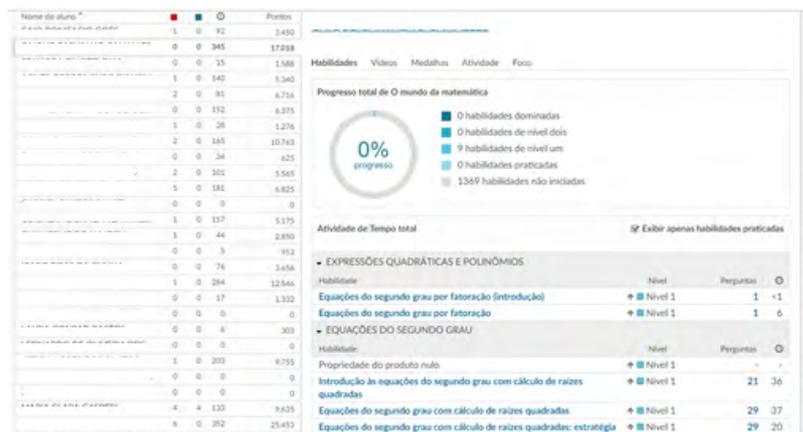
Nessa socialização final as três turmas dos sétimos anos estarão reunidas no auditório da escola para que possam socializar em um período de 10 minutos suas conclusões e suas propostas. Após a apresentação será permitido até 5 minutos para perguntas.

Avaliação: A avaliação será contínua durante todo o processo. Mas pode ser compreendida em alguns pontos essenciais:

Análise do relatório de aprendizagem oferecido pela plataforma Khan Academy (objetivo 1), conforme exemplo:



Figura 6 – Relatório de aprendizagem.



Fonte: Elaboração dos autores (2019).

Acompanhamento na resolução da lista de exercícios envolvendo gráficos (objetivo 2).

Avaliação das produções de cartazes e audiovisuais (objetivos 3 e 4).



SUMÁRIO

2

Guilherme Mulinari

Beatriz Pereira

RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE NA HISTÓRIA DO HIV-AIDS COMO POSSIBILIDADE PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

CONVERSANDO COM O PROFESSOR

HIV é a sigla em inglês para “vírus da imunodeficiência humana”, um agente infeccioso que ataca o sistema imunológico impedindo a autodefesa do corpo humano. Contudo, o tratamento medicamentoso desta infecção pode evitar que a pessoa encontre-se no estágio mais avançado de presença do vírus no organismo: a “síndrome da imunodeficiência adquirida” (SIDA), mas popularmente conhecida pela sigla em inglês AIDS (UNAIDS, 2018).

Tanto o HIV como a AIDS são temas discutidos em caráter mundial (DANTAS, 2015) e, desde o início da década de 1980, a identificação e isolamento do vírus constituiu um desafio para a comunidade científica global, sendo considerado um problema de saúde pública de grande magnitude e de caráter pandêmico que envolveu, e ainda envolve, diversos atores sociais (PERUCCHI, 2011).

Desde que os primeiros casos foram notificados no mundo, ocorreu uma crescente produção de conhecimento sobre a infecção (HIV) e a doença (AIDS). Em termos sociais e epidemiológicos observou-se, principalmente no final da década de 90 e início dos anos 2000, uma evolução do quadro clínico que melhorou com o surgimento de medicamentos mais eficientes (PEREIRA, 2009). O tratamento para o HIV é chamado de terapia antirretroviral e é fundamental para a melhoria da qualidade de vida das pessoas que vivem com o vírus. Além disso, com o tratamento a carga viral pode se tornar indetectável, eliminando as chances de transmissão para outras pessoas (UNAIDS, 2018). No Brasil, por exemplo, em 1996, com a aprovação da Lei 9.616 os produtos farmacêuticos e seus processos de obtenção foram incluídos como bens passíveis de proteção patentária, criando assim os Genéricos. Além disso, no mesmo ano, a partir da implementação da Lei 9.313 estabeleceu-se



como dever do Estado prover aos portadores de HIV acesso universal aos tratamentos disponíveis (CORRÊA; CASSIER, 2010).

Mesmo com referente avanço científico, tecnológico e social, muito preconceito, estigma e desinformação ainda permeiam as discussões sobre HIV - AIDS. Jesus e colaboradores (2017) destacam que, dentre as principais dificuldades elencadas por portadores do HIV, encontram-se: i) o preconceito vivido no contexto familiar e social; ii) o gerenciamento de parcerias afetivas e sexuais, e iii) o manejo do tratamento e o alcance da qualidade de vida. Já Garcia e Koyama (2008) descrevem que o preconceito e estigma relacionado ao HIV - AIDS diminuíram em um estudo realizado entre 1998 à 2005, contudo, destacam que as informações sobre formas de transmissão e não transmissão do HIV ainda necessitam de melhor elaboração e divulgação, principalmente entre as populações de menor escolaridade.

Por ser uma temática que direta e indiretamente relaciona-se com os jovens, busca-se na educação escolar o fornecimento de informações e espaços para a discussão, visando melhorar o conhecimento sobre o risco de transmissão de HIV e de outras infecções sexualmente transmissíveis (IST) (GONÇALVES *et al.*, 2013).

Contudo, no ambiente escolar, encontram-se dados semelhantes aos apresentados anteriormente. Cordazzo (2004), ao desenvolver um estudo sobre as concepções das crianças do ensino fundamental, sobre a temática, encontrou muitos mitos e preconceitos, como: "(1) não passar perto de alguém contaminado, (2) não fazer sexo, (3) ter relações sexuais apenas com uma pessoa e (4) ir ao médico antes de fazer sexo." (CORDAZZO, 2004, p. 94). Além disso, segundo Bellini e Frasson (2006), a apresentação do tema HIV - AIDS nos livros didáticos é acompanhada pela metáfora GUERRA e outras figuras de retórica, distanciando do estudante não só o modelo mais próximo da metáfora INTERAÇÃO utilizada pelos cientistas.



Val *et al.* (2013), ao realizarem um estudo que objetivou comparar o conhecimento de estudantes do ensino médio de duas escolas estaduais públicas sobre o tema entre os anos de 1999 e 2010, verificaram que, mesmo havendo intervalo de dez anos entre os estudos, os dois grupos de estudantes não se consideravam vulneráveis ao HIV e apresentaram dúvidas quanto ao conhecimento correto sobre o tema, o que indica a necessidade de sua abordagem contínua com adolescentes jovens. Dados semelhantes são apresentados por Moura *et al.* (2016), que destacam lacunas em relação ao conhecimento dos adolescentes sobre as formas de transmissão do HIV, especialmente para as situações de risco.

Como instrumento para a superação de corriqueiros problemas referentes à temática até então exposta, nesta sequência didática, defendemos que a utilização e discussão de momentos históricos referentes à construção de conhecimentos científicos - assim como o desenvolvimento de novas tecnologias - se caracterizem como uma forma interessante para evidenciar períodos em que ocorreram controvérsias, discussões, tensões que envolveram a ciência, a tecnologia e a sociedade (RINALDI; GUERRA, 2011; KHALICK; LEDERMAN, 2000). Neste sentido, conhecer o passado histórico e a origem dos conhecimentos, e as discussões que permearam a ciência, a tecnologia e a sociedade, pode ser, além de um fator motivante para os estudantes, um meio para que estes percebam que as dúvidas encontradas por eles na aprendizagem de um conceito também foram encontradas, em outro momento histórico, pela comunidade. Para isso, utilizaremos filmes que nos embasam teoricamente no que se refere aos momentos históricos e discussões que permearam a história do HIV-AIDS, entendendo que o uso deste aparato tecnológico, além de ser uma prática convencional e cotidiana, modifica a rotina em sala de aula, e possibilita diversificar as atividades de ensino e aprendizagem, possibilitando ao professor um enfoque nas percepções dos alunos com o que está sendo apresentado cinematograficamente (MANDARINO,



2002; ARROIO; GIORDAN, 2006). Além disso, a entrada do cinema na sala de aula pode colaborar com a desconstrução da imagem desfigurada do conhecimento científico e favorecer a desconstrução de ideias inadequadas (SANTANA; ARROIO, 2012).

OBJETIVOS

Com isso, entendendo a relevância do tema HIV-AIDS e os obstáculos em trabalhá-lo em sala de aula e com os jovens, objetivamos com esta proposta didática apresentar e discutir as relações entre a Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) que permeiam a história do HIV - AIDS, com intuito de compreender a complexidade e amplitude do tema HIV e, então, superar sentidos comuns que levam à desinformação e ao preconceito.

PÚBLICO-ALVO

A maior concentração - diagnosticada - dos casos de HIV - AIDS no Brasil encontra-se nos indivíduos com idade entre 25 e 39 anos, para ambos os sexos (BRASIL, 2015) e estima-se que, mundialmente, os jovens entre 15 a 24 anos relacionam-se aos 45% de novas infecções pelo HIV (UNAIDS, 2008). Por isso, endereçamos, a priori, esta proposta de sequência didática para adolescentes, jovens e adultos, alunos do ensino fundamental ou médio da modalidade da Educação de Jovens e Adultos ou estudantes do ensino médio da modalidade Regular. Acreditamos que o ensino de Ciências e Biologia possa auxiliar a formação destes sujeitos para realização de escolhas mais conscientes e críticas.



ROTEIRO DE AULAS PROPOSTAS

Sugestão de filmes para contextualização histórica sobre o HIV-AIDS

Com propósito de contextualizar a temática em sala de aula, sugerimos alguns filmes (Quadro 1) que poderiam ser utilizados como problematização inicial. Cada filme retrata um momento histórico específico sobre o tema.

Quadro 1 - Informações gerais sobre os filmes selecionados (título, sinopse, ano) e objetivo dos mesmos na proposta de sequência didática

Título	Sinopse	Ano	Objetivo
<i>E a vida continua</i>	No início dos anos 1980, surgiu uma misteriosa doença. Uma pesquisa independente conseguiu identificar o vírus transmissor da doença e a batizou de HIV. Este drama documental conta a história da mais devastadora epidemia do século 20: a AIDS.	1993	Discutir a disputa científica pelo isolamento do vírus entre Inglaterra e Estados Unidos.
<i>Filadélfia</i>	O advogado Andrew trabalha num conceituado escritório de advocacia. Quando descobre que é portador do vírus HIV, é despedido sumariamente. Ele então contrata os serviços de outro advogado para processar a companhia.	1993	Discutir as consequências do diagnóstico do HIV e os impactos da sua divulgação na grande mídia como "Câncer Gay".



Título	Sinopse	Ano	Objetivo
<i>120 batimentos por minuto</i>	França, início dos anos 1990. O grupo ativista Act Up está intensificando seus esforços para que a sociedade reconheça a importância da prevenção e do tratamento em relação a Aids, que mata cada vez mais há uma década.	2018	Discutir a participação de grupos LGBT na luta contra as indústrias farmacêuticas objetivando a diminuição dos preços dos retrovirais.
<i>Fogo nas veias</i>	Conheça um grupo de pessoas que, desde 1996, reage a governos e empresas farmacêuticas que bloqueiam o acesso a medicamentos de baixo custo para o tratamento do HIV e da aids em países em desenvolvimento.	2013	Discutir que, em diversos momentos, o desenvolvimento tecnológico (como a elaboração de retrovirais) não retorna diretamente em melhorias para toda a sociedade.

Fonte: Elaboração dos autores (2019).

INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE A PROPOSTA DIDÁTICA

Para as discussões desta proposta didática seriam - inicialmente - necessárias 12 aulas, de 45 minutos cada, que foram divididas em seis blocos apresentados na sequência.

Utilizamos-nos da linha do tempo da história do HIV, divulgada pela Fundação Oswaldo Cruz, e criada pelo Programa Nacional de DST/Aids do Ministério da Saúde (BRASIL, 2010), como respaldo teórico-metodológico para a divisão dos momentos históricos da temática. Neste senti-

do, dividimos em três momentos cronológicos - décadas - que nortearam nossa sequência didática sobre o HIV - AIDS, sendo elas: i) Década de 80, a qual observamos, principalmente, os primeiros casos de HIV-AIDS no Brasil e mundo, o isolamento viral da doença e os preconceitos envolvidos no chamado grupo 5H - Homossexuais, Hemofílicos, Haitianos, Heroínômanos (usuários de heroína injetável), Hookers (profissionais do sexo em inglês); ii) Década de 90, onde observamos a distribuição - e a falta de - medicamentos para o tratamento do HIV - AIDS no mundo e as relações com a indústria farmacêutica, e; iii) Década de 00, onde discutimos as políticas públicas envolvidas na distribuição dos medicamentos no Brasil e no mundo e as novas descobertas científicas sobre o tema.

Problematização inicial

A aula 01 é a de problematização inicial e possui como objetivos a) identificar quais são as informações sobre HIV-AIDS veiculadas na mídia; e b) identificar conceitos prévios que os estudantes possuem em relação ao tema. Para esta aula selecionamos notícias sobre o tema HIV-AIDS de diferentes décadas. A proposta é que a partir da leitura e discussão destas notícias com os estudantes possamos, principalmente, perceber quais concepções os alunos possuem sobre o tema e gerar dúvidas e questionamentos para serem desenvolvidos nas aulas posteriores.

Década de 1980

A partir da problematização inicial, iniciamos a temática a partir da década de 1980 com a sugestão de que essa seja realizada em três aulas, uma dupla e outra simples. Na *aula dupla (02 e 03) objetivamos c) discutir e compreender quando e como iniciaram as investigações a respeito do HIV. Para isso, dividimos a aula em dois momentos.* No primeiro momento



propomos que os estudantes assistam trechos do filme “E a vida continua” (1993) e respondam a um roteiro de questões sobre o filme, que podem ser elaboradas pelo professor. A proposta deste roteiro possui intuito de direcionar os alunos para o objetivo da aula. No segundo momento da aula e partir de uma conversa com estudantes sobre o filme e sobre as respostas do roteiro, seria desenvolvida uma aula expositiva dialogada sobre os seguintes conteúdos: surgimento do HIV; isolamento do vírus; conceito de vírus; e tensões envolvidas na patente do isolamento do vírus.

Já na *aula simples (4)*, ainda na década de 1980, possuímos como objetivo d) desvelar o preconceito que relaciona o HIV-AIDS à comunidade LGBT. O fato de que a maioria dos casos de AIDS notificados inicialmente, foram de homossexuais, fez com que a doença fosse rapidamente vinculada a este grupo de pessoas, o que aumentou o preconceito da sociedade em geral contra a homossexualidade. Na época os nomes “peste gay” ou “câncer gay” foram largamente utilizados pela população reforçando o caráter discriminatório contra este grupo social. Posteriormente surgiram casos de usuários de drogas injetáveis o que despertou na sociedade, principalmente nos segmentos mais conservadores, um sentimento de que a AIDS nada mais era do que um castigo para o estilo de vida “Sexo, Drogas e Rock ‘n Roll” apregoa-do por muitos na década de 1970 (PEREIRA; NICHATA, 2011).

Pelo justificado acima e a partir de trechos do filme “Filadélfia” (1993), sugerimos uma aula expositiva dialogada sobre desenvolvimento e sintomas da AIDS devido à falta de tratamento e a alta mortalidade da época. Nesta aula podem ser desenvolvidos conteúdos como: “Câncer gay” e “Doença dos 5H”, imunologia do desenvolvimento da AIDS e sintomas da AIDS para desvelar e desmistificar preconceitos que relacionam o HIV-AIDS à comunidade LGBT.



Década de 1990

Ao tratar desta temática na década de 1990 temos como objetivo e) *compreender a influência da indústria farmacêutica na produção e (não) acesso aos medicamentos (AZT). Para isso, em uma aula dupla (05 e 06)*, os estudantes iriam assistir a trechos curtos dos filmes “120 batimentos por minuto” (2018) e “Fogo na veia” (2013) e o professor iria desenvolver uma aula expositivo-dialogada sobre mecanismos de ação do fármaco. Por fim, os estudantes iriam iniciar a construção de um texto coletivo sobre a importância dos movimentos sociais para popularização da medicação em nossa sociedade.

O Brasil foi um dos primeiros países a oferecer terapia anti-retroviral (TARV) gratuitamente às pessoas que viviam com HIV e Aids, a partir da instituição da lei 9.313, de 1996. Com a introdução da TARV, em conjunto com outros fatores, dentre eles as descobertas sobre a natureza da infecção por HIV e as técnicas de monitoramento do avanço da doença, como os exames de CD4 e de carga viral, tornou-se possível, para os indivíduos, viver por mais anos com HIV e Aids. Além disso, em nosso país, ativistas forçaram o fabricante do AZT, Burroughs Wellcome, a reduzir em 20% o preço do remédio (BRASIL, 2010). Este fato teve grande relevância para o controle epidemiológico da doença no mundo.

Nesta aula, propomos o desenvolvimento dos seguintes conteúdos: *indústria farmacêutica e acesso à medicação, ação do fármaco para tratamento de HIV no corpo, CD4 e carga viral.*

Década de 2000

Para os anos 2000 propomos três aulas, uma simples e outra dupla. Na *aula simples (07) temos como objetivo f) apresentar as*



principais conquistas do país para popularização do tratamento do HIV. Esta seria uma aula expositiva dialogada sobre os desdobramentos das lutas pela gratuidade do tratamento do HIV e sobre a ação de medicamentos genéricos. A proposta é que se aborde conteúdos como: *bioequivalentes (medicamentos genéricos) e lei 9.787 de 1999 (lei dos medicamentos genéricos).*

Em seguida, ainda nos anos 2000, propomos uma *aula dupla (08 e 09)* para realizar uma roda de conversa com um profissional da saúde (enfermeiros ou agentes de saúde) que atuam no Sistema Único de Saúde (SUS). Esta aula tem como objetivos: *g) compreender a importância do SUS para prevenção e tratamento do HIV e h) identificar nossos direitos de acesso ao SUS e compreender formas de prevenção.* Nesta roda conversa, a partir dos questionamentos dos estudantes e dos materiais e informações que o profissional da saúde irá trazer, propomos o desenvolvimento de conteúdos como: *funcionamento do SUS, acesso ao SUS, como funciona o tratamento do HIV via SUS e formas de prevenção do HIV.*

Além disso, defende-se que a presença dos profissionais atuantes nas UBS seja de extrema importância visto que, muitas vezes, professores de Ciências e Biologia assumem o papel de um profissional da saúde, o de orientação, ao se desenvolver atividades relacionadas à saúde humana (SCHALL; STRUCHINER, 1999; MOHR, 2002). Neste sentido, segundo Mohr (2002), deixar a cargo do professor o papel de orientação sobre temas relacionados à saúde:

É contraproducente, pois desqualifica duplamente o professor. Ele não consegue desenvolver plenamente conhecimentos e princípios científicos, que, desta forma, auxiliariam o desenvolvimento cognitivo, capacidade de reflexão e análise do aluno - objetivo do ensino de ciências no ensino fundamental. Tampouco ele tem a qualificação profissional necessária para exercer a atividade de aconselhamento (MOHR, 2002, p. 233).



Dias atuais

Para tratar dos dias atuais, elaboramos uma *aula simples* (10) com objetivo de *i) compreender o que sabe atualmente sobre o HIV-AIDS e “o que falta descobrir”*. Nesta aula, a partir da leitura e discussão de artigos e textos de divulgação científica (APÊNDICE 2) iremos debater conteúdos atuais como: *existência de casais soro-discordantes e medicamentos de profilaxia pré e pós exposição (PrEP e PEP)*.

SÍNTESE FINAL

Para finalizar o desenvolvimento da temática planejamos ainda uma *aula dupla* (11 e 12) com objetivo de *j) revisar e avaliar conteúdos desenvolvidos nas aulas anteriores*. Nesta aula os estudantes iriam construir, em grupos, uma linha do tempo a partir da história do HIV aprofundando *conteúdos (mínimo cinco)* que consideraram mais importantes no desenvolvimento das aulas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda vivemos em um mundo em que muitos estigmas se encontram enraizados no discurso cotidiano quando se discute HIV - AIDS. A desinformação sobre a condição e a falta de diálogo pode ser um dos fatores que contribui para que este estigma, mesmo sendo discutido há cerca de quatro décadas, ainda permaneça. Acreditamos que esta proposta didática, que possui possibilidades de desvelar a raiz de preconceitos e estigmas sobre HIV - AIDS, possa auxiliar na superação destes desafios que prejudicam a vida e a sociabilização de muitas pessoas.



Para além da sala de aula, preocupa-nos, como pesquisadores da área de Ensino de Ciências e também como cidadãos brasileiros, o descaso do atual governo frente à temática HIV - AIDS. Em 2019, no primeiro ano de mandato do governo Jair Bolsonaro observamos um dos maiores ataques aos HIV positivos brasileiros com a extinção do Departamento de HIV - AIDS no Brasil, departamento este que fora diluído em outros departamentos de saúde pública. Especialistas da área relatam que este possa ter sido uma maneira de silenciar ainda mais uma condição ainda em descaso. O que nos preocupa, ainda, são declarações do atual presidente que discorre abertamente que o portador do vírus seja considerado apenas como um gasto para o governo e que, ao ter contraído o vírus por pura promiscuidade, este deva arcar com as consequências, desvelando, assim, seu pouco entendimento sobre o assunto e o seu enraizado preconceito por detrás de suas declarações.

Além disso, a Base Nacional Curricular Comum (BNCC) instituída recentemente com objetivo de normatizar e definir “o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver (...)” (BRASIL, 2018, p. 7), ainda a utiliza o termo “Doença Sexualmente Transmissível” (BRASIL, 2018, p. 349) em um momento no qual órgãos públicos como a Organização Mundial da Saúde (OMS) e o Ministério da Saúde já utilizam o termo IST por este ser mais compatível com as discussões atuais (OMS, 2012; BRASIL, 2015), uma vez que a infecção pelo HIV não necessariamente desencadeia a AIDS (UNAIDS, 2018).

Sendo esta uma proposta didática, objetivamos aqui apontar caminhos que podem ser reconstruídos por professores que almejam discutir o tema em sala de aula, tanto daqueles que atuam no Ensino de Jovens e Adultos (EJA), quando do Ensino Médio e Fundamental. Incentivamos, necessariamente, independente das adaptações e do público-alvo a ser implementada a proposta, que aulas sejam mantidas



em seu caráter dialógico e horizontal, principalmente por entendermos a relevância e complexidade do tema, uma vez que este, por possuir grande proporção e exposição nacional, ainda possa vir carregado de juízos de valores que devam ser analisados, discutidos e, se o professor atuante julgar necessário, reconstruídos.

Por fim, incentivamos nesta proposta que assuntos relativos à sexualidade humana sejam sim discutidos em sala de aula, visto que nos últimos anos observamos, em políticas educacionais, que assuntos deste gênero tendem a desaparecer do currículo escolar. Por exemplo, quando ainda no ano de 2019, João Dória, atual governador do Estado de São Paulo, solicitou a retirada de materiais didáticos que continham discussões de gênero e sexualidade de circulação por não concordar que seja papel da escola debater sobre estes temas. Nesse sentido, acreditamos que esta proposta em seu caráter didático-pedagógico, seja também, política.

REFERÊNCIAS

ARROIO, A.; GIORDAN, M. *O vídeo Educativo: Aspectos da Organização do Ensino. Química nova na escola*. 2006. Disponível em: http://www.lapeq.fe.usp.br/meqvt/disciplina/biblioteca/artigos/arroio_giordan.pdf. Acesso em: 23.fev.2021.

BAZZO, W. A.; LINSINGEN, I.von; PEREIRA, L. T. do V. Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). *Cadernos de Ibero-América*. Madri: Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2003.

BELLINI, M. FRASSON, P. C. *Ciências e seu ensino: o que dizem os cientistas e os livros didáticos sobre o HIV/AIDS?* *Ciência & Educação*, v. 12, n. 3, p. 261-274, 2006.

BRASIL. Lei n.º 9787, de 10 de fevereiro de 1999. Lei que dispõe sobre a vigilância sanitária, estabelece o medicamento genérico, dispõe sobre a utilização de nomes genéricos em produtos farmacêuticos e dá outras



providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Distrito Federal. 1999.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Programa Nacional de DST e aids. Recomendações para Profilaxia da Transmissão Vertical do HIV e Terapia Antiretroviral em Gestantes*. Brasília: Ministério da Saúde, 2010.

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil e Ensino Fundamental*. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Secretaria de Vigilância em Saúde do Departamento de DST, Aids e Hepatites virais. Boletim Epidemiológico*. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2015.

CORRÊA, M; CASSIER, M. *Aids e saúde pública: contribuições à reflexão sobre uma nova economia política dos medicamentos no Brasil*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2010.

CORDAZZO, S, T. D. Concepções sobre a AIDS em crianças. *Psicologia e Sociedade*. v. 16 n. 3, 2004.

DANTAS, M. S. et al. *HIV/Aids: significados atribuídos por homens trabalhadores da saúde*. Esc Anna Nery, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 323-330, 2015.

GARCIA, S.; KOYAMA, M. A. H. Estigma, discriminação e HIV/Aids no contexto brasileiro, 1998 e 2005. *Rev. Saúde Pública*, v. 42, n. 1, 2008.

GOLÇALVES, H. et al. Conhecimento sobre a transmissão de HIV/AIDS entre adolescentes com 11 anos de idade do sul do Brasil. *Rev Bras Epidemiol*, v. 16, n. 2, p. 420-431, 2013.

JESUS, G. J.; et al. Dificuldades do viver com HIV/Aids: Entraves na qualidade de vida. *Acta Paul Enferm*. v. 30, n. 3, p. 301 - 307, 2017.

KHALICK, F. A.; LEDERMAN, N. G. The Influence of History of Science Courses on Students: Views of Nature of Science. *Journal of research in science teaching*. v. 37, n. 10, p. 1057-1095, 2000.

MANDARINO, M. C. F. Organizando o trabalho com vídeo em sala de aula. Morpheus– *Revista Eletrônica em Ciências Humanas*, v. 1, n. 1, 2002.

MOHR, A. *A natureza da educação em saúde no ensino fundamental e os professores de ciências*. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação. 2002.



MOURA, L. M. de. et al. Conhecimentos e percepções relacionadas ao HIV/AIDS: uma investigação com adolescentes de Vespasiano – MG. *Rev Med Minas Gerais*. n, 26, s. 8. 2016.

OMS. Prevenção e tratamento do HIV e outras Infecções Sexualmente Transmissíveis. *Departamento de HIV/AIDS da OMS*. 2012.

PEREIRA, A. J.; NICHATA, L. Y. I. A sociedade civil contra a Aids: demandas coletivas e políticas públicas. *Ciênc. saúde coletiva*, v.16, n.7, p.3249-3257, 2011.

PEREIRA, P. S. Aids e educação escolar: uma investigação sobre a apropriação da psicanálise na produção científica brasileira. In: OLIVEIRA, M. L. (org). *(Im)pertinências da educação: o trabalho educativo em pesquisa*. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.

PERUCCHI, J. et al. Psicologia e políticas públicas em HIV/AIDS: algumas reflexões. *Psicologia & Sociedade*, Belo Horizonte, v. 23, n. esp., p. 72-80, 2011.

RINALDI, E. GUERRA, A. História da ciência e o uso da instrumentação: construção de um transmissor de voz como estratégia de ensino. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. v.28 n.3. 2011.

SANTANA, E. R.; ARROIO, A. A Abordagem da Natureza da Ciência no Cinema na formação continuada de professores. XVI Encontro Nacional de Ensino de Química e X Encontro de Educação Química da Bahia. *Anais...* Salvador, BA, Brasil – 17 a 20 de julho de 2012.

SCHALL, V. T.; STRUCHINER, M. Educação em saúde: novas perspectivas. *Cad. Saúde Pública*, v. 15, n. 2, 1999.

UNAIDS, 2018. *Prevenção combinada do HIV*. 2018. Disponível em: <unaid.org.br> Acesso em: 11 jun. 2019.

UNAIDS. 2008 *Report on the Global AIDS epidemic*. Geneva; 2008. Disponível em: <data.unaids.org> Acesso em: 11 jun. 2019.

VAL, L. F. et al. Estudantes do ensino médio e o conhecimento em HIV/AIDS: o que mudou em dez anos? *Rev Esc Enferm USP*, v. 47, n. 3, p. 702-708, 2013.



ANEXOS

Instituição de ensino: Escola pública de educação básica.

Público-alvo: Estudantes da Educação de Jovens e Adultos (EJA) do ensino fundamental ou médio e/ou estudantes de Biologia do ensino médio.

Tempo previsto: Quatro semanas (12 aulas); 3 horas-aula/semana; hora-aula de 45 minutos. As aulas são distribuídas em uma aula faixa (90 minutos) e uma aula simples (45min).

Justificativa da proposta: A epidemia de Aids no Brasil teve início nos estratos sociais de maior escolaridade e depois se expandiu entre as populações com menor escolaridade. De acordo com o UNAIDS, da Organização das Nações Unidas (ONU), no Brasil a maior concentração dos casos de HIV - AIDS encontra-se nos indivíduos com idade entre 25 e 39 anos para ambos os sexos. Estima-se que, mundialmente, os jovens entre 15 a 24 anos são responsáveis por 45% de novas infecções pelo HIV e que 370 mil crianças menores de 15 anos tornaram-se infectadas em 2007. Desta forma, fornecer informações aos adolescentes é fundamental para melhorar o conhecimento sobre o risco de transmissão de HIV e de outras infecções sexualmente transmissíveis.

Objetivos: O objetivo geral da sequência didática é discutir as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade na história do HIV-AIDS para compreender a complexidade do tema HIV e desvelar sentidos comuns que levam à desinformação e ao preconceito. Quanto aos objetivos específicos, esses são:

- Identificar quais são as informações sobre HIV-AIDS veiculadas na mídia;
- Identificar conceitos prévios que os estudantes possuem em relação ao tema;
- Discutir e compreender quando e como iniciaram as investigações a respeito do HIV;
- Desvelar o preconceito que relaciona o HIV-AIDS à comunidade LGBT;
- Compreender a influência da indústria farmacêutica na produção e (não) acesso aos medicamentos (AZT);
- Apresentar as principais conquistas do país para popularização do tratamento do HIV;
- Compreender a importância do SUS para prevenção e tratamento do HIV;



- Identificar nossos direitos de acesso ao SUS e compreender formas de prevenção;
- Compreender o que se sabe atualmente sobre o HIV-AIDS e “o que falta descobrir”;
- Revisar e avaliar conteúdos desenvolvidos nas aulas anteriores.

Embasamento metodológico: Os estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) buscam compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia do ponto de vista de seus antecedentes sociais e de suas consequências. Neste sentido, a educação em CTS no âmbito educativo pretende que “a alfabetização contribua para motivar os estudantes na busca de informações relevantes e importantes sobre as ciências e as tecnologias na vida moderna, com perspectiva de que possa analisá-las e avaliá-las” (BAZZO; LISINGEN; PEREIRA, 2003, p. 144).

Para desenvolver esta abordagem CTS, optamos pela utilização de filmes e documentários de entretenimento que abordam direta ou indiretamente discussões históricas, tensões e impactos (científicos, tecnológicos e na sociedade) que envolvem a história do HIV-AIDS.

A utilização de filmes, além de ser uma prática convencional e cotidiana, modifica a rotina em sala de aula, e possibilita diversificar as atividades de ensino e aprendizagem, possibilitando ao professor um enfoque nas percepções dos alunos com o que está sendo apresentado cinematograficamente (MANDARINO, 2002; ARROIO e GIORDAN, 2006).

Atividades a serem desenvolvidas:

- Leitura e discussão de notícias/reportagens;
- Leitura e discussão de artigos de pesquisa e textos de divulgação científica;
- Assistir trechos de filmes e documentários;
- Responder roteiro de perguntas;
- Aulas expositivas dialogadas;
- Construção de textos coletivos;
- Roda de conversa com profissionais da saúde;
- Construção de uma linha do tempo.
- Materiais
- Notícias sobre HIV-AIDS de diferentes décadas;



- Artigos e textos de divulgação científica atuais sobre HIV-AIDS;
- Projetor multimídia;
- Caixa de som;
- Materiais para construção de uma linha do tempo.

Avaliações e critérios de avaliação: Relacionar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema com os conteúdos apresentados pelos mesmos no desenvolvimento das atividades no decorrer das aulas.

Crítérios de avaliação:

- Entendimento do papel dos diferentes atores envolvidos neste tema;
- Compreensão dos mecanismos de ação do vírus, forma de prevenção e tratamento; Compreensão da importância do SUS.

Atividades avaliativas: discussões, roteiro de perguntas, texto coletivo, linha do tempo.



SUMÁRIO

Roteiro/Cronograma			
Aula	Objetivos específicos	Conteúdos	Atividades
01 <i>Problematização inicial</i>	A e B	Informações gerais sobre HIV-AIDS veiculadas na mídia	Ler e discutir de notícias sobre HIV em diferentes décadas.
02 e 03 - Anos 80	C	Surgimento do HIV; Isolamento do vírus; Conceito de vírus; Tensões envolvidas na patente do isolamento do vírus.	Assistir trechos do filme E a vida continua (1993) Responder questões do roteiro sobre o filme Aula expositiva dialogada sobre conceito de vírus e questões do roteiro referente ao filme.
4 - Anos 80	D	“Câncer gay” e “5H”; Desenvolvimento da AIDS (imunologia) Sintomas da AIDS;	Assistir trechos do documentário Filadélfia (1993) Aula expositiva dialogada sobre desenvolvimento e sintomas da AIDS devido à falta de tratamento e a alta mortalidade da época



SUMÁRIO

Roteiro/Cronograma			
Aula	Objetivos específicos	Conteúdos	Atividades
5 e 6 - Anos 90	E	Indústria farmacêutica e acesso à medicação Ação do fármaco para tratamento de HIV no corpo; CD4, Carga viral	Assistir trechos do filme 120 batimentos por minuto (2018); Assistir trechos do documentário Fogo nas veias (2013) Aula expositiva dialogada sobre mecanismos de ação do fármaco; Construção coletiva de um texto sobre a importância dos movimentos sociais para popularização da medicação e da nossa participação na sociedade.
7 - Anos 2000	F	Lei 9.787, de 1999 Bioequivalentes (medicamentos genéricos)	Aula expositiva dialogada sobre os desdobramentos das lutas pela gratuidade do tratamento do HIV e sobre a ação de medicamentos genéricos.
8 e 9 - Anos 2000	G e H	Funcionamento do SUS; Acesso ao SUS; Tratamento do HIV via SUS; Formas de prevenção	Roda de conversa com profissional da saúde (enfermeiros ou agentes de saúde) que atuam no SUS.
10 - "hoje"	I	Casais soro-discordantes Profilaxia pré e pós exposição (PrEP e PEP)	Leitura e discussão de artigos e textos de divulgação científica
11 e 12 - Síntese final	J	Síntese das aulas anteriores	Em grupos, construir uma linha do tempo a partir da história do HIV aprofundando conteúdos (mínimo cinco) que consideraram mais importantes

**Artigos e textos de divulgação científica que trazem debates/
informações atuais sobre o tema HIV-AIDS.**

Vulnerabilidade à infecção do HIV entre casais sorodiscordantes no Rio de Janeiro, Brasil.

<http://www.scielo.br/pdf/csp/v33n4/1678-4464-csp-33-04-e00053415.pdf>

Boletim: Sociedade Brasileira de Infectologia: A cura do HIV é um dos temas que mais está em em foco na Infectologia ultimamente. Que perspectivas reais podemos ter a respeito da cura do HIV? UNIFESP, Brasil.

<https://www.infectologia.org.br/admin/zcloud/120/2019/05/020ea2024929b8ed1f0c-164855c864779e50891eb2f1550186d312a81740ea42.pdf>

Enquanto a cura da aids não vem... Caderno de Saúde, Revista Abril, São Paulo.

<https://saude.abril.com.br/medicina/aids-cura-como-tratar/>

Boletim Epidemiológico HIV/AIDS 2018, Santa Catarina. DIVE - Diretoria de Vigilância Epidemiológica. Governo de Santa Catarina.

<http://www.dive.sc.gov.br/barrigaverde/pdf/BVAidsFINAL2019.pdf>

Bolsonaro acaba com departamento de AIDS e revolta organizações e ex-ministro da Saúde. Rede Brasil Atual. São Paulo.

<https://www.redebrasilatual.com.br/cidadania/2019/05/bolsonaro-departamento-aids-revolta-organizacoes/>

Novas pesquisas apontam para anticorpo universal contra HIV. Site UOL.

<https://noticias.uol.com.br/saude/ultimas-noticias/reuters/2018/06/15/novas-pesquisas-apontam-para-anticorpo-universal-para-hiv.htm>

Paciente passa por transplante de medula e pode estar livre do HIV, afirmam cientistas. Folha de São Paulo.

<https://www1.folha.uol.com.br/equilibrioesaude/2019/03/paciente-passa-por-transplante-de-medula-e-pode-estar-livre-do-hiv-relatam-cientistas.shtml>



3

Clayton Barbosa Ferreira Filho

Larissa Zancan Rodrigues

ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS NO ENSINO FUNDAMENTAL:

o caso da cava
subaquática de Cubatão

CONVERSANDO COM O PROFESSOR

Cotidianamente, vivenciamos e recebemos notícias sobre eventos socioambientais cada vez mais extremos. Queimadas e ondas de calor têm se tornado mais intensas, furacões e tornados passaram a ocorrer em locais que antes considerávamos impossíveis, enchentes e inundações têm deixado cidades completamente submersas. A sensação que temos é a de que a relação entre ambiente e sociedade está à beira de um colapso.

O maior desastre ambiental na área de mineração do mundo aconteceu no Brasil, em Mariana, cidade de Minas Gerais, em 05/11/2015. Nesse dia, ocorreu o rompimento da barragem de “Fundão”, causando uma enxurrada de lama tóxica por toda a bacia hidrográfica do Rio Doce, que se estendeu até o litoral capixaba, ceifando e comprometendo toda a vida na região. Hoje, contabilizam-se 19 mortos nesse crime causado pela negligência da empresa Samarco, controlada pela Vale/SA em sociedade com a multinacional BHP Billiton. Pouco mais de três anos após esse incidente, o mesmo se repetiu com outra barragem da Vale/SA, dessa vez em Brumadinho/MG, deixando 228 pessoas mortas.

A partir do breve panorama aqui traçado, é importante nos questionarmos: Por que ainda investimos em modelos de produção e de desenvolvimento econômico que comprometem de forma direta as condições de vida de nossa geração e das futuras?

Nesse sentido, apresentamos, neste capítulo, uma proposta de Sequência Didática (SD) que objetiva estudar um caso de ação humana que gera impacto ambiental direto: o da construção e uso da cava subaquática existente na cidade de Cubatão/SP. A fim de trazer para sala de aula o debate sobre questões relacionadas às relações do ser humano com o meio ambiente, propomos atividades da SD sob



a ótica da Educação Ambiental (EA) crítica e dos Estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

TECENDO ELEMENTOS PARA A DEFESA DE UMA EDUCAÇÃO CRÍTICA: ARTICULAÇÕES ENTRE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ESTUDOS CTS

Nesta seção, faremos um breve panorama acerca de algumas correntes de EA e das discussões pautadas no âmbito dos Estudos CTS. É importante destacar que, embora tais abordagens tenham diferenças em seus fundamentos e perspectivas, essas se aproximam ao buscar uma formação crítica dos estudantes e, por isso, as articulamos neste texto.

Sauvé (2005) identifica quinze correntes que podem ser atribuídas à EA. Entretanto consideramos relevante identificar apenas três delas neste texto: a naturalista, a conservacionista e a crítica.

A corrente *naturalista* é antiga, sendo centrada na proposição de atividades que proporcionam uma ligação concreta entre o ser humano e a natureza. Nesse sentido, desenvolvem-se atividades educativas como as de andar descalço para que se sinta a terra com os pés, plantar mudas, tocar em árvores, sentir aromas.

A corrente *conservacionista*, dada a preocupação com a destruição do meio ambiente, procura construir uma nova sensibilidade humana em relação à natureza. Essa corrente concebe o meio ambiente como um recurso que deve ser preservado, havendo um “enfoque ecológico” na relação ser humano-natureza no momento em que se procura desenvolver ações que geram boa gestão ambiental.



Diante disso, é possível localizar atividades como as de Reduzir, Reutilizar e Reciclar (3R's).

Para Gonzalez-Gaudio, e Lorenzetti (2009) a EA conservacionista, geralmente, se mantém no plano da denúncia, sem, necessariamente, haver a proposição de atividades que de fato possibilitem o estabelecimento de uma relação mais profunda entre ser humano-meio ambiente, entre a teoria e prática. Ela serviria, assim, como uma espécie de “redução de danos”.

Entretanto, a EA crítica vai além de uma leitura apenas biológica de um dado fenômeno, ela busca entender as complexas inter-relações e conflitos sociais e políticos que envolvem a sociedade e natureza. Assim, a EA crítica trabalha com uma abordagem global de meio ambiente, de forma a questionar quais as causas dos problemas ambientais existentes, quais as relações que temos com tais problemas, sendo possível, reconhecer que atitudes e interações têm relação direta e indireta com aquilo que tem ocorrido conosco e ao nosso redor.

Especificamente sobre os Estudos CTS (também chamado de Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia), eles surgiram no final dos anos 1960, no campo acadêmico e educativo, como crítica a uma imagem essencialista de Ciência e de Tecnologia, sendo, hoje, um campo heterogêneo, mas consolidado, de caráter interdisciplinar:

A concepção clássica das relações entre ciência e tecnologia com a sociedade é uma concepção essencialista e triunfalista que pode resumir-se em uma simples equação, o chamado “modelo linear de desenvolvimento”: + ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem estar social (PALACIOS et al., 2003, p. 120, grifos nossos).

Apesar de existir um otimismo inicial a partir dos progressos que a Ciência e a Tecnologia prometiam gerar, esses começaram a ser questionados a partir dos desdobramentos ocorridos durante o



Pós-segunda Guerra, quando se tomou conhecimento, por exemplo, de desastres ambientais decorrentes das indústrias petroquímica, de mineração, nuclear, e do consumo desenfreado, que colocaram em evidência as críticas à visão essencialista da Ciência e Tecnologia. Por isso, paulatinamente vem se buscando a ampliação dos mecanismos de participação pública em decisões acerca das políticas de Ciência e Tecnologia, com o intuito de resolução desses determinismos e anomalias (DAGNINO, 2008; 2014). Nesse contexto, é importante que cada um de nós perceba que estamos cercados por questões ligadas a esse campo e, infelizmente:

Somente uma pequena porção da humanidade pode usufruir de seus serviços e inovações. Podemos nos perguntar de que modo coisas como aviões supersônicos, cibernética, televisão de alta definição, ou fertilização in vitro, vão nos ajudar a resolver grandes problemas sociais que a humanidade tem estabelecido: comida fácil de produzir, casas baratas, atendimento médico e educação acessível (PALACIOS *et al.*, 2003, p. 141).

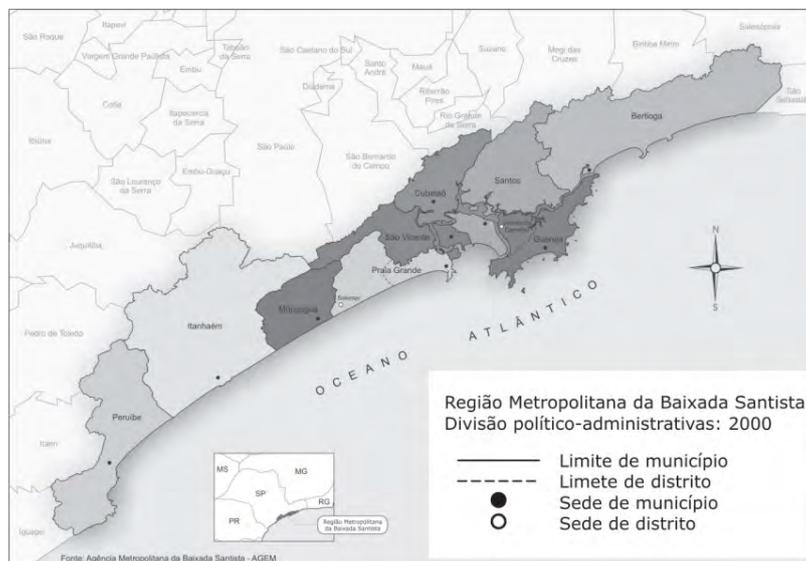
Além disso, muitas pessoas e empresas procuram tirar vantagens de ideias como a de sustentabilidade para realizar práticas de *greenwashing*⁶ ou para fazer falsos apelos à onda verde para sejam mantidos os seus privilégios econômicos. É, por isso, que a EA crítica e CTS se encontram do nosso ponto de vista, já que ambas são imprescindíveis para a orientação de atividades desenvolvidas nos espaços escolares, que, diante dos processos de massificação da educação, são os principais responsáveis pela formação dos cidadãos de nosso país.

- 6 Também chamado de "banho verde", implica no uso inapropriado de virtudes ambientalistas por parte de diversas organizações ou pessoas, mediante o uso de técnicas de *marketing* e relações públicas a fim de que se crie uma imagem positiva para o público sobre o grau de responsabilidade ambiental dessas, ocultando ou desviando a atenção de impactos ambientais negativos por elas gerados. Assim, o *greenwashing*, além de não trazer benefícios ambientais, gera desconfiança nos consumidores, afastando-os dos produtos que podem ser, de fato, ambientalmente mais adequados.

OBJETIVOS

Cubatão é uma cidade do litoral paulista que sedia um dos polos industriais petroquímicos mais importantes do Brasil, produzindo principalmente matéria-prima para o refino de petróleo, aço e fertilizantes agrícolas. Na década de 1980, a cidade de Cubatão ganhou as capas de revistas e jornais de todo o mundo, pois seus inúmeros desastres ambientais começaram a vir à tona depois de anos de silenciamento durante a ditadura militar brasileira. Foi nesse período que foi chamada de “Vale da Morte” e classificada pela ONU, como “a cidade mais poluída do mundo” (FERREIRA FILHO, 2015).

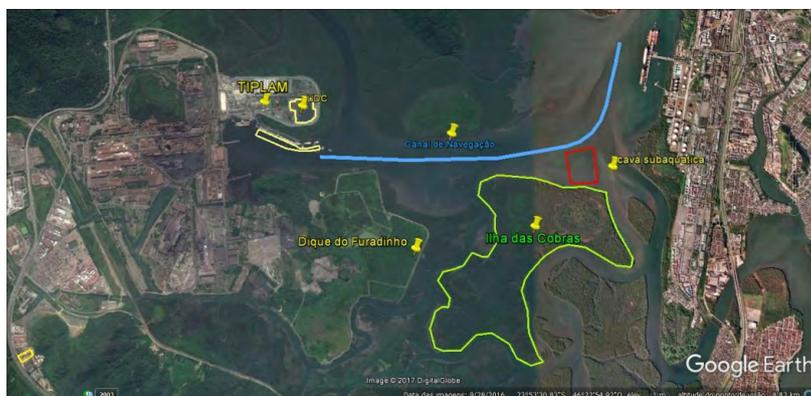
Figura 1 - Localização de Cubatão



Fonte: Zündt, 2006.

A Empresa Vale/SA tem como empresa subsidiária no ramo de transportes em Cubatão a Valor Logística Integrada (VLI), que é responsável, junto com ao Usiminas⁷ por uma cava subaquática. A cava é uma cratera de 400 metros de diâmetro e 25 metros de profundidade, que foi aberta no manguezal no lado cubatense do Canal Piaçaguera. A cava foi construída, pois, periodicamente, o Porto de Santos passa por dragagem, a fim de se ampliar o canal de navegação e permitir que os navios cada vez maiores transportem mercadorias.

Figura 2 - Localização da cava subaquática de Cubatão.



Fonte: Movimento contra a cava subaquática⁸.

Em seu site⁹, o Movimento Contra a Cava Subaquática de Cubatão, aponta que a presença da cava causa contaminação do estuário pelo processo de dragagem e deposição dos poluentes no buraco, o que afeta os rios, mangue, e, por extensão, a pesca artesanal e o turismo, pois há a dispersão de poluentes até as praias pelo movimento das marés. Além disso, o Movimento alega que a cava impede a construção

7 Fundada na década de 1960 como Companhia Siderúrgica Paulista (COSIPA), a usina em questão foi privatizada na década de 1990, desde então englobando o Grupo Usiminas (Usinas Siderúrgicas Minas Gerais).

8 Disponível em: <https://contracava.confianti.com.br/wp-content/uploads/2018/04/Localiza%C3%A7%C3%A3o-CAVA.pdf>.

9 Disponível em: <https://contracava.confianti.com.br/>.

de um novo terminal em Cubatão (onde os resíduos receberiam o tratamento correto), que há dificuldade de monitoramento ambiental da área pelos cidadãos, prefeituras e órgão ambientais, e que vem ocorrendo uma maior incidência de doenças respiratórias, cardiovasculares, neurológicas, gastrointestinais e até câncer nos moradores da região. Diante da gravidade do caso da cava e da importância de um ensino baseado em princípios da EA crítica de dos Estudos CTS, propomos uma SD que objetiva analisar os impactos socioambientais da construção da cava subaquática existente na cidade de Cubatão.

PÚBLICO-ALVO

Esta SD é voltada para o ensino de Ciências do 6º ano do Ensino Fundamental e poderá ser usada como ponto de partida para o estudo de outras situações semelhantes em nível local e nacional.

ROTEIRO DE AULAS PROPOSTAS

A SD aqui proposta está organizada em cinco blocos, conforme indicado no quadro abaixo:

Quadro 1 - Síntese da estrutura da SD

Bloco	Assunto	Atividades	Nº aulas
1	Localização da cava	Usar mapas para a identificação de alguns elementos que possibilitem a identificação das complexas inter-relações e conflitos sociais e políticos que envolvem a sociedade e natureza no caso específico da cava.	04

Bloco	Assunto	Atividades	Nº aulas
2	Sobre a cava	Visualizar vídeos e ler reportagens sobre a cava.	02
3	Histórico da cava	Construir uma linha do tempo da cava, tomando como marco alguns marcos temporais específicos.	02
4	Consequências	Discutir o conceito de impacto ambiental a partir do que é previsto na Política Nacional de Meio Ambiente; Identificar os indicadores de impacto ambiental no caso da cava (como o efeito na região, tempo do efeito, reversibilidade).	04
5	Fechamento	Identificar e propor estudo de outra situação, ligada ao contexto dos estudantes, pensando impactos ambientais.	01
TOTAL			11

Fonte: elaboração dos autores (2019).

Em relação à organização geral das atividades da SD, essas foram organizadas de acordo com a ideia dos três momentos pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002), a saber: problematização inicial (bloco 1), organização do conhecimento (bloco 2, 3, 4) e aplicação do conhecimento (bloco 5).

Em linhas gerais, pode-se dizer que na problematização inicial apresentam-se questões ou situações reais que são conhecidas e que estão envolvidas nos temas que os estudantes são desafiados a responder, a fim de que se exponha o que se pensa até aquele momento sobre o assunto em questão. Busca-se, na problematização inicial, estabelecer um distanciamento crítico do estudante ao fazer com que ele se defronte com as interpretações das situações propostas para discussão, fazendo com que ele sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos, que ainda não detém, para a abordagem do problema. No momento de organização do conhecimento, os

conhecimentos de Ciências necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial, sob a orientação do professor, são estudados. Por fim, na aplicação do conhecimento aborda-se sistematicamente o conhecimento incorporado pelo estudante, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento.

Ainda, é importante destacar que cada uma das atividades está proposta para ser orientada de modo que a pesquisa seja seu princípio orientador. Para Demo (2006), a pesquisa pode significar condição de consciência crítica, sendo um componente necessário de toda proposta emancipatória e, por isso “se a pesquisa é a razão do ensino, vale o reverso, o ensino é a razão da pesquisa (...) a ausência da pesquisa degrada o ensino a patamares típicos de reprodução imitativa” (DEMO, 2006, p. 50).

Pesquisa como princípio científico e educativo faz parte de todo processo emancipatório, no qual se constrói o sujeito histórico autossuficiente, crítico e autocrítico, participante e capaz de reagir contra a situação de objeto e de não cultivar o outro como objeto. Pesquisa como diálogo é processo cotidiano integrante do ritmo de vida, produto e motivo de interesses sociais em confronto, base da aprendizagem que não se restrinja a mera reprodução; Na aceção mais simples, pode significar conhecer, saber, informar-se para sobreviver, para enfrentar a vida de modo consciente (DEMO, 2006. p. 42-43).

Em relação às aprendizagens que se espera construir a partir do desenvolvimento da SD, utilizamos como referência alguns parâmetros e orientações presentes em documentos curriculares oficiais, entre eles os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e Matriz curricular da rede municipal de ensino de Florianópolis. Abaixo, apresentamos um quadro que relaciona as capacidades e objetivos relacionados ao Ensino de Ciências que tais documentos preconizam e que tem relação com a SD aqui proposta.



SUMÁRIO

Quadro 2 - Objetivos presentes em documentos oficiais que podem ser relacionados com a SQ proposta.

<p><i>PCN Ciências Ensino Fundamental</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compreender a natureza como um todo dinâmico e o ser humano, em sociedade, como agente de transformações do mundo em que vive, em relação essencial com os demais seres vivos e outros componentes do ambiente; 2. Compreender a Ciência como um processo de produção de conhecimento e uma atividade humana, histórica, associada a aspectos de ordem social, econômica, política e cultural; 3. Identificar relações entre conhecimento científico, produção de tecnologia e condições de vida, no mundo de hoje e em sua evolução histórica, e compreender a tecnologia como meio para suprir necessidades humanas, sabendo elaborar juízo sobre riscos e benefícios das práticas científico-tecnológicas;
	<ol style="list-style-type: none"> 4. Formular questões, diagnosticar e propor soluções para problemas reais a partir de elementos das Ciências Naturais, colocando em prática conceitos, procedimentos e atitudes desenvolvidos no aprendizado escolar; 5. Saber combinar leituras, observações, experimentações e registros para coleta, comparação entre explicações, organização, comunicação e discussão de fatos e informações; 6. Valorizar o trabalho em grupo, sendo capaz de ação crítica e cooperativa para a construção coletiva do conhecimento.



Matriz curricular da rede municipal de ensino de Florianópolis Ciências - Ensino Fundamental

- Ambiente e sustentabilidade - Compreender os fundamentos da ecologia e sua importância para manutenção da vida de forma sustentável no Planeta Terra; Caracterizar os diferentes ecossistemas, reconhecendo seus componentes, a interdependência entre eles e sua importância na continuidade da vida e da biodiversidade no Planeta;
- Planeta Terra e universo - Associar ações antrópicas no ambiente e suas principais implicações, considerando aspectos sociais, econômicos e tecnológicos necessários para a conservação ambiental;
- Matéria, Substâncias e Processos - Conhecer as características físicas e químicas que permitem diferenciar os materiais estabelecendo relações entre suas propriedades, estruturas, suas transformações, disponibilidade no ambiente, sua utilização e valorização, para compreensão da estrutura físico-química do Universo.

Fonte: elaboração dos autores (2019).

Destacamos que utilizamos tais documentos, assim como as repetitivas capacidades e objetivos descritos, uma vez que esses não se encontram relacionados, da maneira aqui colocada, à chamada “formação por competências”. A ênfase curricular de uma formação por competências resgata alguns princípios como os de valorização da empiria e do teste, fortemente defendidos por correntes epistemológicas positivistas, já que o processo de construção de conhecimento pelo indivíduo não é visto como sendo um esforço social e historicamente condicionado para a construção e transformação da realidade, mas como um conhecimento essencialmente experiencial, pragmático, já que se uma competência não está ligada a um “saber-fazer” ela perde sentido (ARAUJO, 2004).

Especificamente com esta SD, espera-se que se alcance das aprendizagens destacadas a seguir, as quais estão relacionadas, também, no mapa de ideias exposto abaixo:



SUMÁRIO

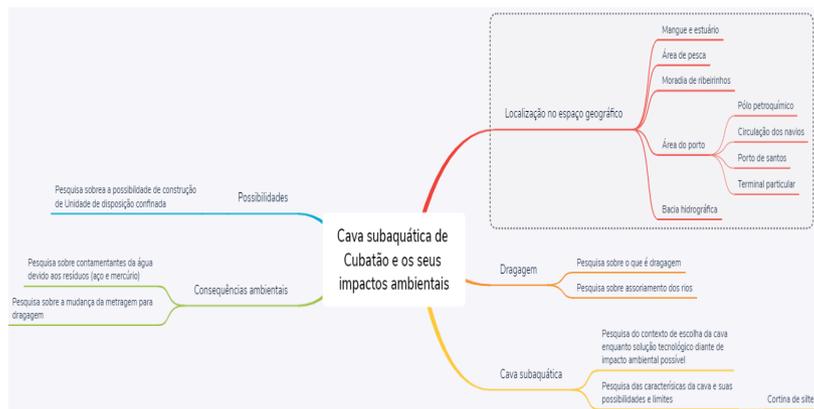
Quadro 3 – Aprendizagens esperadas a partir do desenvolvimento da SQ proposta.

<i>Aprendizagens conceituais</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ecologia: estudo das relações entre os seres vivos e entre o ambiente, • Comunidade, população e espécie biológica (fatores bióticos), os quais apresentam habitat e nichos, • Fatores abióticos (elementos de natureza física e química que compõe o ambiente), • Ecossistema (conjunto de fatores bióticos e abióticos), • Biosfera (conjunto de ecossistemas do planeta terra),
	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento sustentável (crescimento econômico necessário, garantindo a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento social para o presente e gerações futuras), • Impacto ambiental (mudança no meio ambiente causada pela atividade do ser humano).
<i>Aprendizagens procedimentais</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura de mapas, • Elaboração de sínteses de informações a partir de textos disponíveis, • Combinação de leituras e registros de coleta, comparação entre explicações para a organização, comunicação e discussão de fatos e informações sobre a cava subaquática. • Formulação de diagnóstico e proposição de soluções para o problema do impacto ambiental relacionado à construção da cava subaquática.
<i>Aprendizagens atitudinais</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ação crítica e cooperativa para a construção coletiva do conhecimento por meio do trabalho nos grupos de pesquisa formados.

Fonte: elaboração dos autores (2019).



Figura 3 - Mapa das ideias mobilizadas pela SQ proposta.



Fonte: elaboração dos autores (2019).

Por fim, destacamos que é fundamental para o ensino-aprendizagem que a formação promova a cidadania e a participação ativa nos processos sociais para todos os sujeitos envolvidos no processo educativo, o que vai ao encontro do preconizado pela abordagem da EA crítica e dos Estudos CTS. Nesse sentido, a avaliação é inerente a esses aspectos, sendo diagnóstica e contínua, para que se tenha informações sobre a (re)elaboração dos conhecimentos pelos estudantes e se análise as dificuldades que estão enfrentando para avançar em sua aprendizagem e desenvolvimento (FLORIANÓPOLIS, 2016). Frente a isso, recomenda-se a avaliação de todas as produções textuais elaboradas pelos estudantes durante o processo de desenvolvimento da SD.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, R. M. de L. As referências da pedagogia das competências. *Perspectiva*, v. 22, n. 02, p. 497-524, jul./dez. 2004.

DAGNINO, R. P. *Neutralidade da ciência e determinismo tecnológico: um debate sobre a tecnociência*. Campinas: Editora da Unicamp, 2008.

DAGNINO, R. P. A anomalia da política científica e tecnológica. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*. RBCS, v.29, n. 86, p. 45-55. 2014.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002.

DEMO, P. *Pesquisa: princípio científico e educativo*. São Paulo: Cortez, 2006.

FERREIRA FILHO, C. B. *A (toxi)cidade de Cubatão: História Ambiental, desastres tecnológicos, e a construção do imaginário ambiental da cidade tóxica na década de 1980*. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em História. Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, PR, 2015.

FLORIANÓPOLIS. *Proposta curricular da Rede Municipal de Ensino de Florianópolis*. Disponível em: http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/23_06_2017_11.13.21.b097b0d2d26af5819c89e809f8f527a2.pdf. Acesso em: 05. set. 2019.

GONZÁLEZ-GAUDIANO, E.; LORENZETTI, L. Investigação em educação ambiental na América Latina: mapeando tendências. *Educação em revista*, v. 25, n. 3, p. 191-211, 2009.

PALACIOS, E. M. G et al. *Introdução aos estudos CTS (Ciência, tecnologia e sociedade)*. 2003. Disponível: https://www.oei.es/historico/salactsi/Livro_CTS_OEI.pdf. Acesso em: 10. jul. 2019.

SAUVÉ, L. Uma cartografia das correntes em Educação Ambiental. In: SATO, M.; CARVALHO, I. C. M. (Org). *Educação Ambiental - pesquisas e desafios*. Porto Alegre: Artmed, 2005.

TORRES, J. R. *Educação ambiental crítico-transformadora e abordagem temática Freireana*. Tese (doutorado). Florianópolis, SC, 2010.

ZÜNDT, C. Baixada Santista: uso, expansão e ocupação do solo, estruturação de rede urbana regional e metropolização. In: CUNHA, J. M. P. (Org.). *Novas metrópoles paulistas: população, vulnerabilidade e segregação*. Campinas, SP: Nepe/Unicamp, 2006.



ANEXOS

Assunto: A cava subaquática de Cubatão e seus impactos ambientais.

Disciplina escolar: Ciências.

Etapa de escolaridade: Ensino Fundamental/Anos Finais.

Série/ano: 6º ano.

BLOCO 1 - LOCALIZAÇÃO DA CAVA

Atividade Didática baseada em Leitura de mapas.

Nº de aulas: 02

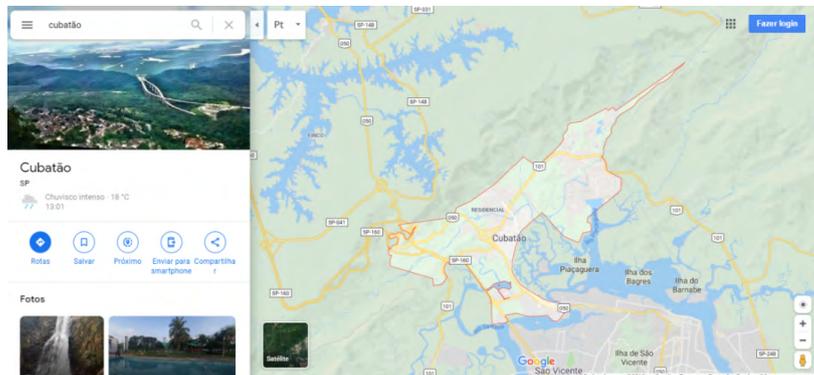
Orientações para o professor

- Solicitar que os estudantes façam um desenho que represente o que eles consideram como sendo o “meio ambiente”, a fim de que as ideias prévias dos estudantes, a respeito da relação ser humano-natureza, sejam identificadas. Após a elaboração do desenho, esse deve ser apresentado rapidamente para a turma.
- Organizar os estudantes em grupos de 2 ou 3 integrantes para realização de atividade na sala informatizada.
- Fazer alguns questionamentos aos estudantes:
 - Como as pessoas, na avaliação de vocês, se relacionam com o meio ambiente?
 - Isso ocorre de forma positiva ou negativa?
 - Que exemplos vocês têm disso em situações cotidianas?
 - Que região de nosso país vocês consideram que tem maior interferência do homem no meio ambiente?
 - Vocês já ouviram falar da cidade de Cubatão?
- Na sala informatizada abrir, em cada computador, assim como na projeção utilizada pelo professor o site do Google maps <<https://www.google.com.br/maps>>.
- Apresentar orientações gerais sobre o uso do site para os estudantes.



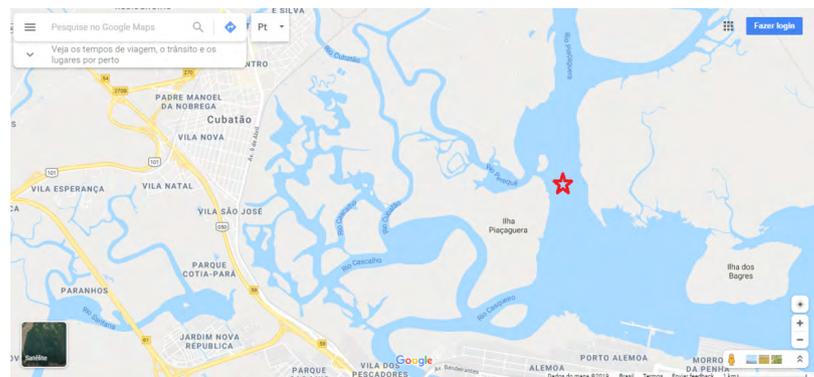
- Em seguida, digitar no campo de pesquisa a palavra “Cubatão”.

Figura 4 - Mapa da cidade de Cubatão.



Fonte: Google maps.

Figura 5 - Mapa da cidade de Cubatão.



Fonte: Google maps.

- Localizar, no mapa, os seguintes elementos, explicitando os conceitos necessários para identificação desses:
 - Cava;
 - Ecossistemas (bacia hidrográfica, mangue e estuário);
 - Comunidade (vila dos pescadores e área de pesca);



- Área do porto (polo petroquímico, área de circulação de navios, porto de Santos, terminal particular).
- Pode-se usar, como material de apoio, o mapa disponível em: <<https://contracava.confianti.com.br/wp-content/uploads/2018/04/Localiza%C3%A7%C3%A3o-CAVA.pdf>>
- Salvar, em pasta individual no computador, o trabalho realizado, para posteriormente realizar a impressão e as produções serem expostas em diferentes locais na escola.

BLOCO 2 - SOBRE A CAVA

Atividade baseada em visualização de vídeos

Nº de aulas: 02

Orientações para o professor:

- Organizar os estudantes em grupos de 2 ou 3 integrantes para realização de atividade na sala informatizada.
- Na sala informatizada abrir, em cada computador, os seguintes links:
- https://tvcultura.com.br/videos/67238_a-cava-subaquatica-de-cubatao.html
- <https://www.youtube.com/watch?v=Rze5aXClyKI>
- Solicitar que os estudantes preencham a seguinte ficha, de modo a coletar informações nas fontes disponíveis:

Título do vídeo:	
Fonte:	
Data de acesso:	
Link disponível:	



SUMÁRIO

Pergunta a serem respondidas:	O que é a cava? E o que ela faz?	
	Qual o seu tamanho?	
	Quem a fez?	
	Do que é feita?	
	Quem é responsável por ela?	
	Existem outras?	
	Quais os efeitos da cava para as pessoas?	
	Quais os efeitos da cava para a vida marinha?	
	Quais são os elementos contaminantes derivados da cava?	
Outras informações importantes: (Identificar trechos de depoimentos de pessoas presentes nos vídeos, por exemplo)		

BLOCO 3 - HISTÓRICO DA CAVA

Atividade baseada em leitura de textos

Nº de aulas: 02

Orientações para o professor:

- Organizar os estudantes em grupos de 2 ou 3 integrantes para realização de atividade na sala informatizada.
- Iniciar a aula comentando os resultados da pesquisa feita na aula anterior, especificando, sobretudo, o conceito de dragagem e o que é uma Unidade de Disposição Confinada (UDC).

- Entregar a seguinte reportagem em formato impresso para os estudantes:
 - Disponível em: <<https://apublica.org/2019/04/crateira-de-empresa-da-vale-debaixo-do-mar-gera-conflito-com-pescadores-em-santos/>>
- Organizar os estudantes em grupos de 2 ou 3 integrantes para leitura de uma reportagem utilizando a seguinte ficha de leitura, solicitando que destaquem informações sobre a contaminação derivada da cava subaquática, assim como do processo de licenciamento da obra.
- Nesse momento, é importante explicar aos estudantes como ocorre o processo de licenciamento ambiental de uma obra:

Tipo de material:	
Assunto/tema:	
Resumo:	
Citações (identifique as páginas):	

- Após a leitura do texto, os estudantes devem construir uma linha temporal com os principais eventos/acontecimentos que marcaram a construção e a utilização da cava subaquática até os dias de hoje. A linha temporal deve ser feita em um painel, que será exposto nos espaços da escola.

BLOCO 4 - CONSEQUÊNCIAS

Atividade baseada em leitura de textos

Nº de aulas: 04

Orientações para o professor:

- Fazer uma breve exposição sobre o que é uma lei, como ocorre a aprovação de uma lei, assim como quais são os mecanismos usados para a fiscalização dessa.
- Fazer uma breve apresentação sobre a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA).



SUMÁRIO

- Organizar os estudantes em grupos de 2 ou 3 estudantes para identificar no texto da PNMA o conceito de impacto ambiental e de desenvolvimento sustentável.
- A PNMA na íntegra está disponível no link: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm
- Utilizar o modelo de ficha de leitura apresentado no bloco 3.
- Pensando nos materiais até então coletados, identificar os indicadores de impacto ambiental no caso específico da cava subaquática (que efeitos tem na região, o tempo desses e sua potencial reversibilidade).

BLOCO 5 - FECHAMENTO

Nº de aulas: 04

Orientações para o professor:

- Iniciar a aula pedindo para que os estudantes falem sobre as suas impressões acerca do processo do estudo da situação identificada.
- Fazer uma breve exposição sobre cada um dos conceitos mobilizados ao longo das aulas, a saber: Ecologia, fatores bióticos, fatores abióticos, ecossistema, biosfera, desenvolvimento sustentável, impacto ambiental.
- Propor que os estudantes elaborem a partir um mapa das ideias construídas, relacionando os conceitos explicitados.
- Propor que os estudantes escrevam um pequeno relatório sobre a situação de estudo, que será encaminhado para o “Movimento contra a cava subaquática”, a partir do site do movimento (<https://contracava.confiant.com.br/>). O relatório deve apresentar os seguintes elementos: apresentação da problemática, desenvolvimento, conclusões, encaminhamentos possíveis.
- Pedir que os estudantes respondam por escrito as seguintes questões:
 - Como você impacta o meio ambiente a partir das ações que você tem diariamente?



SUMÁRIO

- É possível que alguma ação humana não cause impacto ambiental? Quais são os elementos que usamos como referência para analisar o impacto ambiental de alguma situação?
- À medida que vamos desenvolvendo mais conhecimentos científicos e tecnologias nossa qualidade de vida melhora na mesma medida? Qual a relação entre impacto ambiental e desenvolvimento?
- No que consiste o conceito de desenvolvimento sustentável? É possível que ele seja atendido?
- É importante que passemos a reduzir os nossos impactos ao meio ambiente? Como podemos minimizar o impacto ambiental que causamos?
- Explicar para os estudantes o que é uma moção de apoio e propor a assinatura de uma relacionada à situação de estudo realizada (disponível em: <<http://contracava.confiant.com.br/wp-content/uploads/2018/04/Declara%C3%A7%C3%A3o-de-Apoio-Movimento-Contra-a-Cava-Subaqu%C3%A1tica.docx>>)
- Identificar, junto com os estudantes outra situação para estudo, pensando possíveis intervenções humanas que interferem no meio ambiente da localidade em específico.



SUMÁRIO

4

Érica Dayane Souza Dias

Talles Viana Demos

AQUECIMENTO GLOBAL:
tensões entre consensos
científicos e controvérsias
científicas (fabricadas)

POR QUE ESTUDARMOS O AQUECIMENTO GLOBAL? QUAL A IMPORTÂNCIA DE IDENTIFICARMOS CONTROVÉRSIAS CIENTÍFICAS FABRICADAS?

Recentemente, a Organização das Nações Unidas (ONU) lançou a Agenda 2030, que especifica 17 objetivos para o desenvolvimento sustentável, entre os quais, está o combate às mudanças climáticas e, no centro disso, está o estudo e entendimento da temática do aquecimento global.

Além da agenda, percebe-se uma aproximação da palavra sustentabilidade, e suas derivações, na sociedade contemporânea por meio de produtos e *slogans* de campanhas de *marketing*, por exemplo. Mesmo que existam críticas contundentes à utilização do termo para vieses econômicos - inclusive para a lógica de desenvolvimento sustentável (CAVALCANTI, 2002; 2012) - a atenção voltada para os efeitos gerados pela ação humana dentro do ambiente em que vive/pertence é notória. Tanto é que se pode perceber a instauração de um senso comum acerca desse termo. Uma rápida consulta ao *Google* imagens permite vislumbrar elementos basilares da visão de senso comum para a sustentabilidade: utilização demasiada da cor verde e do planeta Terra, reciclagem de resíduos e tomadas de ações individuais para um problema global.

Nesse sentido, devido ao fato que essas questões influenciam o cotidiano da sociedade e estão inseridas na mesma, diversos educadores e educadoras ambientais ressaltam que, na formação dos futuros cidadãos, se leve em conta que estes necessitam de habilidades e conhecimentos que sejam imprescindíveis para a compreensão das mudanças climáticas e que procedam de maneira ambientalmente responsável (IALEI, 2009).



Para fins de esclarecimento, dado a gigantesca carga teórica, dados e informações com que a sustentabilidade contempla, neste trabalho será dado ênfase a um fenômeno que está inserido na temática de mudanças climáticas: o aquecimento global; que por sua vez converge à ideia de sustentabilidade.

Porém, ainda que o aquecimento global seja um fenômeno amplamente discutido nos principais meios de comunicação de nosso país e do mundo, muito do que circula sobre esse assunto acaba sendo baseado em opiniões pessoais e crenças, servindo de desinformação, assim como apontam Junges *et al.* (2018):

Compreendemos que a esse respeito ainda circulam muitos “fatos alternativos” e desinformações na internet e nos meios de comunicação. É comum depararmos com alegações como: o planeta não está aquecendo, mas resfriando, que estamos num ciclo natural, que as emissões de dióxido de carbono não são um problema, ou até mesmo que o efeito estufa não existe (JUNGES *et al.*, 2018, p. 127).

Apesar do atual consenso científico de que as emissões de gases estufa pela atividade humana contemporânea influenciam no agravamento do efeito estufa, ainda há aspectos controversos relacionados ao debate em torno do aquecimento global. Para compreender melhor esses aspectos, Kitcher (2010) faz a separação entre três questões: A primeira delas diz respeito, a saber, se as atividades antropocêntricas pós-revolução Industrial século XVIII - aqui se tratando daquelas ações que especificamente contribuem para aumentar a emissão de gases de efeito estufa - estão contribuindo para um aquecimento médio significativo da Terra; A segunda questão diz respeito à probabilidade e previsibilidade de ocorrência de mudanças no clima a longo prazo ocorrerem e quais seriam suas consequências para os seres humanos e outras espécies; E, a terceira questão se refere a considerações sobre o que pode ser feito para deter ou mesmo reverter o aquecimento e limitar as consequências prejudiciais.



Apesar da corrente de negacionistas¹⁰ e da polêmica sobre a suspeita de manipulação de alguns dados de relatórios, não há mais argumentos científicos que neguem que um dos agentes dessas mudanças é o próprio ser humano. E ainda que inúmeros artigos tratem do aquecimento global antropogênico como uma controvérsia científica, estudos recentes do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC)¹¹ (datados no início deste século e fruto do trabalho coletivo de vários cientistas em várias partes do mundo) confirmam que a causa do aquecimento global é antropogênica e é considerada consenso na comunidade científica.

Antes de retomar as discussões sobre aquecimento global, cabe, neste momento, um esclarecimento acerca dos termos controvérsia científica, consenso científico e controvérsia científica fabricada. Para tal esclarecimento foi utilizado Junges e Massoni (2018).

Uma controvérsia científica, apesar de parecer, num primeiro momento, algo pejorativo para o conhecimento científico, é fundamental para o desenrolar do mesmo. Trata-se de uma situação normal no âmbito da circulação deste, visto que a ciência atualmente não se caracteriza como um conjunto de conhecimentos infalíveis. A controvérsia científica é algo natural e necessário para a refutação e formulação de novas teorias, modelos e conceitos, bem como das teorias, modelos e conceitos já estabelecidos como verdades. Nesse sentido, para o conhecimento científico, as verdades não são fixas, pois estão sempre suscetíveis a falseabilidade.

E, por fim, uma das características que provavelmente seja a mais importante para o entendimento de uma controvérsia científi-

¹⁰ A partir de Junges *et al* (2018), negacionistas podem ser considerados indivíduos que negam constatações e fatos dos quais não gostam ou não lhes servem de interesse, geralmente utilizando de controvérsias científicas fabricadas (ver mais adiante). Diferente dos céticos, que são indivíduos, dos quais possuem dúvidas contundentes e estimulam discussões e debates utilizando a linguagem científica, sempre abertos à mudança de pensamento.

¹¹ Endereço eletrônico: <http://www.ipcc.ch/>"<http://www.ipcc.ch>

ca: em uma situação controversa, os(as) cientistas e a comunidade em si estão sempre abertos à mudança de pensamento e argumentos quando lhes são demonstrados cientificamente, por meio de dados e provas científicas.

Na comunidade científica, após incessantes debates acerca de uma situação controversa (por exemplo, a causa do aquecimento global ser antropogênica ou não e que levou 100 anos, aproximadamente), chega-se a um consenso científico. Tal consenso não significa que ele foi estabelecido porque 100% da comunidade científica acataram, mas sim é estabelecido como consenso após longos debates e por uma parte significativa dos especialistas que o investigam. Mesmo assim, qualquer argumento que possa vir a colocar em xeque tal consenso é analisado/discutido e pode reforçar o consenso existente ou fragilizá-lo e, ao longo do tempo, com mais discussões, ser desconsiderado ou revisto.

Já uma controvérsia científica fabricada, trata-se da utilização de uma parcela de dados e informações científicas (geralmente obsoletas) por um grupo limitado de pessoas para forjar uma falsa verdade em detrimento de interesse próprio ou coletivo, assim como a abertura a uma mudança de pensamento é quase inexistente.

Geralmente, controvérsias científicas fabricadas são utilizadas para ganhar tempo em algumas atividades humanas. Como exemplo histórico, a indústria de tabaco financiar algumas pesquisas para criar uma controvérsia de que o cigarro não causa câncer. Ou a indústria de agrotóxicos nas pesquisas que investigam os malefícios à saúde causados pelo consumo desses produtos. Ou ainda, a indústria do petróleo incentivar a teoria do resfriamento global para ofuscar o aquecimento global antropogênico. Geralmente, os indivíduos e organizações que fabricam essas controvérsias utilizam a mídia como meio para expor suas ideias e, com isso, conseguem causar um falso entendimento de que há divisão na comunidade científica (JUNGES; MASSONI, 2018).



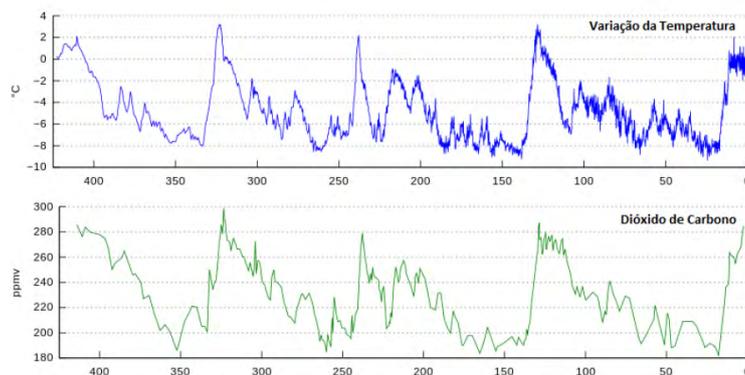
Em específico, para o caso do aquecimento global, uma controvérsia científica fabricada - que procura inibir ou retardar a percepção do senso comum para o consenso científico sobre a causa do aquecimento global ser decorrente da emissão de gases estufa provenientes da ação humana - utiliza de argumentos científicos que já foram amplamente discutidos pela comunidade científica. Temos o exemplo de que, para alegar que o CO_2 não é um gás estufa e não influencia na temperatura global, justificam que as moléculas de água presentes na atmosfera também absorvem na região do infravermelho (não sendo possível determinar se é o gás carbônico ou a água o principal gás estufa) e que também o CO_2 emitido por meio das ações humanas seria absorvido pelos oceanos. Essa situação controversa já foi amplamente debatida e superada na década de 70 do século passado, pois com o avanço da espectroscopia constatou-se que o espectro de absorção para as moléculas das duas substâncias eram diferentes e possuíam particularidades relacionadas à intensidade de absorção infravermelha (JUNGES; MASSONI, 2018).

Retomando, primeiramente, é importante lembrar que o efeito estufa é um fenômeno natural essencial à vida na Terra, e que o mecanismo do efeito estufa opera a partir das moléculas dos gases estufa que absorvem a radiação infravermelha emitida pela Terra, emitindo uma parte de volta para a superfície terrestre. É consenso na comunidade científica que as emissões decorrentes das atividades humanas (queima de combustíveis fósseis e agropecuária, por exemplo) estão aumentando a concentração de gases estufa na atmosfera, e que um aumento da concentração de gases estufa na atmosfera intensifica o efeito estufa da Terra. Logo, um efeito estufa mais forte causa um desequilíbrio no balanço de energia da Terra. Para retornar ao equilíbrio energético a Terra precisa esquentar, tendo como resultado a intensificação do efeito estufa - o aquecimento global (JUNGES *et al.*, 2018).



Para corroborar as afirmações trazidas anteriormente, Junges *et al.* (2018) ainda apresentam diversos dados e gráficos - e que julga-se relevante reproduzir aqui o gráfico e as explicações referentes ao mesmo - que justificam o fato de não haver mais, cientificamente falando, controvérsia a respeito do papel do CO₂ quando tratamos sobre aumento da temperatura. A relação gráfica apresentada na Figura 1 representa a variação da temperatura global ao longo dos anos (gráfico superior) e a concentração de CO₂ ao longo de eras glaciais (gráfico inferior). Em seguida, a respectiva interpretação dos autores.

Figura 1 - Dados de temperatura e dióxido de carbono reconstruídos a partir de cilindros de gelo da estação Vostok.



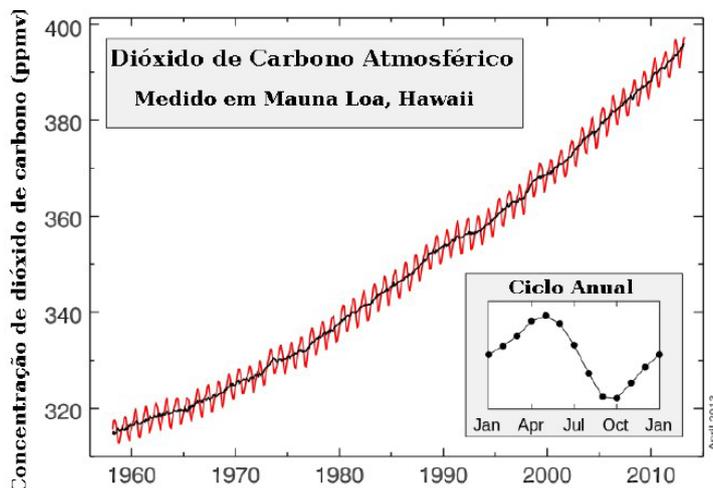
Fonte: Junges *et al.* (2018, p. 145).

Como podemos ver no [gráfico superior], os dados dos testemunhos de gelo permitiram voltar 400 mil anos no tempo cobrindo quatro eras glaciais. Podemos ver assim que há uma forte correlação entre os níveis de CO₂ [gráfico inferior] e a temperatura. Um nível de CO₂ alto está acompanhado de uma temperatura alta (período interglacial), por sua vez, um nível de CO₂ baixo, está acompanhado de uma temperatura baixa (período glacial, era do gelo). Estes resultados são evidência de que o CO₂ é parte da história climática da Terra. É também interessante observar que em todo este período os níveis mais altos de CO₂ nunca ultrapassaram os 300 ppm, um valor

consideravelmente menor do que os atuais 400 ppm resultantes das emissões humanas (pós revolução industrial) de CO_2 (Gráfico 2) [a seguir] (JUNGES *et al.*, 2018, p.145).

É possível compreender, então, com base nos dados apresentados até aqui, que a controvérsia científica reside na questão relacionada ao que devemos fazer a respeito, ou seja, ações de remissão (como a redução de emissões de gases de efeito estufa) para que o aquecimento global possa ser controlado e amenizado.

Figura 2 - Medidas da concentração de dióxido de carbono na atmosfera feitas no observatório Mauna Loa, Hawaii.



Fonte: Junges *et al.* (2018, p. 147).

Diante desse cenário, e compreendendo a educação básica com o objetivo de formar para cidadania, entendemos que a sala de aula é um local indispensável para as discussões referentes ao aquecimento global. Assim, defendemos que o ensino de ciências, em geral, aborde e discuta essa temática com base em dados científicos, para que a compreensão não fique condicionada apenas ao que é veiculado pela mídia, e que os alunos criem e elaborem argumentos para compreender e discutir o assunto com propriedade, não sendo

levados a acreditar em opiniões que não exprimem a verdade dos fatos e dados científicos.

Neste trabalho, temos como objetivo apresentar uma sequência didática para o 3º ano do ensino médio, para que os alunos possam compreender a origem da ação antropogênica para o aquecimento global, o consenso científico estabelecido sobre tal crise ambiental, e as controvérsias existentes nas possíveis ações para a tomada de decisões que se preocupem em amenizá-lo. A sequência didática também cumpre o papel de exemplo para que outras sequências didáticas, com os mesmos propósitos e preocupações desta, possam ser elaboradas.

ENFOQUE CTS E METODOLOGIA DE ENSINO PARA A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Para a organização e construção desta sequência didática, entendemos que a problematização da realidade a partir de temas controversos ou, no caso do tema tratado neste trabalho, de recente consenso científico, são essenciais para o entendimento crítico das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Essa perspectiva de ensino reconhece que o “[...] desenvolvimento da ciência e da tecnologia tem acarretado diversas transformações na sociedade contemporânea [...]” (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2009, p. 72); e que as interações CTS expressam implicações de diversas ordens, a saber: social, econômica, ambiental, políticas, éticas, entre outras (BAZZO, 2014).

A partir do movimento CTS (ou *STS* em inglês), demais posturas surgiram a partir da necessidade de ressaltar elementos específicos na relação entre ciência, tecnologia e sociedade. Nesse sentido, com-



preende-se que tais posturas derivadas do movimento CTS são integrantes e condizentes com os objetivos e posturas mais gerais do movimento CTS. Daremos atenção e embasamento na postura *Science - Technology - Society - Sustainability* (STS-S), devido à particularidade do tema ambiental discutido neste trabalho.

Dessa forma, sob a ótica metodológica, no movimento CTS, os conteúdos científicos e tecnológicos são instrumentos necessários para construir uma capacidade de julgamento crítico frente a uma questão problema. Do qual é resolvida em conjunto com a capacidade de julgamento político para assim tomarem posicionamento em decisões; por meio de uma análise crítica (SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

A necessidade para a tomada de decisões e envolvimento de contextos no ensino de ciência e tecnologia se justifica, pois, a partir de meados do século passado, foram colocadas em evidência questões como: poluição do ambiente, distorção do papel da ciência para a humanidade, uso de animais em testes toxicológicos e abuso de recursos tecnológicos. Tais questões enfrentadas pela humanidade devem ser trabalhadas no ensino de ciência e tecnologia para que os alunos sejam capazes de desenvolver a capacidade de tomar posicionamento utilizando o senso crítico, assim como compreender a natureza epistemológica do conhecimento científico. Tais questões, colocam em xeque a ideia de que a ciência e tecnologia (C&T) são independentes da sociedade e de contextos sociais. Abrem discussões para esclarecer de que C&T são influenciadas pelo social, político, cultural, econômico e ambiental, por exemplo.

O movimento CTS pode ser compreendido a partir de objetivos. O Quadro 1 apresenta dois tipos de objetivos para a abordagem CTS: gerais e concretos.



Quadro 1 - Objetivos gerais e concretos do CTS.

Objetivos Gerais da CTS	
1	Implementar a educação em ciência de uma forma interdisciplinar que integra os aspectos sociais, éticos, políticos do desenvolvimento científico e tecnológico.
2	Induzir os estudantes a analisar questões variadas do mundo real e a aprender o conhecimento científico a partir de tais questões.
3	Possibilitar aos estudantes a compreensão das inter-relações entre ciência, tecnologia e a sociedade e a obter uma visão das respectivas interfaces.
4	Desenvolver a capacidade e a confiança dos estudantes para tomar decisões fundamentadas e assumir uma postura responsável quanto ao impacto da ciência e tecnologia na sociedade e na vida comum.
Objetivos Concretos (Metas) da CTS	
<i>Competência cognitiva</i>	Conhecimento padrão e capacidades para ler e discutir com rigor assuntos de STS; <i>Exemplo: Conservação de energia em ciência e no mundo real têm significados diferentes.</i>
<i>Racional/ acadêmica</i>	Domínio da epistemologia e sociologia da ciência requeridas para compreender a dinâmica em jogo nas questões STS; <i>Exemplo: As experiências científicas têm uma carga teórica, a epistemologia pode ter componentes políticas.</i>
<i>Pessoal</i>	Melhor compreensão da vida diária; <i>Exemplo: Prestar atenção às etiquetas dos alimentos pode impedir problemas de saúde.</i>
<i>Ação social</i>	Capacidade para participação em atividade política responsável; <i>Exemplo: Participar na resolução de questões locais.</i>

Fonte: Aikenhead (1994) *apud* Marques (2019); Waks; Prakash (1985) *apud* Marques (2019).



Como evidenciado, pode-se perceber que a abordagem de “ensino STS da ciência direciona os estudos dos fenômenos naturais de maneira que façam os estudantes mergulharem nos ambientes tecnológico e social” (MARQUES, 2019, p. 6). Dessa maneira, tornam-se mais aparentes as influências entre ciência e tecnologia e os demais contextos. Na Figura 3 é possível esquematizar as influências dos contextos social, científico e tecnológico com o propósito pedagógico. As setas pontilhadas representam um perímetro de parametrização para atividades de ensino propostas em disciplinas de ensino de ciências, quando escolhido/acordado o tema a ser estudado.

Figura 3 - Esquema representativo da natureza do ensino STS.

A ESSÊNCIA DO ENSINO STS



Fonte: Marques (2019).

A partir do esquema representado na Figura 3, é possível entender a expansão cognitiva que o ensino STS proporciona em comparação aos modelos tradicionais de ensino em ciências¹². O

¹² Os modelos tradicionais de ensino de ciências têm por base epistemológica o já ultrapassado paradigma proveniente de Francis Bacon, ligado ao início da ciência moderna no século XVI.

ensino tradicional de ciências fica limitado a explicar fenômenos do mundo natural por si só (evidenciado por uma seta larga de cor cinza entre a ciência e o aluno, contendo o termo ambiente natural). Ou seja, o ensino tradicional desconsidera as influências sofridas e causadas pelas intersecções dos demais contextos. Na região mais próxima do vértice da tecnologia (imagina-se um triângulo com os vértices nas palavras Ciência, Tecnologia e Sociedade) há o potencial em se discutir questões de ensino focadas nas relações de ambiente construídas artificialmente, ou seja, aquele que sofreu/ sofre interações na relação homem e natureza.

Neste trabalho, o tema do aquecimento global ajuda a entender a proposta de ensino CTS, visto que o modo e os motivos que levam à emissão dos gases estufas agridem o ambiente, mas com o tempo, são uma influente fonte de renda para a sociedade e setor econômico como um todo. No entanto, sabemos que os problemas gerados por essas atividades interferem em outras pessoas e ambientes distantes. Assim, toca-se numa questão socioambiental, pois há a necessidade de tomada de decisão: Como fazer (ou que medidas devem ser tomadas) para que a temática do aquecimento global dialogue com a sustentabilidade?

A partir dessa questão, abre-se a possibilidade de trabalhar com: a sustentabilidade como ideia-força; os problemas ambientais gerados por tais atividades humanas; o impacto deste fenômeno para a região; os dados quantitativos em relação à produção de bens e produtos e impacto ambiental; a relação custo-benefício das tecnologias já desenvolvidas que amenizam este impacto ambiental; e com as logísticas alternativas na produção e distribuição que pesem na qualidade de vida, segurança e interação simbiótica entre natureza e seres humanos como integrantes da mesma.

Por fim, a relação entre sustentabilidade e o movimento CTS se estabelece pelo reconhecimento de que os problemas (e situações



de ensino) devem compor vários setores, análise crítica (julgamento crítico e julgamento político) e tomada de decisão considerando, premissamente, o racionamento dos recursos naturais e respeito do sistema de suporte à vida terrestre/aquática. O movimento CTS pode fomentar ações no âmbito da sustentabilidade à medida que se preocupa em problematizar o papel da ciência e tecnologia e suas reverberações no mundo contemporâneo.

Em um enfoque CTS, o trabalho do professor passa a ser em conjunto com o aluno, pois ambos passam a discutir e pesquisar juntos, construindo o conhecimento científico, mostrando que este está sujeito a críticas e modificações, deixando de ser considerado uma verdade absoluta. No entanto, o professor ou professora deve ser o/a responsável pela mediação no processo de construção do conhecimento de seus alunos. Essa passa a ser uma nova forma de entender e produzir conhecimento, se afastando de uma abordagem tradicional (transmissão de conteúdos), sendo possível fomentar uma nova forma de entender a produção do saber. Essa nova forma possibilita aos alunos a reflexão sobre o uso político e social que se faz desse saber (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p. 77).

De acordo com o exposto, se pretende um ensino que proporcione condições para que habilidades procedimentais e atitudinais sejam desenvolvidas. Para trabalhar com os alunos nesse sentido é necessária a redefinição de temas sociais, científicos, tecnológicos e ambientais, de maneira que eles se aproximem do contexto desses alunos.

A abordagem dos temas a partir de um enfoque CTS pode ser feita de diversas maneiras para que ocorra o processo de ensino e aprendizagem. No entanto, para esta sequência didática decidimos por alicerçar metodologicamente a mesma a partir dos três momentos pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).



Para a incorporação dos três momentos pedagógicos, é necessário compreender como cada um dos momentos se estrutura. Para uma melhor compreensão, Muenchen e Delizoicov (2014, p. 620) resumem e estruturam os três momentos pedagógicos da seguinte maneira:

Problematização Inicial: apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam. *Organização do Conhecimento:* momento em que, sob a orientação do professor, os conhecimentos [...] [científicos] necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são estudados. *Aplicação do Conhecimento:* momento que se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento (MUENCHEN E DELIZOICOV, 2014, p. 620, grifos dos autores).

OBJETIVOS

Compreender a origem da ação antropogênica para o aquecimento global, o consenso científico estabelecido sobre tal crise ambiental e as ações e controvérsias existentes para a tomada de decisões que se preocupem em amenizá-lo.



PÚBLICO-ALVO

Esta proposta se destina a alunos(as) do 3º ano do ensino médio, por conter a possibilidade de abordar diversos conteúdos estudados nas séries anteriores do ensino médio, tais como: ligações químicas, caráter polar e apolar de compostos, estruturas de Lewis, reações de combustão, ciclos biogeoquímicos, trocas de calor e formas de propagação de energia. Porém, ela pode ser adaptada para qualquer série do ensino médio, dependendo dos objetivos definidos pelo(a) professor(a) e do enfoque dado ao conteúdo.

ROTEIRO DE AULAS PROPOSTAS

A sequência didática referida neste artigo encontra-se em anexo. Nesse sentido, todos os detalhes sobre cada aula e como elas foram pensadas e elaboradas poderão ser consultados na própria sequência didática.

O Quadro 2, a seguir, apresenta, de forma sucinta, a organização da sequência didática em semanas, os objetivos de cada aula e uma representação prescrita dos três momentos pedagógicos.



SUMÁRIO

Quadro 2 - Organização de Sequência Didática com base nas semanas, objetivos de aula e três momentos pedagógicos.

Semana	Aulas	Objetivos	3 Momentos Pedagógicos
1 ^a	1 ^a aula	Conhecer visões de senso comum da própria turma acerca do aquecimento global	Problematização Inicial
	2 ^a aula	Perceber o que a sociedade entende por aquecimento global	
2 ^a	3 ^a aula	Apresentar dados e informações de pesquisa de opinião pública sobre o tema	Organização do Conhecimento
	4 ^a aula	Perceber como as visões de senso comum sobre aquecimento global são importantes para o enfrentamento da crise ambiental Evidenciar causas e consequências sobre aquecimento global presentes na mídia; Utilizar de termos científicos para explicá-las; Perceber a relação da [CO ₂] com a variação temperatura terrestre;	
3 ^a	5 ^a aula	Compreensão de que o aquecimento global é um fato científico, dado por consenso pela comunidade científica; Perceber a diferença entre uma controvérsia científica e controvérsia científica fabricada	Aplicação do Conhecimento
	6 ^a aula	Compreender que o aquecimento global afeta o planeta em vários âmbitos; Envolve outras áreas do conhecimento para tentar amenizá-lo; e que a controvérsia existente reside nas decisões a serem tomadas para minimizá-lo.	
4 ^a	7 ^a aula	Elaborar um material de divulgação para esclarecer à sociedade sobre o aquecimento global	Aplicação do Conhecimento
	8 ^a aula		
5 ^a	9 ^a aula	Elaborar um material de divulgação para esclarecer à sociedade sobre o aquecimento global	Aplicação do Conhecimento
	10 ^a aula		

Fonte: Elaboração dos autores (2019).



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da sequência didática apresentada é possível a discussão, em sala, da importância da tomada de decisões por meio da capacidade de julgamento crítico e político para questões sociocientíficas inseridas na sociedade contemporânea.

É justo enfatizar que a proposta apresentada foi elaborada por um conjunto de professores de química com suas opiniões e formação particulares que possibilitam uma escolha e foco em aspectos conceituais e metodológicos que, porventura, podem diferenciar de demais colegas que tentem construir uma sequência didática com os mesmos referenciais tomados neste artigo e sequência didática em anexo.

Ao mesmo tempo em que se reconhece o fato exposto acima como uma limitação, encara-se, ao mesmo tempo, como uma autonomia para a criação de outras sequências didáticas que atendam da melhor maneira possível contextos diferentes do estabelecido para a criação da sequência didática apresentada.

Importante destacar que a sequência didática apresentada não foi aplicada. Ela foi apenas elaborada e por limitação de tempo e outros condicionantes, não foi desenvolvida e avaliada. Assim é provável que durante uma possível aplicação alguns aspectos prescritos não ocorram na prática, cabendo ao profissional realizar os devidos ajustes.

Nesse sentido, o intuito em apresentar tal sequência didática é de enfatizar a necessidade de que o Ensino de Ciências, sob enfoque CTS (neste caso, especificamente o de Química) procure dialogar com as demais áreas do conhecimento e que tais áreas procurem ensinar seus conteúdos específicos articulados com as outras áreas do conhecimento e sob a condição de ferramenta para a construção do conhecimento e capacidade de tomada de decisão em assuntos



pertinentes à sociedade local e global. Ou seja, não tenha por finalidade o conteúdo em si, mas sim a sua utilização.

Apesar de a sequência didática envolver a pesquisa como princípio educativo, reconhece-se a falta de atividades experimentais que procuram trabalhar na construção do conhecimento dos conceitos científicos por parte dos alunos.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. What is STS Science Teaching? In: SOLOMON, J. AIKENHEAD, G.. STS Education – International Perspectives on Reform, TCP, 1994 *apud* MARQUES, C. A. *Tópico 8 – (In)Sustentabilidade: perspectivas CTS e implicações à ECT*, 2019 [Material Didático utilizado em disciplina “Sustentabilidade Ambiental e Ensino de Ciências” do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC].

AULER, D; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Revista Ciência & Educação*, Bauru, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.

BAZZO, W. A. *Ciência, tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis: Ed. UFSC, 2014.

CAVALCANTI, C. Meio ambiente, Celso Furtado e o desenvolvimento como falácia. *Ambiente & Sociedade*, v. 5, n. 2, p. 73-84, 2002.

CAVALCANTI, C. Sustentabilidade: mantra ou escolha moral? Uma abordagem ecológico-econômica. *Estudos Avançados*, v. 26, n. 74, p. 35-50, 2012.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. A. *Metodologia do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002.

IALEI – International Alliance of Leading Education Institutes. Climate Change and Sustainable Development: *The Response from Education: A cross-national report from International Alliance of Leading Education Institutes*. Denmark: IALEI, 2009.



JUNGES, A.; MASSONI, N. O Consenso Científico sobre Aquecimento Global Antropogênico: Considerações Históricas e Epistemológicas e Reflexões para o Ensino dessa Temática. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 2, p. 455-491, 31 ago. 2018.

JUNGES, A. *et al.* Efeito estufa e aquecimento global: Uma abordagem conceitual a partir da física para educação básica. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 5, p. 126-151, 2018.

KITCHER, P. *The climate change debates*. 2010. Disponível em: <http://science.sciencemag.org/content/328/5983/1230.1.full>. Acesso em 27.ago. 2019.

MARQUES, C. A. *Tópico 8 – (In)Sustentabilidade: perspectivas CTS e implicações à ECT*, 2019 [Material Didático utilizado em disciplina “Sustentabilidade Ambiental e Ensino de Ciências” do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC].

MUENCHEN, C; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. *Ciência & Educação*, v. 20, n. 3, 617-638, 2014.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. O contexto científico-tecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: perspectiva e enfoque. *Revista Iberoamericana de Educación*, v. 49, n. 1, p. 1-14, 2009.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para contexto do ensino médio. *Ciência & Educação*, n. 13, v. 1, p. 71-84, 2007.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v.2, n.2, p.110-132, 2002.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. *Educação em Química: Compromisso com a Cidadania*. 4ª edição. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.



ANEXOS

Título: Aquecimento global – tensões entre controvérsias científicas (fabricadas) e consensos científicos.

Tema: Aquecimento Global.

Questão sociocientífica a ser problematizada (hipotética): Quais estratégias podem ser adotadas para amenização do aquecimento global e que tipo de mecanismos sociais podem ser mobilizados para esclarecimento acerca desta crise ambiental?

Objetivos: Compreender a origem da ação antropogênica para o aquecimento global, o consenso científico estabelecido sobre tal crise ambiental e as ações e controvérsias existentes para a tomada de decisões que se preocupem em amenizá-lo.

Público: Alunos(as) do 3º ano do ensino médio.

Conteúdos abordados: Ligações químicas, Caráter polar e apolar de compostos, Espectroscopia, Estrutura de Lewis, Reações de combustão, Ciclos biogeoquímicos, Trocas de calor e formas de propagação de energia.

Duração: 10 aulas (45 min).

Metodologia: As aulas serão de natureza: dialógica, expositiva dialógica, cooperativa e investigativa. Esta sequência pode ser aplicada, preferencialmente, após o ensino sobre efeito estufa ou ciclos biogeoquímicos. Será utilizada abordagem de ensino Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) com a metodologia de ensino baseada nos Três Momentos Pedagógicos.

PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL

1ª aula (45 min)

Objetivo: Conhecer visões de senso comum da própria turma acerca do aquecimento global.

No início da aula, colocar as alunas e alunos em uma grande roda, se possível, e começar uma tempestade de ideias (*Brainstorm*) acerca do

aquecimento global. A ideia é que os mesmos demonstrem suas opiniões e concepções. Ver sugestões de questões mobilizadoras ao final da 2ª aula. O professor(a) pedirá para que os/as alunos/as expressem suas ideias na forma de palavras-chave. A fim de estimulá-los a exporem suas ideias, o professor e turma montarão um painel como forma de registro. Poderá ser utilizado para a confecção do painel papel pardo e pincel atômico ou similares (cartolina, canetas etc.). O Painel será utilizado em discussões posteriores. Como sugestão pode ser fixado na parede da sala. Recursos: Papel pardo, pincel atômico e fita adesiva (ou similares).

2ª aula (45 min)

Objetivo: Perceber o que a sociedade entende por aquecimento global. Após as palavras-chave postas pela turma, o(a) professor(a) deverá mediar a discussão buscando uma síntese das palavras escritas no painel. Em seguida, propor uma atividade: Formular, professor(a) e alunos(as), três questões acerca do tema que serão usadas para que os(as) alunos(as) façam uma pesquisa de opinião com a população¹. O(a) professor(a), além de explicar sobre a conduta de pesquisa escolar de opinião pública e dúvidas dos alunos, sugere que tal pesquisa seja realizada em locais públicos como praças, supermercados, hospitais, escolas e etc. Após a formulação das questões em conjunto, o(a) professor(a) anunciará que a pesquisa será realizada por 4 grupos de alunos. O critério de formação desses grupos fica a cargo do(a) docente. É importante que o(a) docente tome nota dos grupos constituídos. Os resultados da pesquisa serão apresentados pelos grupos de alunos(as) na próxima aula. Desse modo, oriente para que cada grupo traga o material que necessitar para montar uma apresentação com as ideias gerais obtidas na pesquisa de opinião (cartolina, revistas, tesoura, cola branca, computador, etc.).

Seguem alguns exemplos de questões para a tempestade de ideias com os(as) alunos(as) quanto para a pesquisa de opinião.

- O aquecimento global é um fato ou uma hipótese?
- Quais os gases responsáveis pelo aquecimento e condições de vida na Terra?
- A ciência consegue explicar causas e conseqüências do aquecimento global?
- O que você tem visto na mídia acerca deste fenômeno?
- Conhece alguém que entende do assunto?



Obs: Importante que tais questões não expressem posicionamento quanto ao aquecimento global ser uma falácia ou fato. Recursos: Quadro e giz.

ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

3ª aula (45 min)

Crise ambiental: Apresentação de dados/informações sobre aquecimento global

Objetivo: Apresentar dados e informações de pesquisa de opinião pública sobre o tema. No início da aula, pedir para que a turma se divida nos grupos formados na aula anterior para darem início a síntese das respostas obtidas e montarem, até o final da aula, uma breve apresentação com as ideias gerais das pessoas entrevistadas na forma de tópicos (Sugestão: Criação de gráficos com as respostas obtidas em cada grupo). Caso o tempo seja mais que suficiente, passe para a próxima aula.

Recursos: Quadro e giz, cartolina, revistas, tesoura, cola branca, computador e projetor (ou similares).

4ª aula (45 min)

Objetivo: Perceber como as visões de senso comum sobre aquecimento global são importantes para o enfrentamento da crise ambiental.

O(A) professor(a) deverá orientar a apresentação dos dados de cada grupo na forma de tópicos. Cada apresentação poderá envolver de 5 a 8 minutos. Após a apresentação dos grupos, o(a) docente deverá fazer um fechamento/síntese das ideias de senso comum estabelecidas pela pesquisa com aquelas estabelecidas com os alunos na primeira aula.

Como sugestão, caso tenha tempo, iniciar a apresentação de vídeos sobre o aquecimento global antropogênico (sugestões de vídeos disponíveis na 5ª aula).

Recursos: Quadro e giz, projetor, kit multimídia.



5ª aula (45 min)

Objetivo: Evidenciar causas e consequências sobre aquecimento global presentes na mídia; Utilizar de termos científicos para explicá-las; Perceber a relação da $[CO_2]$ com a variação da temperatura terrestre.

No início da aula, o(a) professor(a) exibirá um vídeo sobre as consequências do aquecimento global (Vídeo 1). O objetivo deste vídeo é causar impacto na turma acerca das catástrofes que o fenômeno pode causar. Além deste objetivo, o vídeo possui uma transição interessante da linguagem de senso comum para o uso de termos científicos.

Após o vídeo, o(a) professor(a) pedirá para que a turma faça comentários e que tentem utilizar de conceitos científicos, se possível, para explicar alguns trechos do vídeo. Caso não haja, o professor poderá fazer destaques do vídeo. É fundamental que durante esse momento de discussão seja posto em debate: De que forma é possível determinar o aumento a variação da temperatura terrestre com base na concentração de CO_2 contida em uma amostra de gelo? Qual a relação do CO_2 com a variação da temperatura global? O (a) docente poderá fazer exposição dialogada neste momento para ensinar tal relação entre a $[CO_2]$ e variação da temperatura terrestre. Para isso, utilizar o texto 1 sugerido ao final da sequência.

Após a exposição, pedir para que os(as) alunos(as) façam a leitura da reportagem “O Drama do degelo da Groelândia em uma só foto”, de 19 de junho de 2019, do Jornal El País (Disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil/2019/06/18/ciencia/1560863265_359643.html, acesso em 04/07/2019) e façam, como atividade extra, um texto em que expressem conclusões comparando as informações contidas no vídeo e na reportagem. O objetivo desta atividade é que os(as) alunos percebam que após uma década o degelo da Groenlândia continua de modo acelerado e que sejam capazes de pontuar as causas e consequências disso, utilizando as duas fontes.

Posterior ao encaminhamento da atividade extra, exibir o vídeo “Meio Ambiente por inteiro - Mudanças Climáticas - parte 1” (vídeo 2). Após exibição do vídeo, perguntar aos alunos e alunas qual(is) a(s) divergência(s) encontrada(s) nesse segundo vídeo em comparação com os demais materiais estudados. Caso a turma não perceba a controvérsia de que o CO_2 antropogênico não é responsável pelo aquecimento global, ressaltar este apontamento. Recursos: Quadro e giz, projetor, kit multimídia.



6ª aula (45 min)

O consenso científico: Explicação do porquê o CO_2 é o principal gás estufa;

Objetivo: Compreender de que o aquecimento global é um fato científico, dado por consenso pela comunidade científica; Perceber a diferença entre uma controvérsia científica e controvérsia científica fabricada.

O(A) professor(a), com base em conceitos da física e da química, explicará: [i] o equívoco cometido pelos entrevistados no vídeo e ensinar para a turma, com base na história da ciência, do porquê que o CO_2 é o responsável pelo efeito estufa (e não o vapor d'água); [ii] que a emissão demasiada desse gás pela humanidade provoca o aquecimento global; [iii] que a emissão de CO_2 é realizada, em grande parte, por atividades que impulsionam consideravelmente o setor econômico logo, é possível que alguns grupos (científicos, políticos, econômicos, midiáticos e etc.) construam outras explicações para colocar em descrédito o aquecimento global para continuarem produzindo e manterem seus negócios rentáveis. Esses tipos de explicações se constituem como controvérsias científicas fabricadas e, geralmente, utilizam de fatos científicos ultrapassados para distorcer a compreensão da sociedade. Para material de apoio consultar o texto 1 sugerido ao final da sequência: “Efeito estufa e aquecimento global: Uma abordagem conceitual a partir da física para educação básica”, de Alexandre Luis Jungles e colaboradores(as).

Ao final da explicação, aconselha-se entregar para os(as) alunos(as) uma lista de exercícios, com base nas questões do Enem sobre aquecimento global, para resolver até a próxima aula e solicitar que vejam as videoaulas “Cursos Livres: Mudança Climática Global” para facilitar a compreensão das informações ensinadas até o momento, bem como a resolução da lista de exercícios a ser entregue. Recursos: Quadro e giz, projetor, lista de exercícios.

APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO**7ª aula (45 min)**

Objetivo: Compreender que o aquecimento global afeta o planeta em vários âmbitos; Envolve outras áreas do conhecimento para tentar amenizá-lo; E que



a controvérsia existente reside nas decisões a serem tomadas para minimizá-lo. Corrigir com os alunos a lista de exercícios entregue na aula anterior. Caso a resolução e entendimento dos exercícios da lista sejam finalizados, exibir o vídeo “Mudanças Climáticas” (Vídeo 3) para fazer uma síntese do que foi estudado até o momento e facilitar o entendimento das atividades seguintes. Recursos: projetor, quadro e giz, kit multimídia.

8ª aula (45 min)

Objetivo: Compreender que o aquecimento global afeta o planeta em vários âmbitos; Envolve outras áreas do conhecimento para tentar amenizá-lo; e que a controvérsia existente reside nas decisões a serem tomadas para minimizá-lo.

Fazer a leitura conjunta e discussão da reportagem “As mudanças sem precedentes necessárias para evitar uma catástrofe ambiental global”, de 13/03/2019, do jornal El País. Esta reportagem apresenta as discussões em torno dos principais tratados ambientais internacionais acordados entre diversos países devido aos problemas ambientais e às medidas que deveriam ser adotadas para o cumprimento das metas estabelecidas para 2030 e 2050, as quais estão longe de serem alcançadas. Essa atividade tem como objetivo esclarecer aos alunos e alunas dos tratados existentes e que atitudes estão (ou deveriam estar) sendo tomadas em âmbito mundial.

Após a leitura e discussão, explicar aos alunos e alunas que deverão elaborar um material de divulgação sobre as causas, consequências e medidas preventivas e paliativas para o aquecimento global antropogênico. Tal material deverá se preocupar em esclarecer para pessoas leigas os impactos ambientais do aquecimento global (vistas no início pelas respostas da turma e pesquisa de opinião pública). Para balizar a elaboração desse material, a seguinte questão pode ser abordada: Em sua opinião, o que poderia ser feito para diminuir o aumento da temperatura do planeta causado pelo nosso modo de vida contemporâneo?

Como forma de divulgação, o conteúdo contido no material e local onde será realizada deverá ser acordada entre professor(a) e turma. Dedicar duas aulas (aulas 9 e 10) para a elaboração do material. Como sugestão, a divulgação poderá ser realizada no mesmo espaço onde foi realizada a pesquisa. Recursos: projetor, quadro e giz.



9ª e 10ª aulas (45 min cada)

Objetivo: Elaborar um material de divulgação para esclarecer à sociedade sobre o aquecimento global. Elaboração do material de divulgação. Recursos: A combinar com a turma

Materiais de apoio

Sugestão de vídeos:

1. *Derretimento de geleira na Groenlândia (12 min): vídeo elaborado pela equipe de reportagem do Fantástico. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=fer5ZnIRSZs>, acesso em 04/07/2019.*
2. *Meio Ambiente por inteiro - Mudanças Climáticas - parte 1 (15 min): entrevista com dois pesquisadores que argumentam sobre os impactos climáticos das variações oceânicas. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=yFzclWF9r6g>, acesso 04/07/2019.*
3. *Mudanças Climáticas (9 min) - vídeo elaborado pelo INPE e mostra o aquecimento global sob a ótica antropogênica. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ssvFqYSIMho>, acesso em 04/07/2019.*
4. *Cursos Livres: Mudança Climática Global - 1/5. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3bQJ7xV7dMk>, acesso em 09/07/2019.*

Sugestão de Textos:

1. *Efeito estufa e aquecimento global: Uma abordagem conceitual a partir da física para educação básica, disponível em: http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID531/v13_n5_a2018.pdf, acesso 04/07/2019.*
2. *As mudanças sem precedentes necessárias para evitar uma catástrofe ambiental global, disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil/2019/03/12/internacional/1552409167_549272.html, acesso 04/07/2019.*

PROCESSO AVALIATIVO

A forma de avaliação nesta sequência se dá em todas as etapas da sequência, sendo entendida como um processo que procurará, preferencialmente, identificar e trabalhar as dificuldades encontradas pelos alunos e alunas durante



o processo de ensino e de aprendizagem. O êxito deste processo avaliativo será considerado quando o(a) aluno(a) perceber sua dificuldade e desenvolver condições para sua melhora. Serão utilizados instrumentos avaliativos para a identificação e construção dos processos de ensino e aprendizagem:

- Pesquisa de opinião pública;
- Texto sobre as duas últimas décadas de degelo da Groenlândia;
- Lista de exercícios;
- Argumentação durante as exposições dos vídeos;
- Confecção do material de divulgação;
- Material de Divulgação.

Obs: O peso de cada atividade pontual deverá ser estabelecido pelo(a) docente, visto a existência de variados sistemas avaliativos conforme o sistema escolar.





5

Adamo Devi Cuchedza

Roberth De-Carvalho

DESCOLONIZANDO O PROJETO DA SUPERCONDUTIVIDADE POR OUTRA FORMAÇÃO DISCURSIVA

CONVERSANDO COM O PROFESSOR

A Física Moderna e Contemporânea (FMC), ao tratar de uma contingência científica que tem desafiado a pesquisa básica quanto à estrutura de materiais, vem buscando respostas sobre meios materiais ideais ao fluxo de cargas elétricas, com resistência nula. Variadas aplicações nas indústrias biomédica, de transportes (aeroespacial, terrestre, subterrâneo), de tecnologias de informação (*iphones, tablets*, computadores, celulares), de *games*, de telecomunicações (satélites, distribuidoras de energia), dentre tantas outras, alcançaram até a atualidade 5 prêmios Nobel em Física.

Traduzido originalmente do artigo *Superconductivity* (publicado na Wikipedia; com última atualização em 18 set. 2019), temos que:

A supercondutividade é uma propriedade física de característica intrínseca de certos materiais que, quando resfriados a temperaturas extremamente baixas, tendem a conduzir corrente elétrica sem resistência nem perdas. [...] Esta propriedade foi descoberta em abril de 1911, pelo físico holandês Heike Kamerlingh Onnes em seu laboratório em Leiden. Guiado por seu brilhante trabalho na fabricação do hélio líquido, o que possibilitou o avanço necessário para alcançar temperaturas muito baixas, da ordem de 1 K. A supercondutividade foi pela primeira vez notada enquanto Onnes observava o comportamento do mercúrio quando resfriado a 4 K (-452,47 F ou -269,15 °C) (WIKIPEDIA, 2019, *on-line*);

Esse conceito se desenvolve por conteúdos em linguagem Matemática, para formar discursos quanto aos limites e perspectivas de inovações tecnocientíficas. Estas intervêm sobre o meio social, cultural, ambiental, (re)orientando a história de sociedades quanto à melhoria da qualidade de vida, do exercício democrático, do acesso à justiça social e cognitiva, motivadas por tais inovações. Ou melhor, é dinâmico, segue em andamento: o projeto da supercondutividade.



Porém, é um projeto colonizado, pois, neutro em sua autoria, em seus sentidos de cidadania.

Nessa premissa é que compreendemos a importância de tensionar sobre isso no Ensino Médio, ao propormos aos professores/ as de Ciências que discutam sobre: uma controvérsia tecnocientífica em torno da indústria de inovação da supercondutividade. Desta como projeto. E, por 'controvérsia tecnocientífica' entendemos como uma práxis epistemológica, por campos/áreas institucionalizados (na escola, na universidade, na indústria, no mercado, no Estado, nas agências das sociedades) que tensiona conhecimentos, sentidos, saberes e significados socioculturais subalternizados, ao colapsar a agenda de justiça étnico-raciais, socioeconômicas e ideopolíticas contida em tais projetos.

Um esforço de inserção destes estudos em salas de aula de ciências, mesmo considerando as limitações que o ensino formal possa impor a este tipo de prática, pode significar alguns avanços na busca da construção de uma visão diferenciada de C&T por parte dos estudantes. Uma abordagem das controvérsias, mesmo que numa perspectiva mais internalista pode ajudar a problematizar ideias de neutralidade, objetividade e imutabilidade dos conhecimentos científicos, tão presentes nas concepções de estudantes acerca de conhecimentos técnicos e científicos (CASTELFRANCHI et al., 2002 apud BRASIL; SILVA, 2007, p. 3).

Dessa forma, situamos esse projeto em uma 'controvérsia tecnocientífica', dada sua indiscutível relevância no campo das ciências aplicadas. E, não deixaríamos de ressaltar a desatenção e a falta de alteridade em projetos industriais na produção de artefatos, modelos e soluções tecnológicas que não têm, em nível de negociação discursiva (inclusiva e democrática), escutado pessoas que trabalham em minas na extração de matéria-prima de base. Ou, com aquelas pessoas que detêm a posse originária de terras em que há extração, sofrendo recorrentes litígios camponeses/rurais, como: terras indígenas, assentamentos quilombolas, minas irregulares na



África Central, dentre outras. Ou, ainda, com pessoas historicamente silenciadas e invisibilizadas em nível de inclusão sociotécnica e sociocultural da tecnociência (VON LINSINGEN, 2015). Assim, emerge o potencial desafio para ensinar Física em interdisciplinaridade com a Matemática, sob o mote da reinvenção/resistência/(re)existência da educação científica e tecnológica (CASSIANI; VON LINSINGEN, 2019), ao evidenciarmos outro espaço-tempo de interpretação pelo projeto da Supercondutividade, formador de narrativas, ou seja:

[...] como funcionamento da memória (constitutiva) [...] a maneira pela qual uma memória se diz em processos identitários, apoiados em modos de individuação do sujeito, afirmando/vinculando seu pertencimento a espaços de interpretação determinados, consoantes a específicas práticas discursivas (ORLANDI, 2017, p. 30).

É assim que entendemos o espaço-tempo curricular desta proposta, formulada a partir de realidades latino-americana e africana: o Sul global. Dada a potência epistemológica em nossas pertencimentos/identidades socioculturais e tecnocientíficas, e pela qual levantamos o seguinte problema: Como promover a formação discursiva de estudantes do Ensino Médio a partir da controvérsia da extração de jazidas minerais para a inovação de materiais supercondutores? E, partindo desse pensamento inicial é que situamos o Ensino de Ciências como espaço-tempo de interpretação privilegiado para alcançarmos a resposta dessa pergunta, enquanto pergunta de pesquisa, mas também, e principalmente, nesse caso particular, como pergunta de ensino, de planejamento.

Por essa problemática, situar um 'tema gerador' (FREIRE, 1999) no Ensino Médio, provindo da FMC, e mobilizado por repertórios de linguagem Matemática, nos impôs um pensamento em nível microcurricular, para além do conteúdo. Mas, sobretudo atentos às possibilidades de transversalizar conteúdos em plena interlocução com múltiplas realidades socioculturais de estudantes da escola



básica. Visando uma re-subjetivação tecnocientífica, dado o encargo sociocultural que implicamos à produção de conhecimentos, ao considerarmos o fator eminentemente humano, sem o demérito do viés imaginativo e criador da ciência e da tecnologia (C&T); entretanto, por sua função social. Assim, sugerimos pessoalmente aos professores/as de Ciências pensarem conosco: a quem endereçam os produtos de inovações em C&T? quais pessoas são diretamente afetadas pelo trabalho de extração desses minerais? Como e onde vivem? Qual seu nível de acesso à formação escolar pública? Têm suprido suas necessidades básicas com o resultado dessa extração e inovação? Têm participado democraticamente das decisões no processo de inovação tecnocientífica? Têm usufruído dos produtos dessa inovação?

Tais pensamentos de partida, para o que trataremos em transversalidade, perpassam nesta proposta conteúdos no ensino de Física e de Matemática. Uma vez selecionados e/ou negociados com seus/suas estudantes, esses conteúdos deverão mobilizar o efetivo de relações CTS, conferindo, assim, um protagonismo epistêmico à letra S do acrônimo. A qual esperamos que produza sentidos como: sociedades justas (anticoloniais, antirracistas, antimachistas, antissexistas), socio-culturalmente e democraticamente pluri e aforrefenciadas, em todas as etapas do processo de produção de conhecimentos em C&T.

Assim, esperamos que as aprendizagens dos/das estudantes se conduzam por uma descolonização na produção do fazer científico (e tecnológico), constituído historicamente por uma nefasta neutralidade des-subjetivante (MALDONADO-TORRES, 2007), que contradiz e contrafaz a pluralidade social que constitui a escola básica no Sul global. Isso tem silenciado discursos outros, e remanesce em pautas de economias liberais, como: expropriação de propriedades originárias; escravização moderna de pessoas negras (africanas; afrodescendentes) e indígenas em subempregos, em funções subalternizadas/marginalizadas nas sociedades; genocídios, etnocídios, epistemicídios e



massacres pré/durante/pós-processo de exploração; trabalho degradante e sub/desumano; não-alcance de políticas de desenvolvimento C&T para comunidades em áreas de exploração; silenciamento político por conflitos internos de países que possuem solo rico em jazidas minerais (coltán - columbita e tantalita; nióbio); ausência de uma agenda ambiental no extrativismo mineral; não existência de políticas públicas específicas para comunidades afetadas em áreas de jazidas; não repartição de royalties com essas pessoas. E a escola precisa dar conta disso. Nós, ensinantes das Ciências, precisamos discutir sobre isso com nossos/as estudantes.

Dessa forma, propusemos o ciclo pedagógico em três etapas: pela investigação da problemática; pela ação acadêmica em busca de perguntas-respostas socioculturais para a produção de C&T; e, por fim, pela participação social discursiva, relativa à importância do projeto da Supercondutividade para o meio sociocultural. Esse ciclo pedagógico se pauta na metodologia de investigação-ação-participação (IAP), do sociólogo colombiano Orlando Fals-Borda (1925-2008), na qual “es central la creencia de que cada persona y comunidad poseen un conocimiento propio que debe ser considerado un elemento clave en el diseño de cualquier proyecto de investigación o trabajo político” (MATO, 2014, p. 258). E, dessa forma “(...) la articulación de los saberes expertos y saberes locales resulta en una sinergia productiva.” (*ibid.*)

Portanto, elegemos como espaços-tempos de interpretação a Física e a Matemática na etapa do Ensino Médio, via formação discursiva que “(...) se define como aquilo que numa formação ideológica dada - ou seja, a partir de uma posição dada em uma conjuntura sócio-histórica dada - determina o que pode e deve ser dito.” (ORLANDI, 2015, p. 43) Poder e dever buscados na premissa de uma efetiva função social para descolonizar o projeto da Supercondutividade.



OBJETIVOS

Como perspectiva crítica deste sequenciamento, sugerido pela via da investigação-ação-participação social (IAP) é preciso destacarmos:

- a. A importância de garantir o domínio prévio do conteúdo curricular específico de Física e de Matemática, norteado pelo que convencionamos nesta proposta de objetivo tecnocientífico. Ou seja, os objetivos que contêm as tensões negociais configuradas por práticas de poder legitimado institucionalmente no currículo escolar, embora em revisão de sua histórica abordagem hegemônica e homocêntrica. Portanto, deve-se:
 - Selecionar um problema tecnocientífico numa comunidade de sua escolha (preferencialmente de periferia) que possa ser superado por materiais supercondutores; e,
 - Avaliar os aparatos existentes nessa comunidade que contemplem tecnologias baseadas em supercondutividade, como: origem; estimativa de preço; problema que responde; não-problema absorvido; autoria.
- b. A importância de garantir a formação discursiva a partir desses conteúdos legitimados, sob uma perspectiva de pertencimento sociocultural - objetivo sociocultural. Conforme sustenta a Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2018), os mesmos devem ser responsivos aos deveres de uma escola que acolhe juventudes. Assim, deve-se:



- garantir o protagonismo dos estudantes em sua aprendizagem e o desenvolvimento de suas capacidades de abstração, reflexão, interpretação, proposição e ação, essenciais à sua autonomia pessoal, profissional, intelectual e política;

- valorizar os papéis sociais desempenhados pelos jovens, para além de sua condição de estudante, e qualificar os processos de construção de sua(s) identidade(s) e de seu projeto de vida (...). (BRASIL, 2018, p. 465).

Compondo a forma-conteúdo deste ciclo pedagógico-metodológico, entendemos que - dentro da análise de discurso franco-brasileira (ORLANDI, 2017; 2015; 2012), subjacente a essa proposta de sequenciamento -, ambas as categorias de objetivos (tecnocientíficos e socioculturais) são inseparáveis para a coesão transversal da formação discursiva que pretendemos, uma vez que os modos de individuação dos/das estudantes (gestos, silêncios, ditos, escritos, leituras, performances, intenções, comunicações) é que darão a concreção para o êxito do ensino-aprendizagem: autoria pela leitura-escrita (GIRALDI, 2010) na formação de outro discurso tecnocientífico.

Assim, em nível de objetivos socioculturais propomos:

- Problematizar o nível de alcance de um recurso tecnocientífico selecionado (por cada subgrupo), considerando a realidade socioeconômica das pessoas comunitárias;
- Sugerir possíveis soluções para as questões de acesso justo e democrático aos benefícios desse recurso; e,
- Delimitar quais protagonismos étnico-raciais contemplam o referido recurso tecnocientífico dentro do processo de produção, quanto à autoria (patente) e à empresa que o comercializa, bem como o seu acesso.



PÚBLICO-ALVO

Este sequenciamento didático foi pensado com especial atenção voltada a estudantes na etapa de Ensino Médio, da Educação Básica, compreendendo o espaço-tempo curricular de ensino-aprendizagem em Física e em Matemática. Mesmo direcionada, aqui, aos referidos campos de conhecimento, a proposta poderá ser readaptada para os ensinamentos de Química e de Biologia, considerando-se suas devidas ementas e tempos curriculares; bem como articulando-as e associando-as no escopo da linguagem Matemática, foco deste sequenciamento.

Para tanto, sugerimos aos professores/as que, ao fazê-lo, mobilizem didaticamente com sensível atenção ao conteúdo sociocultural que contém, atentando especialmente para os discursos de autoria dos/das estudantes. Relativamente à produção de sentidos sociocríticos quanto ao projeto da supercondutividade, ao ressaltarem o protagonismo de pessoas socioculturalmente invisibilizadas (comunidade, escola, trabalho, outras agências e instituições).

ROTEIRO DE AULAS PROPOSTAS

A organização deste sequenciamento se dará em 3 fases fundamentais:

1ª Fase: Investigação - os estudantes são provocados com situações-problemas levantadas pelo/a professor/a. Problemas socialmente solucionados ou não no campo da inovação tecnocientífica. É importante o despertar para o aspecto mais situado na comunidade em que vivem. A abordagem sócio-histórica sobre a descoberta da propriedade de alguns materiais: a supercondutividade,



marcando a importância do trabalho da ciência, seus imprevistos/casualidades, forma de organização, autores e origem. Como esse trabalho científico se configura como um projeto socioculturalmente dinâmico e por que. Em encontros eminentemente dialógicos, sintetiza a opinião do grupo em seu pertencimento/identidade sociocultural com a temática: soluções, hipóteses, ou seja, o repertório de linguagens que lhe é próprio.

2ª Fase: Ação - é uma fase complementar à fase de investigação, pois, a partir de questionamentos do grupo, instiga-os a dimensionarem aportes teóricos e práticos para solucionar o problematizado. Quais métodos poderão orientar sua ação? Essa fase, aliada às perguntas de investigação, gera a investigação-ação ou pesquisa-ação tão requerida em processos pedagogicamente críticos e emancipatórios. Requer uma mediação docente atenta e coordenada.

3ª Fase: Participação social - espaço-tempo mais requerido durante todo o desenvolvimento do sequenciamento, uma vez que os/as estudantes apresentarão à comunidade focal de trabalho o resultado da formação discursiva: a sociocultura da supercondutividade, em interlocução com o fazer científico. É importante estabelecer uma agenda ético-normativa para inserção na comunidade, atentando para a segurança, o respeito, a sociabilidade, a cordialidade nas abordagens de pesquisa. Requer, também, plena mediação docente.

Três fases constitutivas da metodologia de investigação-ação-participação (IAP), por Fals-Borda (2015).



Importante esclarecer que a abordagem do tema requerá um conjunto de conhecimentos prévios já desenvolvidos nos 1º e 2º bimestres letivos, estabelecidos nos programas curriculares de Física e de Matemática. Assim, apresentamos no Quadro 1 (adaptado) os conteúdos/tópicos pré-requisitos desta proposta.

Quadro 1 - Tópicos e objetivos curriculares do tema Supercondutividade.

Tópicos de Física	Objetivo
Modelos e partículas atômicas.	Conhecer os principais modelos atômicos, evolução, características, diferenças e as partículas atômicas.
Corrente elétrica, Modelo de Metal, Condutores e Isolantes Elétricos.	Entender o conceito de corrente elétrica, diferenciando condutores de isolantes elétricos; Visualizar a Ligação Metálica.
Resistência Elétrica, 1ª Lei de Ohm e Efeito Joule.	Compreender o Efeito Joule como resultado da existência de resistência à passagem de corrente elétrica num condutor e sua origem microscópica.
Magnetismo; Polos magnéticos; Campo magnético; Campo magnético da Terra; Linhas de Força	Estudar os polos magnéticos, suas interações e as representações geométricas dos campos magnéticos, partindo da representação de ímãs. Discutir sobre campos magnéticos e o campo magnético terrestre.
Campos magnéticos formados por corrente elétrica - Lei de Ampère.	Conhecer o princípio de geração de um campo magnético por uma corrente elétrica em um condutor (Lei de Ampère).
Indução eletromagnética: Leis de Faraday e de Lenz.	Compreender o fenômeno da indução eletromagnética (Leis de Faraday e de Lenz) em que o fluxo magnético variável em uma espira ou solenoide pode produzir corrente elétrica em um circuito.

Fonte: Adaptado de Vieira (2014).



Como tópicos de Matemática, situamos como fundamentais: Equações, inequações e funções de 1º e 2º grau; plano cartesiano; retas e parábolas; conjunto dos números Reais; regras de três; potenciação com base decimal; razões, proporções e porcentagens.

Por tais tópicos/conteúdos, aderidos ao repertório de linguagem dos/das estudantes, o/a professor/a estabelecerá aproximações com os sentidos buscados em torno de inovações tecnocientíficas. Para tanto, a abordagem inicial poderá se dar “através de vídeos e de textos explicativos, que busquem mostrar as tecnologias atuais que utilizem supercondutores ou equipamentos que auxiliem em diagnósticos médicos como a Ressonância Magnética Nuclear, trens magneticamente levitáveis, entre outras aplicações” (VIEIRA, 2014, p. 40).

FASE DE INVESTIGAÇÃO

Para iniciar a abordagem sobre tópicos de FMC, na fase de investigação, conforme ressaltado anteriormente, é imprescindível que a turma já tenha alcançado os objetivos tecnocientíficos do Quadro 1, bem como dos tópicos em Matemática. Dessa forma, levantamos nessa primeira fase os elementos não-pessoais do processo pedagógico, a saber:

- Conteúdos selecionados/negociados: O que é supercondutividade? Evolução histórica. supercondutividade como projeto social. Propriedades básicas de um supercondutor (resistividade e efeito Meissner);



- Sistema multimídias: Projetor multimídia; apresentação de slides em power point; internet (sala computadorizada); filme (disponível na Netflix); vídeo demonstrativo do efeito Meissner (disponível no *YouTube^{BR}*);
- Tempo sugerido para o trabalho docente-educativo:
Em classe: 12,5 horas-aula; Extraclasse: 14 dias.

Sequenciando a fase de investigação

Despertar o interesse do grupo para a realidade concreta, ou seja, para os sistemas tecnológicos que compõem o ambiente vivenciado. Um olhar sensível para as comunidades, as pessoas que nelas habitam. Sempre considerando as comunidades de residência dos/as estudantes. Assim: Negociar a temática com o grupo >> Esclarecer sobre a fase de investigação, por uma dinâmica de perguntas-respostas (inferência sobre os conhecimentos prévios dos estudantes quanto à: comunidade, seus aparatos, artefatos e sistemas tecnocientíficos) >> Apresentar o tema em discussão circular, formato mesa-redonda (sugestão de tempo em classe: 2 horas-aula, tempo: de 90 a 100 min).

Projetar o vídeo do canal *QuantumLevitation* (*YouTube^{BR}*, de 27 jun. 2011), disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=VyOtlSnG71U>.

Finalizar as primeiras 2 horas-aula sugeridas com uma rodada de impressões dos/as estudantes. Eleger um/a relator/a para anotação das falas, dúvidas, sugestões.

Promover a organização de um repertório de linguagens matemáticas, por equipe de estudantes: gráfica, equacional, expressão numérica (porcentagens, razões). Isso se deve se dar pela associação dessa linguagem com as implicações étnico-raciais >> Estudo/



leitura compartilhada de relatórios; textos; artigos; ensaios pelos/as estudantes, em subgrupos de até 3 estudantes (sugestão de tempo para tarefa extraclasse: 7 dias).

Para tanto, sugerimos como textos midiáticos:

- a. Raposa Serra do Sol: a questão de honra do general Augusto Heleno: Quais são os interesses por trás da proposta de revisão da demarcação da Terra Indígena localizada na Amazônia? - Por: Leonardo Fernandes - Fonte: Brasil de Fato, São Paulo, 18 dez. 2018. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2018/12/18/raposa-serra-do-sol-or-a-questao-de-honra-do-general-augusto-heleno/>.
- b. Relatório acusa Apple, Samsung e Sony de conivência com trabalho infantil - Fonte: BBC News Brasil, 19 jan. 2016. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2016/01/160119_trabalho infantil_anistia_rp.
- c. O mega esquema 'criminoso' do Nióbio 98% das reservas conhecidas no mundo estão no Brasil, que é responsável atualmente por 90% do volume comercializado - Por: João Baptista Pimentel Neto; Fonte: Brasil de Fato; Edição: Diálogos do Sul, 23 fev. 2018. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2018/02/23/o-mega-esquema-criminoso-do-niobio/>.
- d. Nióbio - Por: Rui Fernandes P. Júnior, Fonte: Departamento Nacional de Pesquisa Mineral/MG, [2017?]. Disponível em: http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumario-brasileiro-mineral-2017/niobio_sm_2017.



- e. Bem vindos à Idade do Tântalo e ao planeta dos recursos de conflito - Fonte: Leigos e Ciência [blog]: sobre a atitude do público para com a ciência, a tecnologia e os cientistas, out. 2014. Disponível em: <http://leigoseciencia.blogspot.com/2014/10/bem-vindos-idade-do-tantalo-e-ao.html?view=sidebar>.
- f. O Coltán e a guerra do Congo - Fonte: Site: Latinoamericana.org, [2013?]. Disponível em: <http://latinoamericana.org/2003/textos/portugues/Coltan.htm>.
- g. Coltán: comercio sangriento - Fonte: Semiperiodismo, 10 jan. 2013. Disponível em: <https://semiperiodismo.wordpress.com/2013/01/10/coltan-comercio-sangriento/>
- h. O que é nióbio e como ele pode ajudar o Brasil?: o metal exibido por Bolsonaro, você já ouviu falar do Nióbio? Sabia que o Brasil é o país mais rico do mundo neste elemento? Que ele vale MUITO dinheiro? Provavelmente você não sabe, mas por quê? - Por: Maximiliano Meyer. Fonte: Oficina da Net, atualiz.: 28 jun. 2019. Disponível em: <https://www.oficinadanet.com.br/post/13705-o-que-e-niobio-e-como-ele-pode-enriquecer-o-brasil>.
- i. A guerra do coltan: exploração dos minérios não beneficia a população local - Fonte: EBC: TV Brasil [on-line]: Nova África, 29 fev. 2016. Disponível em: <http://tvbrasil.ebc.com.br/novaafrika/episodio/a-guerra-do-coltan>.
- j. O sector mineiro na América do Sul. Por: Gustavo Lagos e David Peters. Fonte: Plataforma Democrática, n. 10, jul. 2010. Disponível em <http://www.plataformade->



mocratica.org/Arquivos/O%20sector%20mineiro%20na%20america%20do%20sul.pdf.

- k. A exploração de coltan e os conflitos no leste da República Democrática do Congo - Por: Marcelle Christine Bessa de Macedo. Fonte: Rev. NEIBA: Cadernos Argentina-Brasil, v.5, n.1, 2016. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/neiba/article/view/28072/20396>.
- l. Viagem ao berço do coltan, o coração dos 'smartphones': os obstáculos para certificar os minerais 'limpos' deixaram muitas famílias sem renda - Por: Gemma Parellada. Fonte: El País [on-line], 25 fev. 2016. Disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil/2016/02/19/internacional/1455896992_924219.html.

Com esses textos (escolhidos por cada subgrupo), propor aos estudantes que elaborem gráficos, esquemas, mapas conceituais ou tabelas, para representação do foco problematizador. Conduzir a explicação orientada para o funcionamento de sentidos sobre a identidade étnico-racial das pessoas envolvidas em cada texto/discurso. A apresentação desses resultados ficará sob a decisão de cada subgrupo, quanto à elaboração de: cartazes; PowerPoint (slides); demonstração de um artefato pré-selecionado; ou seja, tudo descrito em linguagem Matemática. Em cada apresentação, o subgrupo irá conceituar: O que é supercondutividade? Qual finalidade social desse projeto? (Sugestão de tempo para as apresentações em classe a serem distribuídas em: 2 horas-aula)

Após o tempo decorrido de 2 horas-aula, conforme sugerido, o (a) professor (a) apresentará a *Evolução histórica da Supercondutividade* (Sugestão de tempo em classe: 1 hora-aula). Como materiais de base



teórica para o (a) docente, indicamos as contribuições de Ostermann, Ferrari e Cavalcanti (1998), e Costa e Pavão (2012).

Em uma sessão de cinema na escola, projetar o filme *El cuaderno de Sara* (lançado em 2018, pela Netflix). O principal objetivo da sessão será a descrição/interpretação sobre: o não-problema vivenciado pelo personagem Jamir (menino-guia para as minas de coltán, protagonizado por Iván Mendes); a extração do coltán; a guerra civil no Congo; o produto tecnocientífico; o colonialismo digital >> Sessão de cinema na escola e descrição/interpretação do filme (sugestão de tempo em classe: 3 horas-aula + 1 hora-aula para discussão baseada em questões problematizadoras).

Nessa subfase, levantar as seguintes discussões (em papeletes com 2 questões para cada subgrupo de até 5 estudantes): Qual o nível de alteridade na tecnociência que consumimos? O conteúdo do filme remete a quais objetivos da ciência aplicada? A quem importa o jogo de poderes envolvido em conteúdos de inovações tecnocientíficas? Há igualdade de acesso ao produto final dessas inovações? Quais políticas nacionais têm defendido a agenda ambiental na exploração desses insumos? Quem são as pessoas autoras da inovação? A quem dão respostas? Quem trabalha para tornar possível uma inovação? Seus direitos têm sido levados em consideração nesse processo?

Ao fim dessa rodada de discussões, cada subgrupo deverá produzir um texto dissertativo sobre o papel do personagem *Jamir*, situando-o como um estudante de Física e Matemática do Ensino Médio. Nesse contexto deverá criar uma situação para explicar ao mesmo sobre as propriedades dos supercondutores: resistividade; condutividade; temperatura crítica (T_c); LTS (*low-temperature of superconductor*) e HTS (*high-temperature of superconductor*); supercondutores Tipo I e Tipo II; calor específico, dentre outras representadas e explicadas graficamente. Complementarmente, ler a matéria: *A Revolução dos Supercondutores: fios de cerâmica capazes de transportar eletricidade*



sem perda de energia podem mudar a vida como a conhecemos - publicada na revista Super Interessante.

Aliando o texto à matéria, os subgrupos irão discutir, a partir do filme e de sua realidade, sobre a necessidade de produção de materiais supercondutores em seu modo/estilo de vida e no modo/estilo de vida do congolês *Jamir*. Ambos em torno do problema e do não-problema social gerado pela inovação tecnocientífica. Os subgrupos deverão apresentar o texto como se estivessem ministrando uma microaula ao *Jamir*, para explicitar todas as questões levantadas (sugestão de tempo extraclasse: 7 dias) + (sugestão de tempo em classe: 20 min/subgrupo, sendo 8 subgrupos >> total de 160 min).

FASE DE AÇÃO

- Conteúdos selecionados/negociados: Definido pelos estudantes no projeto;
- Sistema multimeios: projeto em arquivo compartilhado *in the cloud* (sugestão: *drive* do Gmail) com o/a professor;
- Sugestão de tempo para o trabalho docente-educativo: Em classe: 8 hora-aula; Extraclasse: 7 dias.

Sequenciando a fase de ação

Os discentes devem produzir um projeto simplificado sobre a problemática sociocomunitária selecionada pelo subgrupo de trabalho,



a partir do roteiro sugerido em classe (cf. Quadro 2) (sugestão de tempo extraclasse: 7 dias).

Quadro 2 - Roteiro para projeto discente.

Escola de Educação Básica [nome da escola]

Nome dos/as autores/as do Projeto:

Turma: Ano:

- a. Título do projeto: *[indicar como vocês irão denominar seu projeto. É interessante que esse título chame atenção da comunidade para a qual o mesmo será apresentado.]*
- b. Problema a ser resolvido: *[fazer o questionamento em torno de uma situação-problema que vocês observaram na comunidade e que poderia ser solucionada com uma inovação tecnocientífica; e, outra situação-não-problema que tem sido ocasionada pela inserção dessa inovação. É importante realizarem um levantamento prévio junto aos comunitário - Sugestão: breve pesquisa de opinião. Vocês poderão elaborar perguntas que lhes instiguem para o projeto.]*

[Orientação ao/à docente: Seleção de um problema sociocomunitário pelos/as estudantes, por áreas/campos de 'inovação tecnocientífica' que use como matéria-prima o coltán, sendo: medicina (próteses); indústria de mobilidade urbana (trens e carros); telecomunicações; piercing ('bijuterias de nióbio'); eletroeletrônica em geral. Essa é a fase de aprofundamento dos objetivos (tecnocientíficos e socioculturais) para a turma.]

- c. Objeto de estudo: *[a inovação tecnocientífica propriamente dita e a causa-efeito de sua inserção sociocultural]*
- d. Conteúdos: *[aqui vocês irão selecionar os conteúdos necessários para a elaboração do projeto, principalmente aqueles referentes: às propriedades de materiais supercondutores; à extração da matéria-prima; à indústria de transformação; ao consumo final]*



- Referentes teóricos: *[você poderão usar artigos, livros, sites, jornais eletrônicos, livro didático, enfim, todo material que dê suporte teórico e prático para seu projeto. Sugestão: alguns dos materiais do subitem 4.1.1]*
- e. Métodos de pesquisa e participação social dos resultados: *[você irão definir os caminhos que serão tomados para chegar aos resultados que levantaram como hipótese. As atividades no campo de pesquisa; formas de organizar; como coletar dados: entrevista; questionário; observação direta (ficha de controle); grupo focal. Definam, inclusive, o roteiro para observação-participação.]*
- Materiais e recursos necessários: *[faça uma previsão de tudo o que vocês forem levar a campo: celular com câmera; caderno/agenda; lápis; caneta; ou seja, tudo o que for utilizado para o trabalho na coleta e registro de dados].*
 - Participação social dos resultados: *Aqui vocês também irão definir de que forma pretendem retornar os resultados da pesquisa à comunidade trabalhada; como irão comunicar o produto de sua pesquisa, os aspectos relevantes, as informações necessárias para reorientar sentidos, signos e significados socioculturais.]*
- f. Análise dos resultados: *[Esse é o momento de vocês organizarem todos os dados coletados e fazerem uma leitura crítica, interpretando e descrevendo todas as impressões, relacionando-as com autores/as, os artigos, as divulgações científicas, os relatórios, tudo o que contribuiu para sua análise. Pensem que dessa análise vocês compilarão as informações necessárias para comunicação - fase de participação social - à comunidade].*



- g. Considerações finais: *[Aqui nesse item vocês poderão escrever se alcançaram seus objetivos; quais foram as limitações do projeto; quais seriam outras possibilidades que perceberam em campo; sugestões para outras turmas poderem dar seguimento ao trabalho; outras formas de elaborar a pesquisa; como se deu o processo de participação social dos resultados. É o momento de retomarem os objetivos e narrar suas impressões sobre tudo o que transcorreu]*

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Essa fase está diretamente articulada à finalização da fase de investigação, pelas tomadas de decisões (após um tempo sugerido de 7 dias) dos subgrupos. É imprescindível a mediação do/a professor/a. Os projetos poderão ser apreciados em reunião particular com cada subgrupo. Poderemos chamar de aula especial: sugestão de 8 horas-aula, sendo 1 hora-aula por subgrupo.

FASE DE PARTICIPAÇÃO SOCIAL

- Conteúdos selecionados/negociados: conforme projetos de cada subgrupo.
- Sistema multimeios: em campo (espaço público: praças, parques; associação de bairro; espaços em igrejas; clubes; sindicatos).
- Tempo sugerido para o trabalho discente: Em classe: 5 horas-aula; Extraclasse: 1 dia para cada projeto (data a combinar, para que todos os subgrupos participem).



Sequenciando a fase de participação social

Fase de participação social dos resultados encontrados em toda a execução do projeto: a sociocultura da Supercondutividade. É o trabalho de comunicação, no qual cada subgrupo apresentará os resultados, a avaliação e autoavaliação do projeto. Tempo sugerido: 240 min / 5 horas-aula. Organizar um ambiente mais formal, como se fosse um seminário aberto, solene. Os estudantes poderão convidar seus familiares, seus amigos, ou mesmo membros influentes da comunidade e da própria pesquisa.

O (a) docente atua como um (a) mestre (a) do cerimonial. Coordena a organização do espaço (infraestrutura, coquetel coletivo). Apresenta o projeto, seus objetivos, controla tempos de falas, abre para perguntas, debate, discussão, fotografa. Importante a participação da direção pedagógica e escolar, mediando diplomaticamente sua posição gestora na educação desses/as jovens.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta proposta de sequenciamento se conduz por caminhos de transversalidade curricular, podendo ser redimensionada em quaisquer etapas de execução. Assim como ser readaptada para os ensinos de Química e de Biologia.

Fato é que o objetivo principal da proposta está orientado para uma revisão em formas-conteúdos de ensinar Física e a linguagem Matemática, representando, para além do viés tecnocientífico, seus funcionamentos socioculturais, quanto ao potencial em promover outras formações discursivas. Assim, este sequenciamento didático não se propõe a focar em conteúdos específicos desses campos e áreas do conhecimento, mas trazer à reflexão o caráter de construção



de problemas e não-problemas que poderão ser respondidos por essas áreas. Ou melhor, a função social de ensinar ciências a partir de seus projetos tecnocientíficos.

Dessa forma, consideramos importante a ponderação de professores/as de ciências na Educação Básica quanto a conteúdos socioculturais que ficam subjacentes ao conteúdo tecnocientífico. Isso invisibiliza pessoas, culturas, neutraliza autorias e discursos, que de forma relevante poderiam gerar diálogos em alteridade, democracia, justiça social e cognitiva. Ou seja, formas-conteúdos de ensinar ciências pelo viés de sentidos, saberes e significados na pauta de inovações.

Esperamos contribuir com uma forma-conteúdo tecnocientífica plenamente articulada à realidade sociocultural de comunidades, periferias, guetos, favelas. Ou melhor, para formação de pessoas à margem do capitalismo, mão de obra invisibilizada, inferindo sobre suas formas de viver, de saber, de ser. Renegadas em protagonismo pela tomada de decisões e produção de sentidos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Base Nacional Comum Curricular: educação é a base*. 2018. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/a-base>. Acesso em: 20 jun. 2019.

BRASIL, M.; SILVA, H. C. Para pensar as controvérsias científicas em aulas de ciências. *Ciência & Ensino*, v. 1, p. 1-16, 2007. Disponível em: <http://200.133.218.118:3536/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewFile/132/106>. Acesso em: 30 jun. 2019.

CASSIANI, S.; VON LINSINGEN, I. (orgs.). *Resistir, (re)existir e (re)inventar a educação científica e tecnológica*. Florianópolis: UFSC/CED/NUP, 2019. Disponível em <http://dicite.paginas.ufsc.br/files/2019/08/PDFinterativo-eBook.DiCiTE.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2020.



COSTA, M. B. S.; PAVÃO, A. C. Supercondutividade: um século de desafios e superação. *RBEF*, v. 34, n. 2, 2012. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v34n2/v34n2a17.pdf>. Acesso em: 5 jul. 2019.

FALS-BORDA, O. *Una sociología sentipensante para América Latina. Antología y presentación de Víctor Manuel Moncayo*. 2015. Disponível em <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20151027053622/AntologiaFalsBorda.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2020.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 13.ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

GIRALDI, P. M. *Leitura e escrita no ensino de ciências: espaços para produção de autoria*. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Centro de Ciências da Educação. Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, 2010.

MALDONADO-TORRES, N. Sobre la colonialidad del ser: contribuciones al desarrollo de un concepto. In: CASTRO-GÓMEZ, S.; GROSFUGUEL, R. (ed.). *El giro decolonial: reflexiones para una diversidad epistémica más allá del capitalismo global*. Bogotá: Siglo del Hombre, 2007. Disponível em: <http://ram-wan.net/restrepo/decolonial/17-maldonado-colonialidad%20del%20ser.pdf>. Acesso em: 3.jul. 2019.

MATO, D. No 'estudiar al subalterno', sino estudiar con grupos sociales 'subalternos' o, al menos, estudiar articulaciones hegemónicas de poder. *Desafíos*, v. 26, n. 1, p. 237-264, 2014. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-40352014000100008&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 9.mai.2019.

ORLANDI, E. P. *Eu, Tu, Ele: discurso e real da história*. 2.ed. Campinas, SP: Pontes, 2017.

ORLANDI, E. P. *Análise de discurso: princípios e procedimentos*. 12.ed. Campinas, SP: Pontes, 2015.

ORLANDI, E. P. *Discurso e texto: formulação e circulação dos sentidos*. 4.ed. Campinas, SP: Pontes, 2012.

OSTERMANN, F.; FERREIRA, L. M.; CAVALCANTI, C. J. H. *Supercondutividade: uma proposta de inserção no ensino médio*. Porto Alegre: Instituto de Física, UFRGS, 1998. Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/n8_ostermann_ferreira_cavalcanti.pdf. Acesso em: 5 jul. 2019.



VIEIRA, D.M. *Supercondutividade*: uma proposta de inserção no ensino médio. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGEF). Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Vitória, 2014.

VON LINSINGEN, I. Perspectivas curriculares CTS para o ensino de engenharia: uma proposta de formação universitária. *Linhas Críticas*, UnB, v. 21, n. 45, p. 297-317, maio-ago. 2015.

WIKIPEDIA. Supercondutividade. Disponível em <https://pt.wikipedia.org/wiki/Supercondutividade>. Acesso em: 2 jul. 2019.



SUMÁRIO



6

Kleber Briz Albuquerque

Vanderlei José Valim Vieira Filho

NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA COMO TEMA PARA O ENSINO MÉDIO:

possibilidades
e sugestões para produção
de um roteiro didático

CONVERSANDO COM O PROFESSOR

A problematização das relações existentes entre o desenvolvimento científico e tecnológico de uma sociedade, em uma determinada época, e as transformações nas relações sociais provenientes deste desenvolvimento, pode contribuir para uma abordagem crítica e histórica de ensino de ciências. Além disso, a história no ensino de ciências pode aumentar a motivação do estudante, além de ajudar no desenvolvimento de conceitos e fornecer uma visão rica da natureza da ciência e da investigação científica (FRANKLIN; HIPPELÄINEN, 2013). É essencial que o estudante compreenda que o conhecimento tecnológico e científico, historicamente se relaciona com as sociedades, perpassando o âmbito social, político e econômico.

Também é importante se considerar, no ensino de ciências, possíveis relações existentes entre os conhecimentos científicos e o cotidiano dos estudantes. Estas relações fortalecem a compreensão de que a construção do conhecimento científico ocorre a partir de diferentes áreas. Nesta direção, a nanociência-nanotecnologia (N&N) surge como tema que possibilita diversas discussões.

Pode-se destacar que este campo de estudo permite a discussão dos conhecimentos científicos em diferentes áreas como Física, Química e Biologia. A N&N também possibilita a discussão de conhecimentos técnicos envolvidos no desenvolvimento de tecnologias, as quais geram impactos sociocientíficos e culturais, tendo em vista que esta área possui inúmeras aplicações práticas. Ademais, a N&N possui suas próprias características dadas as peculiaridades das interações que ocorrem na escala nanométrica.

Tonet e Leonel (2019), em uma revisão da literatura sobre estudos, na área de N&N, apresentados nos principais eventos de ensino de Física entre 2008 e 2017, verificaram um crescimento no



número de trabalhos relacionados ao tema. Os autores também apontam a temática como um assunto que se enquadra nas principais diretrizes nacionais, devido ao seu aspecto sociocientífico e cultural. Por se tratar de um tema controverso, devido à falta de conhecimento sobre os possíveis efeitos que o uso dos nanomateriais pode gerar, os autores ressaltam que os trabalhos apontam “a necessidade de tratar as questões sociais, éticas, políticas e econômicas intrínsecas ao tema, tendo cuidado para não reforçar a visão de neutralidade e salvacionista que muitos indivíduos trazem acerca da tecnologia” (TONET; LEONEL, 2019, p. 449).

A partir destas reflexões, se sugere o desenvolvimento de práticas de ensino que contemplem: (A) Uma abordagem histórica que considere a relação entre o desenvolvimento das técnicas e da tecnologia, de determinadas sociedades em determinados períodos, e as transformações sociais; (B) Discussão das características da área de N&N, com base na palestra proferida por Richard Feynman, “Há mais espaço lá embaixo” (*There's a plenty room at the bottom*) (FEYNMAN, 1976); E (C) debates de possíveis implicações da nanotecnologia considerando que a ciência e a tecnologia assumem um papel fundamental no modo de produção capitalista a partir das revoluções industriais.

Ao se considerar a relação entre desenvolvimento tecnológico e as transformações nas relações sociais não se pretende fortalecer uma concepção determinista da tecnologia, que a compreende totalmente “autônoma”, isenta da influência de fatores sociais, políticos e econômicos. Não se pode afirmar que todas as alterações na nossa forma de vida são pré-determinadas por um desenvolvimento tecnológico. Por mais que o desenvolvimento tecnológico cause impactos sociais, alterando nossos padrões de vida, esse desenvolvimento é sustentado por uma série de interesses e não age por lógica própria (GARCÍA *et al.*, 2000).

REFLEXÕES SOBRE N&N E SUAS IMPLICAÇÕES NA SOCIEDADE

Conhecimentos que se relacionam com a área de N&N já se faziam presentes desde o início do século XX, com as descobertas da natureza quântica da luz e com o desenvolvimento de uma melhor compreensão da matéria. Porém, a nanociência começa a se fortalecer com a palestra “Há mais espaço lá embaixo” (*There’s a plenty room at the bottom*), proferida por Richard Feynman em 1959, na reunião anual da Sociedade Americana de Física na Caltech. Nesta palestra, Feynman comenta sobre o campo de pesquisa referente à N&N e destaca a possibilidade de se explorar uma infinidade de aplicações técnicas da área. Discorre sobre diversos exemplos de manipulação e controle em escalas pequenas, na ordem de nanômetros, discutindo possibilidades e limitações a serem superadas.

Dentre os assuntos que Feynman apresenta nesta palestra, no que tange à proposta didática a ser aqui desenvolvida, é importante destacar dois aspectos da fala do cientista: a contribuição de diversas áreas (Física, Química, Biologia e Engenharias) para a nanociência e as inúmeras aplicações tecnológicas que este campo proporciona.

Em relação à contribuição de diversas áreas, dentre os tópicos debatidos por Feynman, ele discute a miniaturização de informações e computadores, o desenvolvimento de microscópios, a relação dos sistemas biológicos com os processos a serem desenvolvidos na escala nano e o rearranjo de átomos.

Nesta palestra, Feynman projetou possíveis inovações tecnológicas provenientes do desenvolvimento da área de N&N. O curioso é que diversos produtos utilizados atualmente possuem conhecimentos da área de N&N, que foram propostos por Feynman na palestra de 1959. Estas tecnologias são produzidas em larga escala



através da manipulação e rearranjo de átomos e também de materiais de nanopartículas, os quais podem ser empregados em cosméticos, tintas, revestimentos além de materiais estruturais e nanotubos usados como sensores (SILVA, 2007; SCHULZ, 2005).

Outro ponto a se destacar é que várias contribuições da área de N&N foram laureadas com o Prêmio Nobel. Em 2016, por exemplo, os prêmios Nobel de Física e Química foram para as contribuições que permitiram o domínio e a manipulação de fenômenos na escala nanométrica. Isso foi consequência do desenvolvimento da concepção, fabricação e explicação teórica de nanoestruturas e máquinas moleculares (BASSALO; FARIAS, 2017).

Produtos como televisores de LEDs, marcadores sanguíneos, pigmentos e os mais diversos tipos de embalagens foram produzidos a partir do desenvolvimento da área (SILVA, 2007). Séries e filmes utilizam e adaptam conhecimentos para contribuir para sua história, como é o caso da armadura do Homem de Ferro no filme *Vingadores*¹³. Notícias sobre N&N¹⁴ se tornam cada vez mais numerosas e surpreendentes, como o uso de nanotecnologia para limpar e despoluir rios e lagos¹⁵ ou o desenvolvimento de nanotubos para criar uma nova maneira de aproveitar a energia solar¹⁶ ou mesmo melhorar nossa compreensão da vida animal¹⁷.

13 A Armadura do Homem de Ferro. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=jB3EFK_vAo>. Acessado em: 08 de Setembro de 2019.

14 Nanotecnologia. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=aihmaB2Xgxo>>. Acessado em: 08 de Setembro de 2019.

15 Nanotecnologia é usada para remover substâncias e despoluir rios e lagos. Disponível em: <https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/salalmprensa/noticias/arquivos/2017/11/Nanotecnologia_e_usada_para_remover_substancias_e_despoluir_rios_e_lagos.html>. Acessado em: 08 de Setembro de 2019.

16 O futuro da energia solar pode estar na nanotecnologia. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/tecnologia/cientistas-descobrem-como-gerar-energia-solar-no-escuro/>>. Acessado em: 08 de Setembro de 2019.

17 AmazingWaysAnimals Use Nanotechnology. Disponível em: <<http://discovermagazine.com/galleries/zen-photo/a/amazing-animal-nanostructures>>. Acessado em: 08 de Setembro de 2019.



Aqui no Brasil, um dos assuntos que tem se tornado destaque no que se refere a esta área é a cristalização do carbono para formar grafeno. De acordo com a pesquisa de Segundo e Vilar (2016) os trabalhos acadêmicos, da graduação ao doutorado, cresceram consideravelmente de 1974 até 2015. Além disso, de 2010 a 2015, o número de publicações brasileiras relacionadas ao grafeno praticamente triplicou. Este crescimento também é apontado por Marcone (2015), que verifica um crescimento exponencial na produção científica sobre N&N, não só a nível nacional, mas também mundial entre os anos de 1991 a 2015.

Neste sentido, a N&N se apresenta como um campo de pesquisa com fortes implicações sociais, políticas, econômicas e ambientais cujos desafios técnicos, associados a estes conhecimentos, proporcionam pontos positivos e negativos a serem explorados e debatidos.

UMA ANÁLISE CRÍTICA DO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

Para uma análise crítica da nanotecnologia na sociedade atual, considera-se que a partir das revoluções industriais europeias a ciência e tecnologia assumem um papel fundamental no desenvolvimento dos processos de produção do sistema capitalista. Mostram-se necessárias algumas reflexões sobre a tecnologia moderna, entendendo que esta tecnologia é a ciência do trabalho produtivo. Tal tecnologia diz respeito ao trabalho em que está envolvido o capital, o que é característico da economia capitalista e se diferencia da tecnologia do Neolítico ou da Idade Média.

A tecnologia moderna foi se constituindo a partir do século XVII no mesmo ritmo do desenvolvimento capitalista (GAMA, 1987). Assim, considera-se que a partir de um determinado momento histórico a ciência e a tecnologia se tornam ferramentas para o desenvolvimento do sistema



capitalista, o que transforma de maneira significativa a organização do trabalho e por consequência as sociedades. Neste sentido, no processo de construção de uma compreensão crítica do papel da tecnologia na sociedade contemporânea, mostra-se imprescindível considerar a estreita relação que as inovações tecnológicas possuem com o processo de desenvolvimento do capitalismo.

O estudo de Foladori e Invernizzi (2009) compreende que as tendências de acumulação do capital envolvem nanotecnologia, o que pode aumentar as desigualdades sociais no mundo, mesmo que esta faça parte dos discursos de diversos líderes mundiais como uma solução para sair de crises econômicas. É necessário analisar o impacto das novas tecnologias nas classes sociais, especialmente o impacto sobre a classe trabalhadora, bem como as maneiras pelas quais a nova tecnologia afeta a distribuição geográfica das classes.

Em termos de acumulação de capital, as nanotecnologias se equivalem à conquista de um mundo novo, uma vez que a natureza dúctil dessa tecnologia significa que pode ser aplicada a praticamente qualquer ramo da produção, com efeitos devastadores nas tecnologias antigas. Em relação aos impactos das nanotecnologias na estrutura de classes, o crescimento do desemprego é algo provável. Por um lado, porque a multiplicação de funções que os produtos de nanotecnologia desempenham reduz significativamente a quantidade de força de trabalho necessária, tanto no processo de produção quanto no manuseio, armazenamento, transporte e comercialização de produtos antigos que desaparecerão do mercado. Além disso, as indústrias produtoras de nanopartículas ou nanoestruturas como matéria-prima são altamente tecnificadas e não se espera que ocupem grande parte da força de trabalho. Não é esperado maior emprego naqueles que incorporam nano-matérias-primas em seus processos ou produtos. De fato, como qualquer outra área de alta tecnologia, é uma revolução tecnológica com pouca incorporação da força de trabalho (FOLADORI; INVERNIZZI, 2009).



Em relação à questão ambiental, não se tem conhecimento de todas as implicações da nanotecnologia. A própria legislação de atuação dos profissionais da área, seja para pesquisa ou produção para comercialização, prevê que no desenvolvimento de nanotecnologias o profissional tenha que elaborar protocolos de testes de biotoxicidade e ecotoxicidade, produzir ferramentas que avaliem o risco destas tecnologias, além de formular protocolos para controle e destruição das nanopartículas (MARCONE, 2015). A própria legislação de atuação dos profissionais da área, seja para pesquisa ou produção para comercialização, prevê que no desenvolvimento de nanotecnologias o profissional tenha que elaborar protocolos de testes de biotoxicidade e ecotoxicidade, produzir ferramentas que avaliem o risco destas tecnologias, além de formular protocolos para controle e destruição das nanopartículas (MARCONE, 2015).

Assim, a N&N não deve ser compreendida apenas por uma perspectiva que tem como base o destaque, quase que exclusivo, de aspectos positivos desta área, sem considerar a relação que esta possui com o modo de produção no qual se desenvolveu.

Objetivos

- Caracterizar a área de nanociência e nanotecnologia;
- Relacionar, de maneira geral, a tecnologia e a nanotecnologia com as transformações na sociedade;
- Realizar reflexões críticas a respeito da nanociência e da nanotecnologia.



PÚBLICO-ALVO

As atividades propostas no roteiro didático podem ser desenvolvidas individualmente por professores de Química ou Física. Estas atividades também podem ser desenvolvidas através de parcerias com professores de outras disciplinas, como por exemplo, História e Sociologia. Cabe destacar que o caráter interdisciplinar contido na proposta, pode ser potencializado através da participação de professores de diferentes áreas do conhecimento. Considerando uma disciplina com duas aulas semanais, cada uma com 45 minutos, a atividade pode ser realizada em sete semanas.

Como se trata de um tema interdisciplinar e um tópico de ciência moderna e contemporânea, este pode ser desenvolvido em qualquer série do Ensino Médio, adaptado aos currículos e planejamentos de cada escola.

Ao longo do desenvolvimento do roteiro didático é fundamental a utilização de materiais e recursos de apoio que contenham imagens e informações que contribuam para as discussões. O uso de notícias e vídeos surge como uma alternativa, inclusive para propiciar questionamentos de estudantes, devido ao caráter controverso e polêmico das aplicações da N&N. Além das notícias e referências apresentadas neste trabalho, ao longo do roteiro didático serão apresentadas algumas sugestões de materiais de apoio. Estes materiais podem ser disponibilizados via impressão ou recursos digitais, dependendo da realidade de cada escola. Além disso, as atividades são desenvolvidas em grupos, o que facilita a disponibilização de recursos, quando realizados via impressão.



SUMÁRIO

ROTEIRO DE AULAS PROPOSTAS

A proposta de roteiro didático que será apresentada teve inspiração nos três momentos pedagógicos (3MP), sendo estes: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002). Na problematização inicial, apresentam-se situações reais que os estudantes conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas, embora também exijam, para interpretá-las, a introdução contida nas teorias científicas. Na organização do conhecimento, os conhecimentos selecionados como necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são sistematicamente estudados sob a orientação do professor. Diversas atividades são realizadas, de modo que o professor possa desenvolver conceitos científicos fundamentais para compreensão das situações problematizadas. O momento de aplicação do conhecimento consiste em abordar sistematicamente o conhecimento apropriado pelos estudantes, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo como outras situações (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

Embora cada etapa dos 3MP esteja pré-estabelecida para o roteiro, nada impede que no momento da problematização inicial sejam formalizados alguns conceitos pelo professor ou que no momento de aplicação de conhecimento as dúvidas sejam retomadas e sistematizadas com ajuda do professor, tal qual são realizadas no momento de organização do conhecimento. A atitude problematizadora do professor é elemento



inspirador dos 3MP a ser enfatizado, no sentido de despertar nos estudantes a necessidade e a curiosidade em buscar novos conhecimentos que lhes permitam instrumentalizar-se de tal forma que consigam responder a problematização inicial.

Sendo assim, a Tabela 1 apresenta uma sugestão de cronograma para o roteiro didático com uma breve descrição de abordagem para cada uma das aulas.

Quadro 1 - Proposta de sequência de aulas.

Aula	Descrição/sugestão de abordagem
Problematização inicial	
1	Realização de uma investigação inicial das concepções prévias dos estudantes sobre tecnologia, técnica, nanociência e nanotecnologia, a partir de algumas questões e imagens. Este primeiro momento deve suscitar elementos para apresentação da problematização inicial: "Afim, o que é nanotecnologia?". É importante realizar registros dos apontamentos e questões dos estudantes.
Organização do conhecimento	
2 – 3	1ª Etapa: Resgate de momentos históricos (controle do fogo pelo homem, revolução agrícola e revolução industrial), os quais ressignificaram as relações entre indivíduos dentro das sociedades. Reflexões sobre a importância do avanço das técnicas e do desenvolvimento tecnológico. Como recursos, são utilizados textos e vídeos para fomentar e complementar as discussões.





SUMÁRIO

Aula	Descrição/sugestão de abordagem
4 - 5	2ª Etapa: Introdução de reflexões sobre a área de N&N a partir da palestra “Há mais espaço lá embaixo” (There’s a plenty room at the bottom) de Richard Feynman. Propõe-se apresentar alguns trechos da fala de Feynman e fazer um paralelo com chamadas de notícias atuais. Após esta introdução, sugerimos a apresentação do vídeo “O que é nanotecnologia?”, seguido de um debate sobre os conhecimentos ali apresentados. Sugerimos que a discussão seja complementada com imagens que demonstre a escala nanométrica e também uma retomada dos apontamentos e questões dos estudantes da Aula 1.
6 - 7	3ª Etapa: Realização de questionário com perguntas referentes à área de N&N. Para responder o questionário, os estudantes deverão estar organizados a partir do método de aprendizagem cooperativa Jigsaw. Para isso a turma será organizada em grupos (Figura 1) os quais além do questionário receberão também uma notícia referente à área de N&N. Esta atividade será desenvolvida considerando as discussões realizadas nas aulas anteriores.
8 - 9	4ª Etapa: Devolutiva da dinâmica anterior. Realização de reflexões críticas a respeito da nanociência e da nanotecnologia. Durante o desenvolvimento das aulas o estudante deverá reconhecer a importância do papel da ciência e da tecnologia moderna para o desenvolvimento do capitalismo industrial, essa reflexão visa contribuir para a construção de uma concepção não neutra de ciência e tecnologia. Posteriormente, fomenta-se a reflexão sobre algumas possíveis implicações da N&N para a sociedade.
Aplicação do conhecimento	
10 11 12	1ª Etapa: Produção do projeto de folder contendo a resposta a Problematização Inicial e informações sobre o subtema designado ao grupo. O folder deverá conter também, elementos discutidos nas aulas anteriores. A distribuição de temas fique a critério do professor. É importante apresentar diferentes exemplos de folder para os estudantes e entregar materiais sobre cada um dos temas para os grupos.

Aula	Descrição/sugestão de abordagem
13 14	2ª etapa: Apresentação dos projetos de folder dos grupos. Ao longo das apresentações, o professor deve fomentar as discussões com perguntas e estabelecer relações entre os temas apresentados.

Fonte: Elaboração dos autores (2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A temática de N&N se demonstra como um assunto emergente devido ao seu caráter controverso e a sua aplicabilidade tecnológica. Estes aspectos podem se relacionar com questões éticas, econômicas, sociais, ambientais, políticas e científicas. Pesquisas sobre os nanomateriais e as nanoestruturas são realizadas em diversos países. Destaca-se a importância de fomentar as reflexões com os estudantes que considerem as implicações positivas e negativas destas novas tecnologias.

Considerando o ensino, por se tratar de um tema polêmico e controverso, as dificuldades podem aparecer durante o desenvolvimento das aulas. Assim, o ensino tradicional pode se mostrar insuficiente e não abordar as diferentes questões e discussões que o tema pode proporcionar.

O resgate histórico realizado, o qual considera as relações entre o avanço das técnicas, o desenvolvimento tecnológico e as transformações sociais, busca contribuir para a construção de uma compreensão crítica e contextualizada, do estudante, em relação às tecnologias e inovações tecnológicas. Destaca-se a importância de se considerar que com o advento da ciência e da tecnologia moderna, aumenta a relação entre as inovações técnicas e/ou tecnológicas



e o capital, o que torna a ciência e a tecnologia influenciadas pelas necessidades do modo de produção capitalista.

O desenvolvimento da N&N permite, dentre outros exemplos, miniaturizar circuitos, ampliar nossa compreensão das interações moleculares, sejam elas químicas, físicas ou biológicas, ou mesmo o desenvolvimento de materiais com diferentes propriedades. Nesta direção, a comparação entre a fala de Richard P. Feynman, na palestra proferida em 1959, com algumas notícias atuais, evidencia as potencialidades da N&N. Ao mesmo tempo, Feynman também demonstra a necessidade da compreensão dos conhecimentos científicos de diversas áreas (Física, Química, Biologia e Engenharias) para que muitas daquelas estruturas e fenômenos descritos na palestra pudessem ocorrer. Atualmente, é possível afirmar que a comunidade científica amadureceu sua perspectiva dentro desta área, não só pelo crescimento de trabalhos, mas também pelas possibilidades relacionadas às aplicações desses conhecimentos.

Mostra-se pertinente explorar as diferentes facetas que perpassam o debate em torno da N&N. Logo, as relações que envolvem o capital se tornam presentes e exigem uma abordagem crítica e consciente, para que a exploração destes recursos não traga grandes prejuízos à classe trabalhadora, a sociedade e/ou ao meio ambiente. Ou seja, os estudantes devem estar preparados a olhar criticamente as mudanças que a inserção destas tecnologias proporciona.

Para trabalhar todos estes elementos são consideradas no roteiro didático diferentes metodologias de ensino e distintas formas de avaliação, visando principalmente, uma dinâmica de construção com base em relações coletivas e cooperativas. A resolução do questionário envolvendo o método cooperativo *Jigsaw*, pode proporcionar um ambiente de reflexão e compartilhamento. A produção de folders em grupos evidencia a convergência de conhecimentos científicos e culturais, além de exercitar a criatividade e olhar crítico dos estudantes.



Ademais, se espera que as discussões realizadas neste trabalho facilitem a construção de novas propostas para a mesma temática ou para assuntos relacionados.

REFERÊNCIAS

- BASSALO, J. M. F.; FARIAS, R. F. Prêmio Nobel de 2016: Química e Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 34, n. 2, p. 479-508, ago. 2017.
- BAZZO, W. A.; LINSINGEN, I. V.; PEREIRA, L. T. V. *Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)*. Madri: OEI, 2003.
- BORBA, J. S. *A Confecção De Fanzines como Recurso Didático No Ensino De Sociologia Para O Ensino Médio*. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso Graduação em Licenciatura em Ciências Sociais. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, A. J.; PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Ed. Cortez, 2002.
- FATARELI, E. F. et al. Método Cooperativo de Aprendizagem Jigsaw no Ensino de Cinética Química. *Química Nova na Escola*, v.32, n.3, ago. 2010.
- FEYNMAN, R. There's Plenty of Room at the Bottom. *Engineering and Science*, n. 23. V. 5, p. 22-36, 1976.
- FOLADORI, G.; INVERNIZZI, N. Las nanotecnologias em lacrisis mundial. *Revista Latino americana*, v.23, 2009.
- FRANKLIN, C.; HIPPELÄINEN, J. Organic Reactions And Synthesis in an International Baccalaureate class. *International Journal on Math, Science and Technology Education*, v.1, n.1, 2013.
- GALVAN, C. G. *Capital: Tecnologia e Questionamentos*. João Pessoa: Shorin, 1989.
- GAMA, R. *A tecnologia e o trabalho na história*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1987.
- GARCÍA, M. I. G. et al. *Ciencia, Tecnologia y Sociedad: una introducción al estudio social de laciencia y latecnología*. Tecnos: Madrid. 2000.
- LEÃO, I. Z. C. C. O conceito de Tecnologia em Ruy Gama. *Economia & Tecnologia*, v. 6, jul./set. 2006.



LEITE, I. S. *et al.* Uso do método cooperativo de aprendizagem Jigsaw adaptado ao ensino de nanociência e nanotecnologia. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 35, n. 4, 2013.

MARCONE, G. P. S. Nanotecnologia e Nanociência: aspectos gerais, aplicações e perspectivas no contexto do Brasil. *Perspectivas da Ciência e Tecnologia*, v.7, n. 2, 2015.

MINDFUEL. "O Que é Nanotecnologia?". 2014. (3m26s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=oHgN4jtieTg>>. Acessado em: 08 de Setembro de 2019.

OLIVEIRA, Jr., P. H. B. *Notas sobre agricultura através do tempo*. Rio de Janeiro: Fase, 1989.

PAULA, M. A. N. R.; CARVALHO, A. P. O gênero textual folder a serviço da educação ambiental. *REGET*, v. 18, n. 2, mai/ago. 2014.

PINSKY, J. *As primeiras civilizações: repensando a história*. São Paulo: Contexto, 2011.

SCHULZ, P. A. B. O Que é Nanociência e Para Que Serve Nanotecnologia? *Física na Escola*, v. 6, n. 1, 2005.

SEGUNDO, J. E.; VILAR, E. O. Grafeno: Uma revisão sobre propriedades, mecanismos de produção e potenciais aplicações em sistemas energéticos. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, v. 11, n. 2, 2016.

SHERMAN, S. *Nanobots kill off cancerous tumours as fiction becomes reality*. Disponível em: <<https://www.ft.com/content/57c9f432-de6d-11e7-a0d4-0944c5f49e46>>. Acessado em 05 de set. 2019.

SILVA, E. Z. Nanociência: a próxima grande ideia? *Revista USP*, São Paulo, n.76, dezembro, 2007.

TONET, M. D.; LEONEL, A. A. Nanociência e Nanotecnologia: uma revisão bibliográfica acerca das contribuições e desafios para o ensino de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 36, n. 2, p. 431-456, ago. 2019.

VALADARES, E. C. Introdução aos Microscópios Eletrônicos de Varredura e Tunelamento. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 14, n.2, 1992.

VERASZTO, E. V. *Projeto Teckids: Educação Tecnológica no Ensino Fundamental*. 195 f. Dissertação Mestrado em Educação. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

ZEFERINO, B. C. G. Subsunção do trabalho ao capital: entraves para a emancipação do trabalho. *Revista eletrônica arma da crítica*, n.8, out. 2017.



ANEXOS

Aula 1

Objetivo geral: Investigar concepções prévias dos estudantes referentes à nanotecnologia e suas possíveis implicações, positivas e negativas, para as sociedades.

Objetivos específicos:

- Discutir aspectos gerais referentes à nanociência e nanotecnologia;
- Relacionar, de maneira geral, a tecnologia e a nanotecnologia com a sociedade;
- Estabelecer a problematização inicial: "Afinal, o que é nanotecnologia?".

Temas/assuntos: Tecnologia, nanociência e nanotecnologia.

Desenvolvimento metodológico

Como neste primeiro momento o objetivo é investigar algumas concepções prévias, dos estudantes, sobre a nanociência e nanotecnologia (N&N) e suas possíveis implicações para a sociedade, sugere-se ao professor iniciar a discussão com alguns questionamentos referentes à tecnologia e técnica:

- O que você entende por técnica e tecnologia? Estes conceitos são a mesma coisa? Consegue citar exemplos?
- Quais as influências das técnicas e tecnologias na história e na sociedade?
- Qualquer desenvolvimento ou inovação tecnológica trará apenas consequências positivas para a sociedade?

Após este momento de questões e discussões, sugere-se que o professor realize registros de falas dos estudantes acerca do entendimento de técnica e tecnologia. Em seguida, a aula continua com algumas questões voltadas à nanociência e à nanotecnologia:

- Já ouviu falar em nanociência ou nanotecnologia? O que é?



- Consegue citar exemplos, objetos ou fenômenos, que envolvam as nanotecnologias?
- Você considera que elas influenciam o nosso dia a dia?

Para fomentar o debate acerca da N&N e ao mesmo tempo suscitar exemplos e situações onde este conhecimento está presente, o professor apresenta o chamado de notícias de jornais ou revistas sobre a temática¹⁸. Para finalizar este momento da aula é sugerido que o professor faça registro dos principais apontamentos e dúvidas, estabelecendo a problematização inicial: “Afinal, o que é nanotecnologia?”.

Fica a critério do professor a escolha das notícias e questões de problematização inicial, a discussão pode ocorrer a partir de materiais impressos ou projeção e o registro das falas dos estudantes pode ser feito, por exemplo, no quadro.

Aulas 2 e 3

Objetivo geral:

- Investigar, a partir do estudo de momentos históricos, as relações existentes entre o desenvolvimento técnico e tecnológico com as transformações sociais.
- Refletir sobre a importância do controle do fogo para a humanidade;
- Analisar o desenvolvimento da agricultura no neolítico, considerando a importância do conhecimento de determinadas técnicas, agrícolas e de fabricação de instrumentos, nos processos associados a revolução agrícola;
- Associar a revolução agrícola com mudanças significativas no estilo de vida humana;
- Reconhecer o papel fundamental do desenvolvimento tecnológico na transição do modo de produção feudal para o capitalista.

¹⁸ Relatório pede pesquisa sobre nanopartículas nos alimentos. Disponível em: <<http://g1.globo.com/Noticias/Ciencia/0,,MUL1439721-5603,00-RELATORIO+PEDE+PESQUI SA+SOBR+NANOPARTICULAS+NOS+ALIMENTOS.html>>. “No futuro poderão injetar um cirurgião no corpo, porque ele será um nanorrobô”. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2016/11/02/ciencia/1478089561_253807.html>. Alerta sobre riscos da nanotecnologia para o trabalhador. Disponível em: <http://www.protecao.com.br/noticias/geral/alerta_sobre_riscos_da_nanotecnologia_para_o_trabalhador/Jyy5JyyAJa/13277>

Temas/assuntos:

- História do fogo, revolução agrícola e revolução industrial.

Desenvolvimento metodológico

O professor pode começar a aula discutindo sobre as diversas definições que as palavras técnica e tecnologia podem ter em diferentes línguas em distintos momentos históricos. Neste momento, uma maneira de orientar as reflexões dos estudantes sobre estes termos é admitir, para os contextos que serão abordados nas aulas 1, 2 e 3, a definição proposta por Bazzo, Lisingen e Pereira (2003), os quais esclarecem que a técnica faria referência a habilidades, procedimentos, artefatos desenvolvidos sem a ajuda do conhecimento científico e o termo “tecnologia” seria utilizado para se referir aos sistemas desenvolvidos levando em conta o conhecimento científico.

Após isso, indica-se ao professor um trecho de um vídeo sobre a história do fogo¹⁹. O docente pode destacar que o controle do fogo foi possível devido ao conhecimento do homem de determinadas técnicas que o permitia produzi-lo e controlá-lo. O professor também pode comentar que o controle do fogo permitiu o desenvolvimento e a produção de diversas ferramentas no decorrer da história. Como material de apoio o docente também poderá utilizar o texto “O fogo e a revolução tecnológica” do livro *VIVÁ: Química* (NOVAIS; ANTUNES, 2016, p.18).

Após o vídeo, o docente poderá realizar algumas perguntas aos estudantes referentes ao tema, neste momento os estudantes podem ser organizados em grupos. Segue-se as perguntas sugeridas:

- De que forma o fogo influenciou as relações entre sujeitos na pré-história?
- Cite algumas implicações do controle do fogo para o desenvolvimento da humanidade.

Na sequência o professor pode destacar que outros acontecimentos na história humana, como por exemplo, a revolução agrícola contribuíram de maneira significativa na transformação das relações humanas. Para isso, o professor pode solicitar aos estudantes a leitura do texto: “*Química e agricultura*” do livro

19 Sugestão de vídeo: CFEU A Origem do Fogo - Evolução Humana Documentário Dublado HD (3:10 min ~ C 10:50min): Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=esB2i4Ks0so>>.

Química Cidadã (SANTOS; MOL, 2010, p. 212). O professor também poderá passar um vídeo referente ao tema²⁰.

Após os estudantes concluírem a leitura do texto e terem assistido o vídeo, o docente poderá também destacar que agricultura se desenvolveu através da utilização de instrumentos produzidos por pedras polidas, e que o processo de produção destes instrumentos envolvia por parte do homem um conjunto de conhecimentos técnicos da época. Assim, se sugere as seguintes perguntas:

- De que maneira, o conhecimento de determinadas técnicas contribuiu para a revolução agrícola?
- Cite algumas implicações da revolução agrícola no modo de vida da humanidade.

O professor pode destacar que diversos outros conhecimentos, como os que possibilitaram o surgimento da roda, da metalurgia, dos animais de tração, do barco a vela, das bússolas, entre outros, também contribuíram para grandes transformações sociais.

Neste momento, o professor poderá introduzir reflexões referente às revoluções industriais europeias, destacando a importância destas revoluções no processo de transição do modo de produção feudal para o modo de produção capitalista, ressaltando também a importância da ciência e da tecnologia neste processo.

Sugere-se ao docente que encaminhe a leitura do texto: “*Indústria Química e sociedade*” do livro *Química Cidadã* (SANTOS; MOL, 2010, p. 166-168), que entre outros aspectos, aborda elementos históricos da indústria e da Revolução Industrial, considerando que essa revolução altera significativamente as formas de relação humana. Outra sugestão é o vídeo intitulado: “Quem inventou o motor a vapor?”²¹. O vídeo realiza uma breve reflexão de aproximadamente 14 minutos, sobre o desenvolvimento histórico da máquina a vapor. O professor poderá abordar aspectos referentes a revolução industrial realizando perguntas como:

- De que maneira o processo de revolução industrial influenciou o trabalho das pessoas?
- De que maneira, conhecimentos científicos e tecnológicos contribuíram para a revolução industrial?
- Você consegue citar outros exemplos de tecnologias que influenciam a sociedade?

20 Sugestão de vídeo: A Revolução Neolítica: O Domínio da Agricultura e Pecuária - A História da Civilização Pré-História. (0min- 1:45 min). Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=trxtcdsbbFo>>.

21 Sugestão de vídeo: “Quem inventou o motor a vapor?”. (14min13s). Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=tvJ2BDhKsaQ>>.



Cabe destacar que o professor deverá decidir se as perguntas sugeridas nas aulas 2 e 3, serão encaminhadas aos estudantes através de uma aula expositiva dialógica, ou será solicitado a estes, respondê-las de maneira escrita. Ressalta-se que caso o professor escolha pela forma escrita, o tempo necessário possivelmente ultrapasse duas aulas. De qualquer forma, se considera importante a realização de uma atividade retomando os principais pontos discutidos durante as aulas. Sugere-se ao professor a realização de um círculo de debate com toda a turma. Rodrigues (2010) acredita que os círculos de debate representam uma valiosa oportunidade para os estudantes desenvolverem, de forma proativa e não ameaçadora, sua capacidade de relacionamento interpessoal positivo e confiança em ambientes sociais. Outra sugestão é a realização de alguma atividade de produção textual.

Aulas 4 e 5

Objetivo geral:

- Introduzir a área de nanociência e nanotecnologia a partir de falas da palestra “Há muito espaço lá embaixo” (*There's a plenty room at the bottom*) proferida por Richard P. Feynman.

Objetivos específicos:

- Discutir aspectos gerais referentes a N&N;
- Relacionar as ideias sugeridas na palestra realizada por Richard Feynman com o desenvolvimento da área de N&N;
- Estabelecer as relações das escalas e fenômenos nanométricos com as diferentes áreas de conhecimento;
- Caracterizar as nanoestruturas e os nanomateriais.

Temas/assuntos:

- Nanociência e nanotecnologia, ordem de grandeza, forças fundamentais, química dos nanomateriais.

Desenvolvimento metodológico

Para iniciar esta aula, sugerimos que o professor apresente brevemente quem foi Richard Feynman. Em seguida, a partir de suas falas na palestra realizada



em 1959, “Há muito espaço lá embaixo” se propõe ao professor realizar um contraponto das ideias da época através de chamadas de notícias atuais sobre N&N, para propiciar um debate acerca dos avanços e conquistas da área.

A Tabela 1 apresenta algumas sugestões de falas e notícias atuais que apresentam o que antes era só teoria.

Durante a discussão das falas e notícias sugerimos que o professor apresente imagens e formalize alguns conceitos relacionados a escalas nanométricas, como ordem de grandeza, forças fundamentais, modelos atômicos, características gerais das moléculas, síntese e características da N&N.

Depois da discussão dos trechos da palestra do Feynman, sugerimos a exposição do vídeo “O que é nanotecnologia?²²”. Questões para discussão:

- Quais as áreas de conhecimento são citadas no vídeo?
- O que é a escala nanométrica?
- Que “objetos” a personagem do vídeo “encontrou” nesta escala?
- Quais as principais características das nanoestruturas citadas no vídeo?



SUMÁRIO

22 Sugestão de vídeo: O que é nanotecnologia. (3m26s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=oHgN4jtieTg>>.

Quadro 2 - Sugestões de falas da palestra de Feynman e notícias atuais sobre N&N.

Fala da palestra	Sugestões de chamada de notícias
<p>O que poderíamos fazer com estruturas em camadas com apenas as camadas necessárias? Quais seriam as propriedades do material se pudéssemos reorganizar os átomos da maneira que desejassemos. Seriam propriedades muito interessantes para investigar teoricamente. Eu não posso ver exatamente o que aconteceria, mas não duvido que quando tivermos algum controle sobre o arranjo das coisas em pequenas escalas nós teremos uma enorme gama de propriedades possíveis para as substâncias e de diferentes coisas que poderemos fazer (FEYNMAN, 1976, p. 11, tradução dos autores).</p>	<p>“Transistores de fios de linho prometem revolucionar eletrônicos flexíveis”²³ “Vantablack: conheça o ‘material mais escuro do mundo’”²⁴ “Cientistas desenvolvem ‘pele de camaleão’ artificial”²⁵</p>
<p>Nós temos amigos em outros campos – na Biologia, por exemplo. Nós, físicos, costumamos olhar para eles e dizer: “Vocês sabem a razão por vocês [biólogos] realizarem pouco progresso na área? (Na verdade, eu [Feynman] não conheço nenhum campo que faça um progresso tão rápido como a Biologia hoje). Vocês devem usar mais matemática, como nós fazemos.” Eles podem nos responder, mas eles são educados. Então eu irei responder para eles: “O que vocês (Físicos) devem fazer para que nós (Biólogos) consigamos ter um progresso maior é desenvolver um microscópio eletrônico 100 vezes melhor” (FEYNMAN, 1976, p. 5, tradução dos autores).</p>	<p>“Recorde de microscópio eletrônico mostra ligações atômicas”²⁶ “Novo microscópio eletrônico enxerga um décimo do diâmetro de um átomo”²⁷</p>

23 Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/ciencia/145617-transistores-fios-linho-prometem-revolucionar-eletronicos-flexiveis.htm>>

24 Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/ciencia/145617-transistores-fios-linho-prometem-revolucionar-eletronicos-flexiveis.htm>>

25 Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/ciencia/cientistas-desenvolvem-pele-de-camaleao-artificial/>>.

26 Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/ciencia/cientistas-desenvolvem-pele-de-camaleao-artificial/>>.

27 Disponível em: <<https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=microscopio-eletronico-pticografico-imagemamento-difrativo&id=010165120309#.XXUbw2Z7mUk>>



Fala da palestra	Sugestões de chamada de notícias
<p>Um amigo meu (Albert R. Hibbs) sugere uma interessante possibilidade para essas máquinas relativamente pequenas. Ele diz que, embora seja uma ideia radical, seria interessante se em uma cirurgia você pudesse engolir um cirurgião. Você coloca um cirurgião mecânico dentro da sua corrente sanguínea que vai até o seu coração e “olha” ao redor (é claro que essa informação tem que ser alimentada). Ele encontra qual vaso está com problemas e utilizando uma pequena mão-faca o corta. Outras pequenas máquinas poderiam ser incorporadas permanentemente no corpo para auxiliar em algum funcionamento inadequado. Agora vem a pergunta interessante: como fazermos essas pequenas máquinas? Eu deixo a resposta para você (FEYNMAN, 1976, p. 9, tradução dos autores).</p>	<p>“Nanotecnologia transporta vacina para hepatite B”;²⁸ “No futuro poderão injetar um cirurgião no corpo, porque ele será um nanorôbot”;²⁹ “Embrapa apresenta nanopigmentos magnéticos em São Paulo”;³⁰ “Em parceria com USP e HC, startup testa nanotecnologia para eliminar remédios em cápsulas”³¹</p>



SUMÁRIO

28 Disponível em: <<https://www.revistaplaneta.com.br/nanotecnologia-transporta-vacina-para-hepatite-b/>>.

29 Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2016/11/02/ciencia/1478089561_253807.html>.

30 Disponível em: <<https://agronewsbrasil.com.br/embrapa-apresenta-nanopigmentos-magneticos-em-sao-paulo/>>.

31 Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/noticia/2019/08/11/em-parceria-com-usp-e-hc-startup-testa-nanotecnologia-para-eliminar-remedios-em-capsulas.ghtml>>.



SUMÁRIO

Fala da palestra	Sugestões de chamada de notícias
<p>Quando chegamos ao mundo muito, muito pequeno – digamos circuitos de sete átomos – nós temos novas coisas que viriam a representar novas oportunidades para o design. Átomos em pequenas escalas se comportam completamente diferentes das escalas maiores, pois satisfazem as leis da mecânica quântica. Assim, conforme chegamos cada vez mais fundos nas redondezas dos átomos, lá em baixo nós estamos trabalhando com leis de natureza diferente e devemos ter a expectativa de fazer coisas diferentes. Podemos construir de maneira diferente. Podemos usar, não só circuitos, mas também sistemas que envolvem quantização de energia ou a interação quantizada dos spins, etc. Outra coisa que percebemos é que se formos fundo o bastante, muitos dos nossos dispositivos poderão ser produzidos perfeitamente iguais uns aos outros. Nós não podemos construir dois dispositivos que dimensionalmente são exatamente iguais uns aos outros. Mas se sua máquina tiver apenas 100 átomos de altura, você tem apenas que acertar metade de um por cento para ter certeza que a outra seja exatamente igual – ou seja, 100 átomos de altura! Na escala atômica nós temos outros tipos de força e novas possibilidades para novos efeitos. O problema de construir e reproduzir materiais será muito diferente. Como eu já disse me sinto inspirado pelos fenômenos biológicos, os quais as forças químicas são usadas de maneira repetitiva para produzir todos os tipos de efeitos esquisitos (FEYNMAN, 1976, p.12, tradução dos autores).</p>	<p>“IBM cria ‘menor animação do mundo’ manipulando átomos”³² “A nanotecnologia cria a menor casa do mundo”³³ “Cientistas usam átomos para criar HD de 1 mm com 500 TB de espaço”³⁴</p>

Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

32 Disponível em: <<http://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2013/05/ibm-cria-menor-animacao-do-mundo-manipulando-atomos.html>> .

33 Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/ciencia/a-nanotecnologia-cria-a-menor-casa-do-mundo/>>

34 Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2016/07/cientistas-usam-atomos-para-criar-hd-de-1-mm-com-500-tb-de-espaço.html>> .

Após a discussão realizada a partir do vídeo, o professor deve realizar a formalização de alguns conceitos apresentados no vídeo a partir de imagens das nanoestruturas, nanomateriais e esquemas informativos, retomando algumas de suas propriedades anteriormente apresentadas. Neste momento é interessante resgatar as notícias usadas na Aula 1 e retomar o debate de forma mais profunda.

Aula 6 e 7

Objetivo geral:

- Caracterizar a área de N&N com base em discussões de notícias sobre seu desenvolvimento.

Objetivos específicos:

- Analisar e problematizar notícias envolvendo nanociência e nanotecnologia;
- Elaborar respostas às questões fornecidas no início da atividade para cada grupo.

Temas/assuntos:

- Nanociência e nanotecnologia.

Desenvolvimento metodológico

Sugere-se que as duas aulas sejam realizadas sequencialmente. Este momento é inspirado no método cooperativo de aprendizagem *Jigsaw* (FATARELI *et al.*, 2010; LEITE *et al.*, 2013), o qual destaca a importância do tempo para seu desenvolvimento.

A organização dos estudantes pode acontecer conforme indicado na Figura 1. Se sugere que a turma seja organizada em 5 grupos de 4 a 6 integrantes, sendo que cada integrante do grupo de base terá um dos seguintes papéis: Mediador (organiza as discussões); Redator (redige as respostas do grupo no relatório); Porta-Voz (tira as dúvidas com o professor); Relator (apresenta as respostas do grupo ao final da dinâmica). A tarefa inicial consiste no grupo de base discutir uma notícia sobre N&N a partir de perguntas, organizadas em um questionário. Em seguida, os



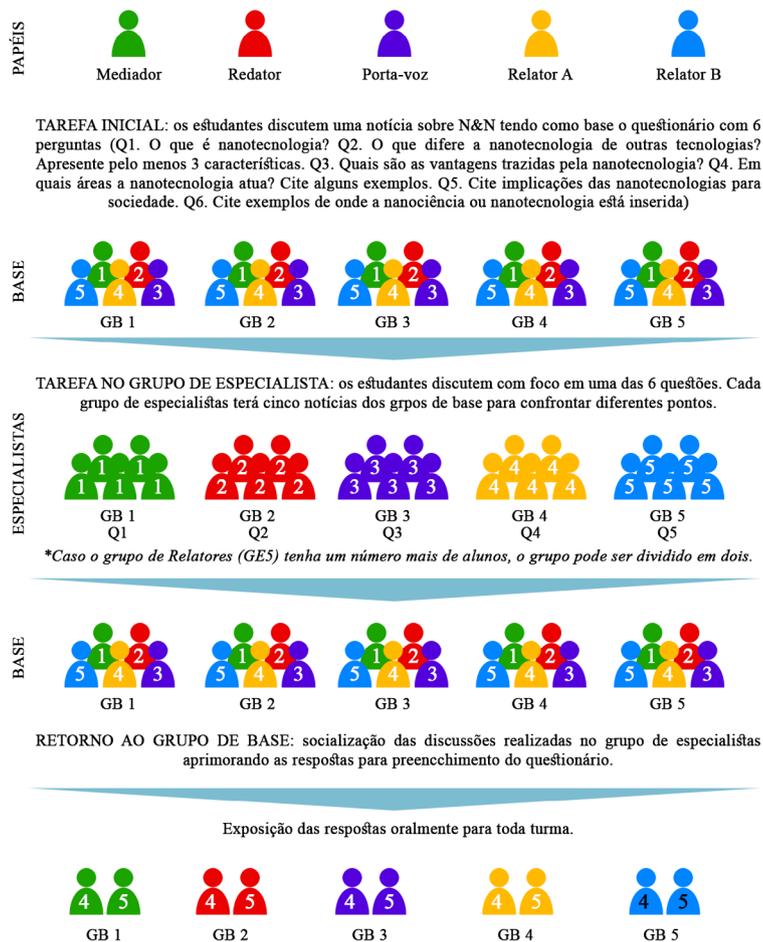
grupos de base são reorganizados, a partir dos papéis iniciais, em grupos de especialistas. Nesta etapa da dinâmica, cada grupo de especialista foca em discutir uma das questões do relatório, mas com cada um dos estudantes do grupo trazendo a perspectiva da notícia que seu grupo de base recebeu no início da dinâmica. Na penúltima etapa, os estudantes retornam ao seu grupo de base para compartilhar os apontamentos realizados no grupo de especialista e elaborar as respostas para o questionário, que devem ser registradas pelo Redator. Por fim, os relatores dos grupos apresentam as respostas para a turma (Figura 1).

Estima-se que a organização da turma dure cerca de 10 minutos, a tarefa inicial 15 minutos, a tarefa no grupo de especialistas 20 minutos, o retorno ao grupo de base 20 minutos e a exposição das respostas 15 minutos. Com isso, sobram 10 minutos, considerando que cada aula tem cerca de 45 minutos.



SUMÁRIO

Figura 1 - GB - Grupo de Base; GE - Grupo de Especialistas.



Fonte: Adaptado de Fatarelli *et al* (2010).

O intuito desta atividade é que os estudantes discutam entre si considerando as principais características relacionadas a N&N. É sugerido que as mesmas notícias apresentadas até estas aulas sejam reaproveitadas, porém agora os

estudantes terão a oportunidade de fazer as leituras na íntegra e debater com o professor, e entre eles, sobre as implicações que esta tecnologia propicia para a sociedade.

Aulas 8 e 9

Objetivo geral:

- Realizar reflexões críticas a respeito da nanociência e da nanotecnologia.

Objetivos específicos:

- Reconhecer a importância do papel da ciência e tecnologia moderna, as quais se fortaleceram durante os processos das revoluções industriais europeias, no desenvolvimento do sistema capitalista;
- Refletir sobre as possíveis implicações que a N&N pode acarretar para a sociedade, como por exemplo, as consequências ambientais ou as que se referem a geração ou diminuição de postos de trabalho.

Temas/assuntos:

- Revolução Industrial, Capitalismo Industrial e N&N.

Desenvolvimento metodológico

Os conteúdos desta aula, entre outros aspectos, visam fomentar o debate em torno de algumas questões levantadas no questionário realizado nas aulas 6 e 7. Desta maneira, inicialmente é sugerido ao professor, sintetizar os questionamentos e as informações dos questionários respondidos pelos estudantes nas aulas 6 e 7, apresentar a devolutiva dos questionários produzidos pelos estudantes e relacionar as informações obtidas nos questionários com as das discussões e questionamentos das aulas anteriores.

Após esta sequência de ações, sugere-se ao professor introduzir elementos que contribuam para o desenvolvimento de uma concepção crítica referente às tecnologias e nanotecnologias. Assim, o professor poderá trazer materiais que possibilitem os estudantes relacionarem o desenvolvimento tecnológico



e as inovações técnicas e tecnológicas com alterações significativas nas sociedades atuais e passadas. Para isso, sugere-se ao professor o texto: *Química, tecnologia e sociedade do livro Química Cidadã* (SANTOS; MOL, 2010, p.17). Para resgatar aspectos históricos sobre o capitalismo industrial sugere-se ao professor o vídeo: *Capitalismo Industrial - O mundo não será mais o mesmo* (3:04)³⁵. Outro material de apoio que o professor poderá utilizar para explorar as questões referentes às possíveis implicações da N&N é a notícia intitulada: *Inteligências artificiais estão criando uma massa de 'desempregados digitais'*. O professor poderá estimular os estudantes a refletirem sobre o assunto realizando as seguintes perguntas:

- De que maneira as revoluções industriais contribuíram para a alteração nas formas de produção e de organização do trabalho? De que forma essas alterações podem ter contribuído para o desenvolvimento do sistema capitalista?
- De que maneira a N&N pode influenciar na geração ou diminuição de postos de trabalho? Quais são as possíveis implicações ambientais que a N&N pode gerar nas sociedades?

A questão das implicações ambientais da N&N, embora já tenha sido considerada em textos anteriores propostos neste trabalho, pode ter seu debate reforçado pela leitura do texto: *O que é um nanocompósito? O que é um nanotubo de carbono?* do livro *Química: Ensino Médio* (FONSECA, 2013, p. 207). Estas aulas visam contribuir para a construção de uma concepção não neutra da atividade científica por parte do estudante.

Aulas 10, 11 e 12

Objetivo geral:

- Desenvolver projetos de folders sobre N&N.

Objetivos específicos:

- Organizar grupos de elaboração dos folders;

35 Sugestão de vídeo: *Capitalismo Industrial - O mundo não será mais o mesmo*. (3m04s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=XE1iMhK5_J4>.

- Apresentar exemplos de folders;
- Elaborar a confecção dos projetos de folders.

Temas/assuntos:

- Nanociência e nanotecnologia.

Desenvolvimento metodológico

Considerando elementos de todas as aulas desenvolvidas até este momento, é sugerido ao professor organizar a turma em grupos para a produção do projeto de folder sobre nanociência e nanotecnologia. De acordo com Paula e Carvalho (2014, p. 984) um folder é “(...) um impresso que possui no mínimo uma dobra, utiliza imagens, dá destaque às ideias mais importantes com quadros ou palavras em fontes maiores (maiúsculas, coloridas ou de diferentes formatos). Tem como propósito comunicar rapidamente ideias sem cansar o leitor”.

Tendo em vista possíveis limitações da unidade escolar, sugerimos a elaboração do folder como um protótipo elaborado tal qual a produção de um *fanzine*, que se compreende como “(...) uma manifestação midiática de tema livre, em forma de revistas confeccionadas artesanalmente. Estas revistas são feitas com desenhos, colagens e textos digitados ou escritos à mão. Possuem tiragem pequena e de fácil circulação, principalmente entre os jovens” (BORBA, 2015, p. 5). Desta forma, os estudantes podem produzir um folder que contenha:

- A resposta a problematização inicial (afinal, o que é nanotecnologia?);
- Elementos que ressaltam as implicações (positivas e negativas) da N&N na sociedade;
- Informações de um exemplo baseado em um subtema sorteado. Os subtemas sugeridos são nanomateriais, nanoestruturas, nanomedicina, nanotecnologia como aplicação para uma vida sustentável, nanotecnologia do carbono.

A escolha por esta atividade busca despertar uma consciência crítica e reflexiva (PAULA; CARVALHO, 2014) ao mesmo tempo em que auxilia no processo de cons-



trução coletiva de aprendizagem estabelecendo diálogos que emergem diferentes elementos culturais em conjunto com os conhecimentos científicos (BORBA, 2015). Assim, dependendo dos recursos disponíveis nas unidades escolares em que a atividade for realizada, o folder pode se tornar uma produção digital e, eventualmente, ser impresso ou fotocopiado para distribuição na comunidade.

É importante apresentar exemplos de folders e *fanzines* para inspirar os estudantes a utilizar diferentes formas de apresentação e materiais. Fica a critério do professor realizar a produção com recursos computacionais, o que depende da estrutura de cada unidade escolar. Pretende-se reservar três aulas, considerando que a primeira aula consiste na apresentação de exemplos e explicação da proposta, o que também permite que após esta aula os estudantes possam pesquisar e trazer suas próprias notícias e informações para complementar a elaboração do projeto de folder.

Aulas 13 e 14

Objetivo geral:

- Debater os conhecimentos apresentados nos folders produzidos pelos estudantes.

Objetivos específicos:

- Apresentar os folders;
- Estabelecer diferenças e similaridades entre as respostas atuais e as respostas das questões da problematização inicial;
- Fomentar a discussão dos diferentes temas dos grupos.

Temas/assuntos:

- Nanociência e nanotecnologia.

Desenvolvimento metodológico

A apresentação dos folders é o momento que o professor, além de avaliar as produções dos grupos, faz a retomada das discussões realizadas ao



longo deste roteiro. É essencial fazer um fechamento que inclua alguns aspectos mais formais acerca dos conteúdos ao longo do roteiro, incentivar um debate que inclua as implicações positivas e negativas da inserção da nanotecnologia da sociedade e avaliar de maneira crítica algumas das notícias que apareceram ao longo da proposta.

É sugerido também que o professor organize um espaço de exposição dos projetos de panfletos produzidos pelos estudantes. Caso seja possível, a distribuição de algumas fotocópias pela escola ou a elaboração de uma versão digital também poderá valorizar a construção e as discussões realizadas neste roteiro.



SUMÁRIO



Parte 2

**SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS
PARA O ENSINO NA
EDUCAÇÃO SUPERIOR**

7

Maira Caroline Defendi Oliveira

Yonier Alexander Orozco Marín

**GÊNERO, SEXUALIDADE
E O ENSINO DE CIÊNCIAS:**
possíveis abordagens a partir
do caso Tiffany Abreu no vôlei

CONVERSANDO COM O PROFESSOR

A temática gênero e sexualidade é discutida nos currículos brasileiros desde a década de 1920, entretanto, desde que se tornou preocupação no campo educacional, as abordagens caracterizam-se, principalmente, pelo seu viés puramente biológico, principalmente, até a década de 50, que o processo de escolarização preocupou-se majoritariamente com a disciplinarização dos corpos, com princípios higienistas e eugênicos (CESAR, 2009).

A partir da década de 60 e da ascensão dos movimentos sociais, a visão reducionista e simplista com que a temática era tratada passa a ser questionada, e o papel da escola e dos conteúdos por ela trabalhada, passam a ser o de ampliar o debate e reflexões que envolvam a temática gênero e sexualidade (CESAR, 2009).

Atualmente, na educação em ciências, a discussão sobre assuntos de gênero, raça e sexualidade adquirem cada vez mais protagonismo tanto no campo da pesquisa, quanto no campo das práticas de ensino em diversos níveis e contextos educativos. Entretanto, no ensino de biologia e de química, particularmente, alguns trabalhos em uma perspectiva de denúncia, têm permitido identificar o ensino destas disciplinas, ainda como espaços férteis para naturalizar o binarismo, a heterossexualidade, a cisgeneridade, e inclusive, a superioridade masculina e branca em contextos escolares, principalmente quando são abordados os temas relacionados ao corpo.

Apesar das mudanças políticas de caráter conservador, que avançam em contextos latino-americanos em anos recentes, nós professores/as precisamos estar conscientes do nosso papel de proporcionar aos nossos(as) alunos(as) um ensino crítico e emancipador. Além de estarmos conscientes que podemos encontrar consensualmente, na legislação brasileira, inclusive em documentos como a



BNCC, que retrocede em alguns aspectos educacionais, argumentos que reforçam a ideia de que a escola e o ensino devam evidenciar “as múltiplas dimensões da sexualidade humana (biológica, sociocultural, afetiva e ética)” (BRASIL- BNCC, 2017, p. 349).

Algumas pesquisas também apontam que o ensino de biologia constrói relações nas quais o corpo biológico, o sexo, a raça, a sexualidade e o gênero são marcados pela produção de verdade, dando um lugar periférico para os aspectos socioculturais, emocionais e afetivos (SANTOS, 2018). Verdades que são apresentadas como espelho da realidade orgânica do corpo, universais e neutras, desconhecendo o material simbólico, cultural, histórico e político que estruturam essas verdades. Discursos que se materializam, por exemplo, nos livros didáticos de biologia, nos quais, o corpo é produzido por uma visão mecanicista, biomédica e reducionista, um corpo, majoritariamente branco, morto e fragmentado (PAGAN, 2018).

Mais do que corresponder a questões morais ou individuais, problemas dessa natureza perpetuam preconceitos históricos de uma sociedade colonizada, racista e estruturada para invisibilizar e marginalizar sujeitos dissidentes das normas de raça, gênero e sexualidade. São estruturas sociais e culturais construídas e reforçadas, mas que também podem ser combatidas coletivamente. Nesse sentido, pensar coletivamente no combate às estruturas coloniais, racistas e sexistas que fundamentam práticas de ensino de ciências, como química e biologia, é mais importante do que somente procurar integrar, incluir, aceitar “o diferente” em uma estrutura feita para excluí-lo. Em uma perspectiva de inclusão, “o diferente” é sempre o sujeito do problema a ser resolvido e incluído no sistema. Numa perspectiva de combate às estruturas sócio-históricas, o problema a ser questionado e combatido é a própria estrutura, portanto, a presença dos sujeitos dissidentes não representa



um problema, pelo contrário, abre possibilidades para tensionar discursos e pensar outras possibilidades.

As Ciências da Natureza desenham como naturais os caminhos da cisgeneridade e constroem como patológicas as possibilidades trans. A natureza é apresentada em dois caminhos (macho/fêmea - homem/mulher), sempre estáticos, universais, permanentes e fechados. Dessa forma, compreendemos que os conhecimentos relacionados a identidade de gênero, no campo das ciências naturais, precisam ser revisitados, problematizados, e novas possibilidades, mais cientes desses processos normalizadores precisam ser dialogadas. Nesse sentido, uma importante possibilidade de diálogo entre o ensino de ciências e aspectos socioculturais de gênero e sexualidade, está na discussão da história desses campos de conhecimentos, tentando compreender como foram construídas e naturalizadas intervenções hormonais sobre os corpos? Quais pressupostos culturais foram pensados e instalados como normais para justificar essas intervenções em uns corpos e em outros não? Quais saberes foram apagados nessa história? Quais corpos foram os utilizados para fazer a experimentação com esses compostos químicos? Diante desses questionamentos, outras possibilidades de diálogo que podem ser materializadas e levadas aos contextos escolares na discussão da identidade de gênero, perpassam questões mais específicas dos conteúdos das disciplinas de biologia e química.

Por exemplo, a discussão do papel dos principais hormônios presentes nos corpos humanos, e como mesmo tendo estruturas químicas relativamente similares (às vezes diferenciadas unicamente na função oxigenada), têm efeitos tão diversos sobre os corpos. É importante discutir o fato de que apesar desses hormônios serem tratados como “femininos” e “masculinos” pela própria ciência, estão presentes em todos os corpos, em diversas proporções que nem sempre são estáveis, além de que podem ser alterados por diversos



elementos internos e externos. Quimicamente, a cisgeneridade é muito diversa. Mesmo que insistamos em denominar alguns desses hormônios como femininos e outros como masculinos, é preciso pensar que são apenas moléculas que em si mesmas não tem nenhum traço de feminilidade ou masculinidade. Também seria importante tensionar a associação quase exclusiva da testosterona e da progesterona a aspectos sexualizantes, quando na verdade, têm influência em outros aspectos não facilmente associáveis às características sexuais, como a produção de glóbulos vermelhos, por exemplo.

Na escola, o conceito de sexo biológico na espécie humana é comumente reduzido a uma questão cromossômica binária. A normalidade é apresentada como XX =Fêmea/mulher e XY =Macho/homem. Qualquer outra possibilidade que não respeite ou se encaixe nessas fórmulas já é colocada fora da norma ou simplesmente apagada. Além desses cariótipos, também existem pessoas XXY , XYY , XXX , $XXYY$, XO , YO . É importante lembrar que cariótipos XX e XY nem sempre garantem o desenvolvimento de genitais femininos ou masculinos respectivamente, e que a presença dessas genitais nem sempre garante a produção de hormônios que lhes são associados, pois existe ainda uma série de mecanismos epigenéticos pouco conhecidos pela ciência que influenciam na expressão gênica durante a gestação e durante a vida toda, fazendo com que algumas características sexuais associadas principalmente à regulação hormonal pelo cérebro sejam mais influenciáveis e flexíveis do que pensamos (RICHARDSON, 2017).

Novas biologias abordam essa plasticidade, porém, como menciona Richardson (2017) as concepções binárias de gênero e a cisheteronormatividade parecem formatar os olhares de cientistas para que qualquer evidência seja apresentada como um reforçamento de caminhos binários, fechados e permanentes. A autora destaca que as(os) pesquisadoras(es) em epigenética adotam a importância das



contribuições ambientais e culturais nos sistemas biológicos, mas isto não as(os) leva a afirmar a diversidade e a variação no sexo e no gênero. Pelo contrário, a epigenética pode funcionar como um mecanismo redundante ou determinista, que mantém e defende a persistência de processos hormonais clássicos e implicados nas diferenças sexuais, para reforçar o paradigma cromossômico instaurado no começo do século XX, com a descoberta dos cromossomos sexuais por Nettie Stevens. Esse aspecto sugere a necessidade de problematizar a norma social binária sobre o corpo e a identidade, além de nos permitir refletir sobre como essa norma pode permear e fundamentar os conhecimentos que a biologia produz, assim como a resistência a questionar e enxergar para além dessas lentes.

Na perspectiva de MC Manus (2015), novas e ricas possibilidades para o diálogo e transformação da biologia com os assuntos de gênero e sexualidade aparecem quando abordamos biologias mais novas e recentes, que saem das caixas disciplinares nas quais a biologia foi dividida (genética, taxonomia, ecologia, fisiologia...), e que apontam a compreensões mais complexas dos fenômenos biológicos. Para esta autora, essas biologias incorporam aspectos da ecologia evolutiva do desenvolvimento (eco-evo-devo), a epigenética estendida, e a construção do nicho, ciências da herança estendida, que inclui heranças não genéticas mediadas por tradições culturais em animais humanos e não humanos. Também as partes da biologia que se articulam com a psicologia, as ciências cognitivas, e as ciências da plasticidade cerebral, a sociologia, a antropologia, a paleoantropologia cognitiva e a nova história ecológica.

Não podemos deixar passar a necessidade de mencionar que essas novas biologias ainda são pouco apresentadas, inclusive, na formação de professoras(es) de biologia. A biologia e a química abordam aspectos mais específicos dos efeitos dos hormônios sobre os corpos. Efeitos que nunca são homogêneos e que são bastante



particulares de acordo com a idade, metabolismo, genótipo, condições ambientais e culturais, alimentação, história clínica, tempo de uso, se o consumo é via oral ou injetado, e outros fatores.

Uma possibilidade de diálogo pode se desenhar a partir da discussão dos efeitos dos hormônios em pessoas cis e trans de acordo com casos particulares dos quais podem se conhecer alguns desses fatores. Por exemplo, a associação do estradiol combinado com acetato de ciproterona ou a espironolactona (anti-andrógenos), presentes inclusive em anticoncepcionais, com problemas de tromboembolismo venoso e a hipertensão em mulheres cis e trans. Questões de redistribuição da gordura corporal, amolecimento da pele, diminuição da libido e outras alterações corporais por hormônios que se relacionam diretamente com a subjetividade e construção de identidade das(os) alunas(os) podem ser abordadas. Sobre esse aspecto, é relevante destacar a necessidade do diálogo entre os conteúdos de química e de biologia nessas abordagens, para que o nível do organismo e o nível molecular não sejam abordados de maneira independente, e sim, nas suas permanentes inter-relações. E além da espécie humana o diálogo também é possível.

Uma norma cis-binária que foi construída e reforçada por uma espécie relativamente recente no planeta, a espécie humana, não necessariamente é vivida e materializada por todas as espécies que habitam o planeta há mais tempo. Muitos organismos mudam de sexo por diversos fatores. Inclusive em 26 plantas, como no caso de *Ceroxylon quindiuense*, uma palmeira andina, na qual a palmeira macho pode mudar de sexo para palmeira fêmea de acordo a modificações na composição da comunidade quando a palmeira coloniza novos espaços (MARTINEZ *et al.*, 2018). Exemplos em animais vertebrados são ainda mais comuns, nos quais mudanças de sexo acontecem também por variação hormonal, variação de temperatura, e inclusive, exposição a pesticidas. Discussões permanentes



entre química e biologia são indispensáveis. Considerando as possibilidades de diálogo entre o ensino de ciências e aspectos socioculturais na temática de identidade de gênero, apresentamos a seguir, os percursos metodológicos do trabalho.

Objetivos

Promover um espaço de discussão sobre as possíveis relações entre as ciências naturais (especificamente a biologia e a química) com questões de diversidade sexual e de gênero, utilizando o caso da jogadora do time feminino de vôlei Tiffany Abreu como eixo articulador na promoção de debate e construção de posicionamentos argumentados.

Público-alvo

No Ensino Médio, e também na formação de professores. Para o ensino médio, sugere-se que seja aplicada em 4 sessões, sendo duas aulas em cada sessão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O diálogo entre conhecimentos científicos com aspectos socioculturais da identidade de gênero, favorece reconhecer a importância do encontro desses dois mundos, que em muitas ocasiões são apresentados como diferentes ou até opostos nas práticas educativas.

Abordar a identidade de gênero unicamente desde saberes científicos pode levar a criar espaços de exclusão em nome de um discurso científico apresentado como a realidade neutra e objetiva da realidade orgânica dos corpos, desconhecendo o substrato cultural



desses conhecimentos, e produzindo a ideia de um corpo universal sem subjetividade e independente de contextos.

Por outro lado, limitar a abordagem da identidade de gênero a aspectos socioculturais pode reforçar um imaginário de que os assuntos de gênero e sexualidade estão no plano da opinião e do achismo, ou de um relativismo total, desconhecendo a importância das ciências naturais do corpo (medicina, biologia, química, farmacêutica) na história e na atualidade, para construir a materialidade de todos os corpos, e definir aqueles que são normais e aqueles que não.

Defendemos que as ciências da natureza são áreas de muita importância na abordagem de assuntos de gênero e sexualidade abrindo espaços para a diversidade, sendo necessário pensar novas práticas de ensino, a partir desses campos, que superem as diversas exclusões que podem perpetuar, já amplamente documentadas nas pesquisas acadêmicas. Uma abordagem dialógica permite problematizar todas as identidades de gênero, não unicamente as colocadas como diferentes, mas também aquelas que se consideram dentro da norma, mostrando que tanto a cisgeneridade, como a transgeneridade, estão atravessadas por imaginários culturais, intervenções materiais, conhecimentos científicos e histórias.

REFERÊNCIAS

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2017.

CESAR, M. R. de A. Gênero, sexualidade e educação: notas para uma "Epistemologia". *Educ. rev.*, n. 35, p. 37-51, 2009.

MARTINEZ, B., et al. Sex change in the dioecious palm *Ceroxylon quindiuense* (Arecaceae). *Ecology*, v.99, n. 6, p.1-3, 2018.

MC MANUS, S. Las sexualidades naturales de la biología post-moderna. In: RUIZ, R.; M.C MANUS, S.; MAYER, B.; LAMAS, M. *Sexualidad: Biología y cultura*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.

PAGAN, A. O ser humano do ensino de biologia: Uma abordagem fundamentada no autoconhecimento. *Revista entreideias*, v. 7, n. esp, p. 73-86, 2018.

RICHARDSON, S. Plasticity and Programming: Feminism and the Epigenetic Imaginary. *Signs: Journal of women in culture and society*, v.43, n.1, p. 29-52, 2017.

SANTOS, S. *Experiências de pessoas trans - ensino de biologia*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia. 2018.

ANEXOS

Aula 1

Apresentação da temática: Transgeneridade e esporte

Tempo estimado: 2 aulas de 45 min

Desenvolvimento da Aula

1º momento: Breve apresentação da História da Atleta Tiffany Abreu e da sua Carreira

Tiffany Pereira de Abreu é uma jogadora de voleibol brasileiro que atua como oposto e ponteira. Foi a primeira transexual a disputar uma partida oficial da Superliga. Tiffany nasceu Rodrigo e jogou em competições masculinas de vôlei até os 29 anos, quando iniciou a transição de gênero. Aos 31 anos, começou a jogar em ligas femininas na Itália, já dentro dos padrões recomendados pelo COI. Hoje ela tem 34 anos e compete pelo clube Vôlei Bauru. O nível de testosterona de Tiffany é de 0,2 nmol/L, inferior aos valores de mulheres cisgêneras (entre 0,21 e 2,98 nmol/L).

2º momento: Vídeo Tiffany Abreu: Jogadora divide opiniões no esporte. <https://www.youtube.com/watch?v=jKVRJgdkYsY>

3º Momento: Apresentação da problemática: A partir da leitura de reportagens sobre o caso Tiffany os alunos da turma deverão apontar quais são os argumentos apontados como favoráveis e contrários ao caso, além de darem suas opiniões prévias sobre o caso. O professor poderá ir anotando no quadro os argumentos conforme os alunos os apresentem. Espera-se que



esse momento propicie uma discussão, onde diferentes ideias, possam ser apresentadas e debatidas.

Aula 2

Apresentação do conteúdo de Química e Biologia

Tempo estimado: 2 aulas de 45 min

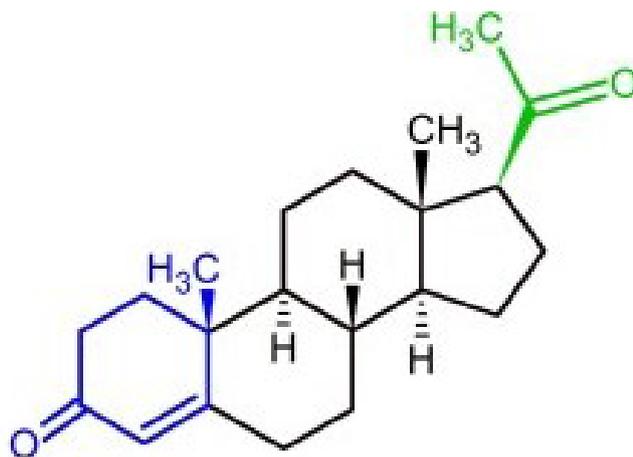
Desenvolvimento da aula:

Exemplos de conteúdos que podem ser trabalhados nessa aula

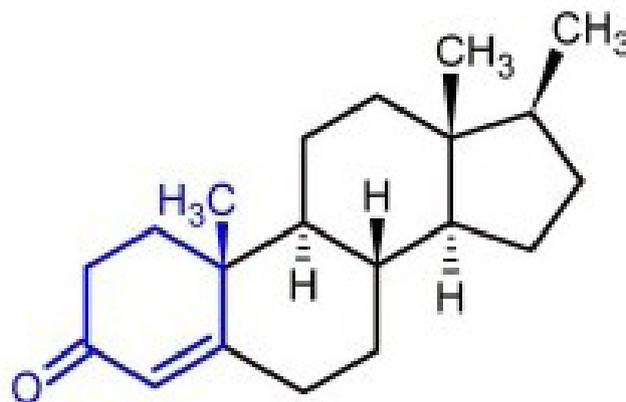
- Apresentação dos Principais Hormônios Sexuais
 - Testosterona - Principal hormônio sexual masculino (Também é produzido pelas fêmeas); Regula várias funções ao lado da produção de espermatozoides, como a fertilidade, a massa muscular, a distribuição de gordura e a produção de glóbulos vermelhos. Perda de pelos no corpo; Perda de massa muscular; perda de força e aumento da gordura corporal; Uso injetável em Homens trans
 - Estrogênio -Principal hormônio sexual feminino (Também é produzido pelos machos por aromatase); Essencial para o desenvolvimento e manutenção dos tecidos reprodutivos femininos, ossos e pele; Aumento de peso; Osteoporose; envelhecimento precoce; Uso injetável por Mulheres Trans;
- Apresentação das moléculas das substâncias, apontando suas semelhanças e diferenças:



Testosterona

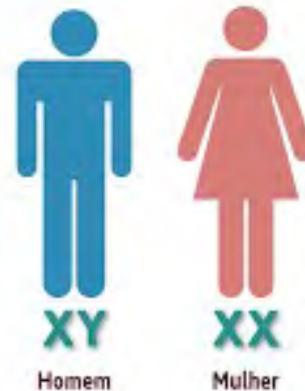
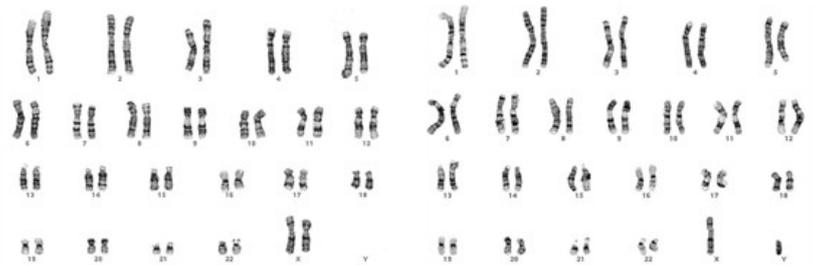


Estrogênio



SUMÁRIO

- Apresentação dos cariótipos humanos.



- Além desses cariótipos, também existem pessoas XXY, XYY, XXX, XXYY, XO, YO. É importante lembrar que cariótipos XX e XY nem sempre garantem o desenvolvimento de genitais femininos ou masculinos respectivamente, e que a presença desses genitais nem sempre garante a produção de hormônios que lhes são associados.
- Apresentação do principal hormônios para redesignação de sexo de uma mulher trans:
- Estradiol combinado com acetato de ciproterona ou a espironolactona (anti-andrógenos) que pode causar tromboembolismo venoso (relacionado principalmente com anticoncepcional e estradiol via oral), cálculos biliares, ganho de peso, doença cardiovascular, hipertensão e hiperprolactinemia



ou prolactinoma (tumor na hipófise produtor de prolactina).
Tempo para transição:

Tabela 1 - Relações aproximadas entre mudanças corporais e tempo de transição hormonal.

Mudança	Tempo mínimo	Tempo máximo
Redistribuição de gordura corporal	3-6 meses	2-3 anos
Diminuição de massa muscular/força	3-6 meses	1-2 anos
Amolecimento da pele/ diminuição da oleosidade	3-6 meses	---
Diminuição da libido/ desempenho sexual	1-3 meses	3-6 meses
Diminuições das ereções espontâneas	1-3 meses	3-6 meses
Disfunção sexual masculina	Variável	
Crescimento dos seios	3-6 meses	2-3 anos
Tamanho reduzido dos testículos	3-6 meses	2-3 anos
Produção reduzida de espermatozoides	Desconhecido	
Redução do crescimento de pelo terminal	6m-1ano	3anos
Cabelo	Não rebrota	
Alterações de voz	Nenhum	

Fonte: elaboração dos autores (2019).

- Mudança de sexo em diversas espécies: Diversas espécies no mundo animal podem fazer essa transição entre macho e fêmea, por variação hormonal, variação de temperatura, modificação na composição da comunidade e exposição a pesticidas, por Exemplo, a espécie *Xenopus laevis*.



Figura 1 - *Xenopus laevis*. Espécie de anfíbio que pode mudar de sexo por causas antropicas.



Fonte: <https://xenopus.com/products.htm> Acesso em 10/10/2019

Como ocorre a cirurgia de mudança de sexo na mulher Trans:

1. Os médicos removem os testículos e preservam a pele da bolsa escrotal. Eles também retiram grande parte do pênis, mantendo o tecido nervoso que o reveste;
2. Esse tecido nervoso, incluindo o da glândula, ajudará a construir o clitóris. O canal urinário também é mantido;
3. Depois, os cirurgiões fazem uma incisão entre o reto e a bexiga. Esse espaço abrigará a neovagina;
4. Nessa cavidade, eles acomodam a pele do pênis e a da bolsa escrotal, agora com a aparência de uma manga de camisa
5. Isso dará uma profundidade de cerca de 15 cm e revestirá a neovagina. Os folículos capilares de todo esse tecido são cauterizados, o que impede que pelos nasçam lá dentro.
6. Todos os demais tecidos são reposicionados e remodelados. O que restou da bolsa escrotal redefine os lábios. Os médicos fixam o clitóris a partir da glândula e de outros tecidos sensíveis e vasculares do pênis. O canal urinário é diminuído e reposicionado
7. Outros conteúdos também podem ser problematizados, como: Uso de anabolizantes e anticoncepcionais; Sistema



reprodutor; Outras substâncias químicas envolvidas no processo; Cirurgias plásticas e o uso das tecnologias a favor do bem-estar trans.

Aula 3

Outros casos de supostas “vantagens” de alguns atletas.

Tempo estimado: 2 aulas de 45 min

Desenvolvimento da aula

Nessa aula serão apresentados aos alunos outros casos polêmicos no esporte envolvendo supostas “vantagens” de alguns atletas. Esses casos serão utilizados para a explicação de alguns conceitos como: sexo biológico, gênero, identidade de gênero, hormônios, transexualidade, intersexualidade, além de questionar questões de raça e classe social).

Para dinamizar a aula, os alunos podem ser divididos em grupos, onde cada grupo fica responsável por um dos casos a ser estudado. Posteriormente cada grupo apresenta o caso aos demais colegas, gerando a discussão e a introdução de conceitos pode ser feita pelo professor, à medida que as dúvidas forem surgindo. Os casos a serem estudados são:

- Maria Joaquina Cavalcanti Reikdall, de 11 anos, é uma criança transexual e foi impedida de competir na categoria internacional do Campeonato Sul-Americano de Patinação Artística apesar de ter ficado na segunda posição do campeonato brasileiro.
- Maria Patiño foi campeã nacional de Espanha dos 100m barreiras (Atletismo), tendo travado uma enorme luta nas pistas e nos tribunais para fazer valer a sua feminilidade, depois de em 1985 lhe ter sido detectada no organismo, durante as Universíadas de Kobe, Japão, a presença de cromossomas XY, próprios do gênero masculino, o que a fez perder o currículo desportivo que a tinha levado inclusive a participar no Mundial de Atletismo de 1983, em Helsinquia, Finlândia.
- Caster Semanya, sul-africana, dona de dois ouros olímpicos e quatro pódios em Mundiais, pode ser impedida de



competir contra mulheres em provas de atletismo de até 1.500m devido a sua alta produção de testosterona.

- Michael Fred Phelps é um nadador americano, conquistou trinta e sete recordes mundiais e conquistou o maior número de medalhas de ouro (oito) olímpicas em uma única edição, feito este realizado nos Jogos de Pequim, na China, em agosto de 2008.
- O americano Patricio Manuel, Primeiro transgênero do boxe garante vitória na luta de estreia como homem no profissional.
- Edinanci Silva, judoca paraibana, hoje com 41 anos, teve sua feminilidade contestada e precisou provar ser mulher para competir na Olimpíada de Atlanta em 1996. Na época foi identificada como intersexual e precisou passar por cirurgia para competir.

Material a ser apresentado para os grupos:

Grupo 1: Caso da Maria na patinação -Apresentação do vídeo “Menina transgênero luta por direito de participar de competições de patinação” disponível no link <https://www.youtube.com/watch?v=rEtr3-LTgJQ>

Grupo 2: Texto Adaptado “Masculino ou Feminino?” de Anne Fausto-Sterling sobre a história de Maria Patiño.

Na correria e excitação da partida para as Olimpíadas de 1988, Maria Patiño, a principal das corredoras com barreira da Espanha, esqueceu o certificado médico declarando, em benefício dos funcionários da Olimpíada, o que parecia patentemente óbvio para quem quer que a olhasse: tratava-se de uma mulher. Mas o Comitê Olímpico Internacional (COI) tinha previsto a possibilidade de que algumas competidoras esquecessem seus certificados de feminilidade. Patiño apenas tinha que se apresentar ao “escritório central de controle da feminilidade”, raspar algumas células da bochecha, e tudo ficaria em ordem – ou ela assim pensou. Algumas horas depois da raspagem, recebeu um chamado. Alguma coisa não dera certo. Ela voltou para um segundo exame, mas os médicos ficaram em silêncio. Então, quando se dirigia ao estádio olímpico para começar sua primeira corrida, os funcionários de pista deram a notícia: ela tinha sido reprovada no teste de sexo.

Ela podia parecer mulher, tinha a força de uma mulher e nunca tivera razão para suspeitar que não fosse mulher, mas o exame revelou que as células de Patiño continham um cromossomo Y e que seus lábios ocultavam testículos. Além disso, ela não tinha nem ovários nem útero.



Segundo Diante de sua recusa, a imprensa europeia acabou descobrindo o acontecido e o segredo foi revelado. Poucos meses depois de sua volta à Espanha, a vida de Patiño se esboroou. Os funcionários espanhóis lhe retiraram os títulos conquistados e a impediram de voltar a competir. Seu namorado a abandonou. Foi despejada da moradia atlética nacional, sua bolsa de estudos foi revogada e, repentinamente, se viu diante da perspectiva de ter que lutar para sobreviver. A imprensa do país fez a festa às suas custas. Como ela disse mais tarde, “fui apagada do mapa, como se nunca tivesse existido. Dediquei doze anos aos esportes.” Abatida, mas não derrotada, Patiño gastou milhares de dólares consultando médicos a respeito de sua situação. Estes explicaram que ela nascera com uma síndrome de insensibilidade ao andrógeno. Isso queria dizer que, embora tivesse um cromossomo Y e seus testículos produzissem testosterona suficiente, suas células eram incapazes de detectar esse hormônio masculinizante. Por isso, seu corpo nunca produziu características masculinas. Mas na puberdade seus testículos produziam estrógeno (como os testículos de todos os homens), que, por causa da incapacidade de seu corpo de reagir à testosterona, provocaram o crescimento de seus seios, o estreitamento de sua cintura e o alargamento dos quadris. A despeito de um cromossomo Y e testículos, ela cresceu como mulher e desenvolveu formas femininas. Patiño resolveu enfrentar a decisão do COI. “Eu sabia que era uma mulher”, insistiu com um repórter, “aos olhos da medicina, de Deus e, acima de tudo, aos meus próprios olhos”.

Obteve o apoio de Alison Carlson, antiga jogadora de tênis e bióloga de Stanford contrária ao teste de sexo, e, juntas, começaram a preparar a defesa. Patiño submeteu-se a exames em que os médicos “analisaram suas estruturas pélvicas e ombros para decidir se ela era suficientemente feminina para competir”. Dois anos e meio depois, a Federação Internacional de Atletismo Amador (FIAA) a readmitiu e, em 1992, Patiño voltou à equipe olímpica da Espanha, passando para a história como a primeira mulher a ter contestado o teste de sexo para mulheres atletas. A despeito da flexibilidade da FIAA, contudo, o COI permaneceu inflexível: ainda que a procura do cromossomo Y não fosse a melhor abordagem científica ao teste de sexo, o teste devia ser realizado. Os membros do COI continuam convencidos de que um método cientificamente mais avançado será capaz de revelar o verdadeiro sexo de cada atleta. Mas por que o Comitê se ocupa tanto do teste de sexo? Em parte, as regras do COI refletem ansiedades políticas típicas da guerra fria: durante as olimpíadas de 1968, por exemplo, o COI instituiu o teste “científico” do sexo em reação a rumores de que alguns competidores do leste europeu tentariam obter glórias para a causa comunista trapaceando – homens disfarçando-se de mulheres para obter vantagens ilícitas.



O único caso conhecido de um homem que se infiltrou numa competição feminina ocorreu em 1936, quando Hermann Ratjen, membro da Juventude Nazista, participou da competição de salto em altura como "Dora". Sua masculinidade não foi de grande valia: chegou às finais, mas em quarto lugar, atrás de três mulheres. Embora o COI não tivesse exigido a moderna análise de cromossomos no interesse da política internacional até 1968, já Pierre de Coubertin, fundador das olimpíadas modernas (das quais as mulheres foram, de início, excluídas), afirmou que "os esportes femininos [eram] contra as leis da natureza". Se as mulheres não eram por natureza competidoras atléticas, então o que dizer das esportistas que chegavam à cena olímpica? Os funcionários das olimpíadas se apressavam a certificar a feminilidade das mulheres cuja participação permitiam, porque o ato mesmo de competir parecia implicar que elas não podiam ser mulheres de verdade. No contexto da política de gênero, o policiamento do sexo fazia todo sentido. Até 1968 as mulheres que competiam nas Olimpíadas eram frequentemente convidadas a desfilarem nuas diante de um corpo de examinadores. Seios e uma vagina era tudo o que se necessitava para certificar a feminilidade. Mas muitas delas reclamavam que o processo era degradante. Em parte pelo aumento dessas reclamações, o COI decidiu fazer uso do moderno teste "científico" do cromossomo. O problema, porém, é que esse teste, e também a reação em cadeia de polimerase, mais sofisticada para detectar pequenas regiões do DNA associadas com o desenvolvimento de testículos que o COI usa hoje, não podem fazer o que o COI quer que façam. O sexo de um corpo é simplesmente complexo demais. Não existe o isso ou aquilo. Antes, existem nuances de diferença, [...] rotular alguém homem ou mulher é uma decisão social. Podemos utilizar o conhecimento científico para nos ajudar a tomar a decisão, mas só nossas crenças sobre o gênero – e não a ciência – podem definir nosso sexo. Além disso, nossas crenças sobre o gênero também afetam o tipo de conhecimento que os cientistas produzem sobre o sexo.

Os membros do Comitê querem decidir em definitivo quem é homem e quem é mulher. Mas como? Se Pierre de Coubertin ainda estivesse vivo, a resposta seria simples: quem quer que desejasse competir não poderia ser, por definição, uma mulher. Mas esse tempo já passou. Poderia o COI utilizar a força dos músculos como medida do sexo? Em certos casos. Mas a força de homens e mulheres, especialmente no caso de atletas bem treinados, se sobrepõe em certa medida. (Lembre-se que três mulheres superaram Hermann Ratjen no salto em altura). Embora Maria Patiño se ajustasse à definição comum de feminilidade em termos de aparência e força, ela também tinha testículos e um cromossomo Y.



Mas por que seriam esses os fatores decisivos? O COI pode utilizar os testes de cromossomos ou de DNA para verificar o sexo de uma competidora, mas os médicos com dúvidas sobre o sexo de uma criança usam critérios diferentes. Eles cuidam em primeiro lugar das capacidades reprodutivas (no caso de uma menina em potencial) ou do tamanho do pênis (no caso de um menino). Se uma criança nasce com dois cromossomos X, ovários, um útero na parte de dentro, mas com um pênis e uma bolsa escrotal na parte de fora, por exemplo, é um menino ou uma menina? A maioria dos médicos dirá que é uma menina, a despeito do pênis, por causa de seu potencial para dar à luz, e intervêm usando cirurgia e hormônios para confirmar sua decisão. A escolha dos critérios a utilizar na determinação do sexo, e a escolha de simplesmente fazer essa determinação, são decisões sociais para as quais os cientistas não podem oferecer regras absolutas.

Grupo 3: Caso Africana Caster Semenya e caso Michael Phelps homens cis

Sul-africana, dona de dois ouros olímpicos e quatro pódios em Mundiais, pode ser impedida de competir contra mulheres em provas até 1.500m devido a sua alta produção de testosterona.

Vídeo1: Caster Semenya competindo <https://www.youtube.com/watch?v=MpbUehi9Dk>

Diferenças de abordagem:

Estrutura física e 'virada de golfinho': Em 2008, a agência de notícias Reuters publicou um artigo ressaltando as vantagens dos ombros largos, do torso e dos braços comprido do nadador, além da envergadura, das pernas curtas e dos quadris estreitos, que favorecem sua movimentação na água. O nadador tem o corpo particularmente propício para a natação. A proporção da altura de uma pessoa para a medida do comprimento da cabeça até o umbigo é, normalmente, 1,618 (a razão áurea). Michael Phelps apresenta-a superior a 1,7 — tronco longo, linha de cintura baixa e pernas curtas. Ele tem braços excepcionalmente compridos, com envergadura de 2,01 m, desproporcionais para sua altura de 1,93m. Seus pés têm 29,8 cm aproximadamente, equivalente a calçados número 43. Além disso, Phelps é portador de hipermobilidade — sua flexibilidade de braços e pernas é comparável à de um bailarino clássico. Isso sem contar, claro, no famoso impulso de golfinho do atleta. "Phelps tem usado isso como arma. A lógica diria que ele não deveria ir tão para baixo, mas ele deixa os outros para trás nessa última virada.

Vídeo 2: Caso Caster Semenya e Phelps <https://www.youtube.com/watch?v=gos2sJbq-1Y>



Grupo 4: Primeiro transgênero do boxe garante vitória na luta de estreia como homem no profissional

O americano Patricio Manuel, que já competiu como mulher, venceu o mexicano Hugo Aguillar, neste sábado, na Califórnia

Patricio Manuel é um boxeador profissional norte-americano. Em 2018, ele se tornou o primeiro transgênero na história dos Estados Unidos a ter uma luta profissional. Manuel é cinco vezes campeão nacional de boxe amador feminino nos EUA. Ele lutou sua última luta como mulher em 2012 contra Tiara Brown. Sua próxima luta foi depois que ele fez a transição, onde assumiu Adan Ochoa em 2016, e venceu por decisão unânime. Manuel fez sua estreia profissional em dezembro de 2018.

Por anos, ele via no espelho uma certa mulher refletida. Hoje, “Pat” se enxerga como um homem confiante, finalmente confortável na sua própria pele, seu próprio corpo. Depois de quatro anos de uma cirurgia que marcou definitivamente a transição de gênero de Patricia a Patricio Manuel, o primeiro boxeador transgênero conquistou sua primeira vitória já na estreia como homem no boxe profissional.

Em Indio, na Califórnia, Pat Manuel, de 33 anos, natural de Santa Monica, venceu, por pontos, depois de quatro rounds, o mexicano Hugo Aguillar, que soma seis derrotas em seis lutas. No segundo assalto, Patricio quase caiu duas vezes depois de receber fortes golpes de Hugo. Mas os três juízes apontaram 39 a 37 para Patricio Mais do que a vitória no ringue, o superpena americano comemorou uma oportunidade:

- Espero que minha vitória crie um espaço a mais no esporte – disse Patricio. Patricio começou o tratamento com hormônios em setembro de 2013. Em menos de cinco meses, ele ganhou 7kg, barba e viu sua voz mudar. Mais de dois anos depois da última luta como mulher, Pat foi submetido à cirurgia, em Salt Lake City, nos Estados Unidos, para remover os seios e moldar o peitoral. No momento da cirurgia, ele deu a seguinte declaração:

- Eu sou masculino, mas não necessariamente um homem. Quero ser livre dessas amarras. Mas, porque vivemos em um mundo onde se é ou homem ou mulher, tive que me transformar. Queria estar apto para competir com homens.

Quando o dono do clube onde Pat treinava com o técnico Robert Luna descobriu que ele era transgênero, ele foi expulso do clube. E Robert, que preparou Patricia em mais de 70 lutas, se afastou dele e do esporte por um ano depois disso. Apesar de ter recebido respeito e admiração após a intervenção cirúrgica, alguns amigos também se distanciaram e possíveis vagas de emprego não aceitaram mais a mulher que tinha sido entrevistada e que agora era um homem.



Mas desde que o Comitê Olímpico Internacional mudou as regras, permitindo a participação de atletas transgêneros nas competições, a Federação Americana de Boxe aprovou sua entrada. Pat teve que lidar com adversários que se recusaram a competir com um transgênero. Ele assinou contrato apenas para esta luta do fim de semana com a empresa Golden Boy, do americano Oscar De La Hoya, campeão olímpico em 1992.

Mas depois da primeira vitória como homem, marcando a história do boxe e se tornando também o primeiro transgênero homem a competir profissionalmente nos Estados Unidos, ele espera ter outras oportunidades e disse que vai voltar.

Grupo 5: Edinanci Silva, a difícil vida de uma atleta intersexual

Edinanci diz ter descoberto o intersexismo em 1996. Uma das principais judocas do país em todos os tempos, ela se viu no centro de uma grande polêmica em 1996, às vésperas das Olimpíadas de Atlanta, quando tinha 19 anos. Descobriu-se hermafrodita. Tinha testículos internos, responsáveis pela produção de testosterona, hormônio masculino. Com o crescimento desses órgãos, o útero acabou atrofiado. Tanto que ela nunca menstruou. A família jamais a questionou sobre o fato, porque não se falava em questões tão íntimas em casa. A atleta, por sua vez, não se preocupava, apesar de sempre ter desconfiado de que havia algo de errado com ela, já que desde criança era confundida com garoto. “Mas eu não ligava. Também sempre usei cabelo curto. Gosto assim”, ri ela, que esbanja gentileza e é muito querida pelos companheiros de esporte — é chamada por eles carinhosamente de Ed. Aconselhada por médicos, foi operada, em abril daquele mesmo ano, para a retirada dos testículos e do útero. “Eles me disseram que eu corria o risco de desenvolver um câncer se não fizesse a cirurgia.

Fiz por uma questão de saúde, porque de resto nunca me incomodou em nada”, conta. “As pessoas falam do fato de eu não poder ter filhos. Não é problema. Já existem tantas crianças no mundo, muitas delas abandonadas. Além disso, tenho seis sobrinhos maravilhosos. Também disseram que eu perderia um pouco da minha força, mas não senti diferença.”

De qualquer forma, se não tivesse feito a cirurgia, Edinanci não passaria num provável teste de feminilidade para as Olimpíadas. Consequentemente, não poderia competir. Uma atleta não é considerada mulher se mantiver os testículos. Isso porque a testosterona produzida por eles a deixa em vantagem em relação às concorrentes, pois aumenta a capacidade aeróbica, a metabólica, a força física e a massa muscular. Ou seja, na letra fria das normas esportivas, trata-se de um doping. Involuntário, mas doping.



Família abalada

O caso de Edinanci despertou a curiosidade geral e foi amplamente divulgado pela imprensa à época. Isso, sim, a atingiu em cheio. E não pela invasão de privacidade, apesar de a judoca ser extremamente tímida. Foi pela família que ela se ressentiu. “As pessoas acham que me abalei com a descoberta, mas a verdade é que eu já passei tanta coisa na vida que aquilo foi apenas uma migalha”, afirma ela, natural de Sousa, sertão paraibano, onde teve uma infância pobre. “O que eu senti mesmo foi pelos meus pais. Eles acabaram sofrendo muito com a forma como exploraram tudo. Me informei bastante sobre o problema e expliquei para a minha família, que entendeu o que aconteceu comigo, mas na época o sofrimento de todos foi grande.”

Apesar de dizer que não guarda mágoas de ninguém, a judoca fala com admiração sobre a recepção que Semenya teve ao voltar ao seu país em meio à polêmica. “Lá, ela foi tratada como heroína nacional. Comigo fizeram o maior oba-oba. Tiveram comportamento de bando. Um gritou e o resto foi atrás”, reprova.

A aparência masculina e a grande força física costumam lhe causar percalços até hoje no judô. “Ganhando ou não medalhas, vou sempre para o teste antidoping, em qualquer competição. E tem gente que ainda vem me falar: ‘Você foi sorteada para o exame’”, ironiza. Em seguida, porém, ri da situação. “Aceito com tranquilidade. Vou fazer o quê? Se me recusar, dirão que me dopei. Já chegaram a falar até que eu usava anabolizante. Nem sabia o que era isso na época. O ruim do exame mesmo é que você tem de ficar nua na frente de uma pessoa desconhecida (uma fiscal). De resto, não me incomoda.” Apesar de tudo que já passou, Edinanci se considera uma pessoa feliz. “Me contento com muito pouco.”

A atleta conquistou duas medalhas de bronze em mundiais (1997 e 2003) e dois ouros em jogos americanos (2003 e 2007).

Aula 4

Sexo biológico, gênero, homofobia e transfobia.

Tempo estimado: 2 aulas de aproximadamente 50 min

Desenvolvimento da aula

Nessa aula serão apresentados aos alunos outros casos polêmicos no esporte envolvendo supostas “vantagens” de alguns atletas. Esses casos serão uti-



lizados para a explicação de alguns conceitos como: sexo biológico, gênero, identidade de gênero, hormônios, transexualidade, intersexualidade, além de questionar questões de raça e classe social).

1º Momento: Leitura e discussão do texto: *Sexo ou gênero?*

Nas últimas décadas, a relação entre a expressão social da masculinidade e da feminilidade e os aspectos físicos subjacentes foi debatida com ardor nas arenas científica e social. Em 1972, os sexólogos John Money e Anke Ehrhardt popularizaram a ideia de que sexo e gênero são categorias separadas. Sexo, diziam, se refere aos atributos físicos e é anatômica e fisiologicamente determinado. Viam o gênero como uma transformação psicológica do eu – a convicção interior de que se é homem ou mulher (identidade de gênero) e as expressões comportamentais dessa convicção. Enquanto isso, a segunda geração de feministas da década de 70 também afirmava que o sexo é diferente do gênero – que as instituições sociais, elas próprias projetadas para perpetuar a desigualdade de gênero, produzem a maioria das diferenças entre homens e mulheres. As feministas argumentavam que, embora os corpos de homens e mulheres tenham diferentes funções reprodutivas, são poucas as diferenças de sexo que não podem ser mudadas pelas vicissitudes da vida. Se as meninas não podiam aprender matemática tão facilmente quanto os meninos, o problema não estava em seus cérebros. A dificuldade decorria das normas de gênero – expectativas e oportunidades diferentes em relação a meninos e a meninas. Ter um pênis ou uma vagina é uma diferença de sexo. O desempenho superior dos meninos em relação ao das meninas em provas de matemática é uma diferença de gênero. É de se supor que estas possam ser mudadas, ainda que aquelas não o possam. Money, Ehrhardt e as feministas colocaram os termos de tal maneira que sexo passou a representar a anatomia e funcionamento fisiológico do corpo e gênero passou a representar as forças sociais que moldam o comportamento. As feministas não questionavam o domínio do sexo físico; o que era posto em questão eram os significados psicológicos e culturais dessas diferenças – o gênero. Mas as definições feministas de sexo e gênero deixavam aberta a possibilidade de que as diferenças masculino/feminino em funções cognitivas e comportamento podiam resultar de diferenças sexuais e, assim, em certos círculos, a questão de sexo versus gênero se tornou um debate sobre quanto a inteligência e alguns comportamentos estão embutidos nas conexões no cérebro, enquanto em outros casos não há remédio senão ignorar muitas das descobertas da neurobiologia contemporânea. Ao renunciar ao território do sexo físico, as feministas ficaram expostas a ataques renovados com base na diferença biológica.



De fato, o feminismo encontrou massiva resistência nos domínios da biologia, da medicina e de setores significativos das ciências sociais. A despeito de muitas mudanças sociais positivas, o otimismo dos anos 70 de que as mulheres alcançariam a igualdade social e econômica completa tão logo a desigualdade de gênero fosse enfrentada na esfera social tende a desaparecer diante da desigualdade aparentemente recalcitrante. E isso levou as acadêmicas feministas, de um lado, a questionarem a própria noção de sexo e, de outro, a aprofundarem suas investigações do que queremos dizer com palavras como gênero, cultura e experiência. A antropóloga Henrietta Moore, por exemplo, é contra reduzir as explicações de gênero, cultura e experiência a seus “elementos linguísticos e cognitivos”. Afirmando, como Moore, que “o que está em questão é a natureza corporificada das identidades e da experiência. A experiência... não é individual e fixa, mas irredutivelmente social e processual”. Nossos corpos são complexos demais para dar respostas claras sobre a diferença sexual. Quanto mais procuramos uma base física simples para o “sexo” mais claro fica que o “sexo” não é uma categoria física pura. Aqueles sinais e funções corporais que definimos como masculinos e femininos já vêm misturados em nossas ideias sobre o gênero.

2º Momento: Nesse momento será proposto que os alunos elaborem por escrito perguntas/ dúvidas para serem levadas a uma pessoa expert no assunto sobre pessoas Trans no esporte.

3º momento: Vídeo Ale respondendo sobre possíveis dúvidas dos alunos³⁶.

Ale Mujica possui graduação em Medicina - Universidad Autónoma De Bucaramanga, Colômbia - UNAB (2009), é Mestre em Saúde Coletiva da UFSC (2014). Desenvolve pesquisas no campo das questões Trans (Transexualidades, travestilidades e transgeneridades), saúde LGB, gênero e saúde, gordofobia, políticas públicas. Feminista e ativista autônoma do movimento Trans e lésbico, do movimento gordo, do movimento feminista em saúde e da frente catarinense pela legalização e despatologização do aborto. Atualmente está fazendo doutorado em saúde coletiva na UFSC.

36 <https://drive.google.com/file/d/1IQ9ipZqZUx2xlushwUTLWyn8y4MqUUdu/view?ts=5d11945c>

Aula 5

Parecer Técnico

Tempo estimado: 2 aulas de aproximadamente 50 min

Desenvolvimento da aula

Como encerramento das atividades e avaliação da SD propõe-se que os alunos emitam um parecer técnico decidindo se a atleta Tiffany Abreu leva alguma vantagem, ou não, em participar de competições de vôlei em equipes femininas e se deve continuar competindo nessa categoria.

O ideal é que os alunos possam realizar essa atividade em pequenos grupos de (3 a 4 alunos) para que possam discutir e construir argumentações. Sugere-se também que o professor disponibilize a sala de informática para que os grupos possam pesquisar outros materiais que sejam necessários para a construção do laudo técnico.

Um modelo fictício de como pode ser feito o laudo técnico esportivo encontra-se em anexo e pode ser disponibilizado para ajudar os alunos a compreenderem o teor da atividade.



INTERNATIONAL
OLYMPIC
COMMITTEE

Parecer técnico Ministério do Esporte

PARECER Nº 1 /2019

ASSUNTO: Caso Tiffany Abreu

Brasília, 04 de março de 2020.

O Comitê Olímpico Internacional (COI) oficializou ao Ministério do Esporte, juntamente com o Comitê Olímpico do Brasil (COB) a decisão de (...)



8

Mônica Maria Kerscher

Leticia Jorge

**O QUE PODE
A COMPLEMENTARIDADE
ENTRE RAZÃO E IMAGINAÇÃO
NUMA FORMAÇÃO DE
PROFESSORES
DE CIÊNCIAS? PODE?!**

DAS POSSIBILIDADES DE (DES)VER O MUNDO:

Uma conversa inicial

O pai achava que a gente queria desver o mundo para encontrar nas palavras novas coisas de ver assim: eu via a manhã pousada sobre as margens do rio do mesmo modo que uma garça aberta na solidão de uma pedra. Eram novidades que os meninos criavam com as suas palavras. Assim Bernardo emendou nova criação: Eu hoje vi um sapo com olhar de árvore. Então era preciso *desver o mundo* para sair daquele lugar *imensamente e sem lado* (BARROS, 2015, p. 141, grifo nosso).

O mundo. Qual mundo? Aquele lugar imenso, repleto de informações, discursos, fatos, opiniões, julgamentos, não-lugares, acordos, saberes, conhecimentos, desacordos, controvérsias. Diz-se disso, fala-se daquilo. Interpreta-se aqui, evidencia-se ali, explica-se acolá. Um mundo de coisas que pode ser olhado daquele lugar imensamente e sem lado. E se desviar o olhar da coisa para outros modos desse olhar? Não apontar para o o quê da coisa, mas perseguir um como. Pensar nos modos de se relacionar com e no mundo, encarar os obstáculos, desver o mundo. Pensar nos silenciamentos, nas invisibilidades, nos ditos e não-ditos. Pensar naquilo que faz com que sejamos o que somos, naquilo que faz com que pensemos no que pensamos, naquilo que faz com que ajamos como agimos.

Pois bem, é por esse lugar de problematizações que este roteiro didático se envia, possibilitando um estudo e um debate entre as potencialidades do entrecruzamento da razão e da imaginação, da racionalidade e da sensibilidade, da ciência e da arte.

Para tanto, enreda-se na análise da controvérsia resistiva plural entre as visões Aristotélicas e Galileanas de mundo supralunar (in) corruptível e (i)mutável, utilizando como subsídio para tais discussões



as ilustrações lunares produzidas em aquarela por Galileu Galilei em 1609. De modo geral, na controvérsia resistiva plural o embate entre o estabelecimento de conhecimentos ocorre entre uma teoria nova (e.g., lua craterada de Galileu e a imperfeição do mundo supralunar) e o paradigma aceito (e.g., lua polida e a perfeição do mundo supralunar), que procura criar condições em seu próprio meio para explicar o fenômeno (RAICIK; PEDUZZI; ANGOTTI, 2018), envolvendo, além da confiabilidade instrumental (nesse caso a luneta), esquemas conceituais (sejam eles científicos e/ou artísticos) e filosóficos que atuam fortemente nas observações e interpretações.

Portanto, é nesse âmbito que vê-se potencialidades para a discussão das possíveis relações que podem ocorrer entre a razão e a imaginação na produção de conhecimento científico, fazendo com que outras e novas coisas, pensamentos e conhecimento aconteçam numa formação continuada de professores de ciências.

Público-alvo

Diante de um mundo complexo surge a necessidade de (re) pensar a praxe pedagógica e de desenvolver distintas metodologias, problematizações e discussões para que professores não necessitem perpetuar, em reincidência, frente aos ritmos do cotidiano e às exigências impostas pelo sistema, os mesmos saberes com as mesmas práticas, ao longo de anos, para os mais diversos grupos de sujeitos.

Posto isso e considerando as necessidades das discussões de aspectos controversos no contexto científico e de sala de aula, tem-se como intuito explorar um roteiro didático que dialogue com a complementaridade da razão e da imaginação por meio da controvérsia resistiva plural entre as visões Aristotélicas e Galileanas de mundo supralunar (in)corruptível e (i)mutável e com professores de



ciências que estão num processo contínuo de interesse pelo estudo e desenvolvimento, no que tange o conhecimento científico.

Como estratégia metodológica, aposta-se numa sequência de três momentos, os quais serão apresentados em três encontros como oficina, com duração de duas horas cada momento. A oficina não é tomada na ordem explicativa e prescritiva, em que os propositores da oficina fornecem modelos e receitas prontas daquilo que é pra fazer, “porque explicar afasta as falas da imaginação” (BARROS, 2015, p. 142), mas com elas o intuito é fazer com que os participantes pensem, isto é, não para ver o que se pensa nas atividades desenvolvidas, “mas para pensar o que vemos, para expor nosso pensamento ao que está acontecendo (no presente), e para ir além de nossas próprias reflexões, para quebrá-las” (MASSCHELEIN, 2012, p. 68, tradução livre). E, assim, estranhar as naturalidades, os paradigmas, as normalidades.

PROPOSTA DE ROTEIRO DIDÁTICO OU DA OFICINA QUE ENTRELAÇA UMA CIÊNCIA ARTÍSTICA NUMA ARTE CIENTÍFICA (E VICE-VERSA)

Será que se pode pensar em uma ciência artística entrelaçada com uma arte científica no ensino de ciências? Ou ainda, como o entrelaçamento entre razão e imaginação, racionalidade e sensibilidade, nos permite problematizar e discutir conhecimentos científicos em aulas de ciências? Para Bachelard, razão e imaginação são caminhos fundamentais e indispensáveis para a constituição do humano. Essas duas vias formam o espírito e a consciência no homem (MACHADO, 2016, p. 12). Assim, pensar o desenvolvimento científico como parte integrante da constituição do ser humano, faz com que se considere, portanto, “a razão e a imaginação como opostas, mas, ao mesmo



tempo complementares, pois ambas são ativas, criadoras, realizantes” (BULCÃO; BARBOSA; CESAR, 2012, p. 16), criativas, instigadoras, nesse processo, fazendo com que, entre outras coisas, haja uma continuidade no desenvolvimento científico, possibilitando novas e outras indagações, perguntas, questionamento, dúvidas, que estão a todo tempo sendo refeitas, alargadas, respondidas, oportunizadas ou desvencilhadas.

Aponta-se para tal problematização para expor a importância de colocar em jogo num ensino de ciências e na formação de professores uma forma de pensar que não seja estática, mas que seja aberta e inquieta, dinamizando a produção do conhecimento científico, propondo questionamentos sobre o entendimento humano e o olhar naturalizado para as coisas, para o mundo. Permite-se, assim, certa liberdade e abertura de pensamento, não tratando mais a razão como algo rígido e que regula todo o conhecimento. Distanciando-se, portanto, do racionalismo clássico, fechado, de raiz cartesiana. Dá-se abertura para a imaginação no processo da produção de conhecimento. Coloca-se, desse modo, certa pitada de caos na ordem já estabelecida e estruturada, pois os saberes podem ser reorganizados, indicando aquilo que Bachelard anunciava, a saber, a não concordância com uma razão imutável e absoluta, de um saber fechado e fixo, mas uma multiplicidade das ocasiões do pensar. É certo que o que se coloca não é uma exclusão das teorias científicas já pensadas e estruturadas, mas aponta-se para o dizer não e saber que outras teorias podem ser criadas em coexistência e simultaneidade, pois as teorias científicas não são definitivas e irrevogáveis e mesmo as teorias descartadas não deixam de ser científicas (PEDUZZI; RAICIK, 2020).

No bojo de tal discussão, ao aventurar-se nas intersecções entre as esferas da arte e da história e filosofia da ciência para auxiliar na compreensão do processo de construção histórica e cultural do conhecimento (REIS; GUERRA; BRAGA, 2006; ALCANTARA; JARDIM, 2014), considera-se o



saber sobre e da ciência como algo multifacetado que se estende para além do entendimento de conteúdos científicos, como algo que contempla devaneios, voluptuosas fantasias, erros, acertos, improvisos, influências externas e internas; que possibilita, ainda, os exercícios de pensamentos, de senso de reflexão e criticidade, de perceber que as coisas no mundo, e o próprio mundo, podem ser olhadas de diferentes modos.

São todas essas questões que se fazem destacar no roteiro didático, isto é, na oficina que entrelaça uma ciência artística numa arte científica (e vice-versa). Com ela busca-se proporcionar debates sobre as possibilidades de se pensar a ciência, bem como outros campos do saber, sob novas perspectivas, a ponto de suscitar em professores de ciências reflexões sobre o desenvolvimento de uma prática pedagógica e científica mais plural, criativa, imaginativa, crítica, diversificada e interventiva.

Dito isso, inicia-se, então, nas próximas subseções, as discussões que permeiam o acontecer da atividade relativa à oficina.

A proposta de um ofinar: o acontecer de uma sequência

O primeiro momento da oficina

A parte I da oficina constitui o criar de um seminário que envolva discussões sobre a temática do segmento histórico elegido bem como o entrelaçamento possível entre a razão e a imaginação. São discussões que perpassam as querelas sobre os distintos modos de ver com e a partir do mundo lunar (JORGE; PEDUZZI, 2018), as questões sobre os registros visuais da Lua craterada (EDGERTON, 2006; NEVES; SILVA, 2008; SILVA, 2013; SILVA; NEVES, 2014), o debate em torno da propalada perfeição do mundo supralunar proclamada por Aristóteles (PEDUZZI, 2015) e os ponderamentos sobre as controvérsias, consideradas resistivas plurais



(RAICIK, PEDUZZI; ANGOTTI, 2018), que surgem das disputas entre as irregularidades ou não da superfície lunar. Tudo isso em vista de contribuir para o diálogo de complementaridade da razão e da imaginação.

O seminário, que abarca sessões expositivas dialogadas para que os professores de ciências tornem-se participantes ativos e não consumidores meramente passivos, será desenvolvido pelos propositores da oficina, ficando a cargo da criatividade dos mesmos. Ao longo dessa atividade torna-se viável, ainda, recomendar a inserção de outros materiais - que não sejam aqueles de textos dissertativos tradicionalmente enrijecidos por um molde sistemático, disciplinar e linear de educação - sobre o tema em questão.

Por conta disso, alguns recursos didáticos, além de trabalhos acadêmicos, para auxiliar os propositores da oficina a pensarem a estruturação do seminário são apresentados e explorados. A título de exemplo, sugerem-se:

- O uso das ilustrações artísticas da Lua em aquarela produzidas por Galileu em 1609 (ver figura 1a), que podem ser utilizadas como complemento de discussão aos estudos da perspectiva e da projeção de sombras;
- A utilização das imagens da superfície lunar presentes no livro *Sidereus Nuncius* (O Mensageiro das Estrelas) (GALILEI, 2010) (ver figura 1b), as quais podem contribuir para a visualização (parcial) da imperfeição do mundo celeste;
- A incorporação de trechos das histórias em quadrinhos “Pateta faz história: como Galileu Galilei” (HOWARD; URTIÁGA; STUDIO, 2011)³⁷ e “Astronomia

³⁷ Devido ao fato da história em quadrinhos “Pateta faz história: como Galileu Galilei” (HOWARD; URTIÁGA; STUDIO, 2011) não se fazer acessível em meio eletrônico de modo gratuito, disponibiliza-se o trecho que se utiliza dela em anexo para pensar as questões suscitadas.



e mecânica clássica: história da ciência em quadri-
nhos - o método científico de Galileu" (ARAÚJO *et al.*,
2017)³⁸ para a compreensão da complexidade envol-
vida no processo de aperfeiçoamento da luneta e na
transformação dos dados coletados por Galileu;

- A apresentação de uma passagem do "Poema para Galileu" (1964) (GEDEÃO, 2002)³⁹ para evidenciar a dificuldade de aceitação de seus achados;
- A inserção e comparação das pinturas *Assumption of the Virgem* (Assunção da Virgem Maria) (1612) reali-
zada por Lodovico Cardi (1559-1613) e *The Virgin of the Immaculate Conception* (A Virgem da Imaculada Conceição) (1660) produzida por Bartolome Esteban Murillo (1617-1682) para o debate do não recebimento de uma Lua imperfeita;
- O emprego de um segmento da segunda parte da série *Poeira das estrelas: o nascimento da ciência* (2006)⁴⁰, para um melhor entendimento acerca da estruturação do modelo de Universo de Aristóteles; e



SUMÁRIO

38 Disponível em: <<http://www.leds.ufop.br/hqciencia/>>. Acesso em: 22 jun. 2019.

39 Disponível em: <<http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol03-Num2/a051.pdf>>. Acesso em: 26 Jun. 2019.

40 A segunda parte da série "Poeira das Estrelas: o nascimento da ciência" (2006) pensada para este momento inicial da oficina, que compreende o intervalo de tempo que se inicia em 1min e 11s e termina em 3min e 13s, encontra-se disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=LkYrmgkJP5c>>. Acesso em: 25 Jun. 2019.

- A aplicação de um trecho da série animada *Os grandes personagens da história: Galileu Galilei* (CONNERY, 2010)⁴¹ para complementar a discussão da controvérsia resistiva plural.

A proposição do uso de distintos recursos nesse primeiro momento da oficina para a discussão da temática, tem como pretensão, além de problematizar a controvérsia entre as diferentes visões de mundo, instigar os professores de ciências no pensar da construção de materiais didáticos diversificados (que ocorre no segundo momento da oficina), tornando, assim, as apreensões e discussões dos componentes dessa primeira parte como parte de estudo e formação, isto é, como algo que possa minimizar um possível estranhamento por parte dos professores quanto ao desenvolvimento de seus produtos educacionais e um alargamento no entendimento dos processos de produção de conhecimento científico.

Do con-texto-(e)-teúdo de um (dis)seminar

Vamos questionar!

Após o processo preliminar de pensar com o seminário, sugestivamente guiado pelas elucubrações germinadas em *Do con-texto-(e)-teúdo de um (dis)seminar: o caso racional e imaginativo Galileano* do artigo “Entre a razão e a imaginação: visão(ões) de mundo”⁴² (KERSCHER; JORGE, no prelo), um conjunto de perguntas, por meio dos propositores, floresciam; tornando-se, assim, o ponto de partida para o direcionamento final dessa primeira parte da oficina.

41 CONNERY, J. *Grandes personagens da história: Galileu Galilei*. Animação. Jason Connery. EUA, 2010. (Série animada). Vídeo disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=3dEfE3WfUR8>>. Acesso em: 25 Jun. 2019. Sugestão de uso da animação de 12min e 01s até 13min e 34s para o debate proposto.

42 Para ter acesso ao artigo na íntegra entrar em contato via e-mail com as autoras do capítulo.

Com a participação ativa no seminário e com a apreciação e a discussão dos materiais, o grupo de professores de ciências, presumivelmente, poderá suscitar indagações, tanto ao conteúdo exposto quanto às dúvidas relacionadas à temática, e compartilhar ideias que poderão ajudá-los na elaboração de suas propostas educacionais em um panorama espontâneo, referente ao segundo momento da oficina.

ALGUMAS PROBLEMATIZAÇÕES POSSÍVEIS

O desatinar da primeira questão

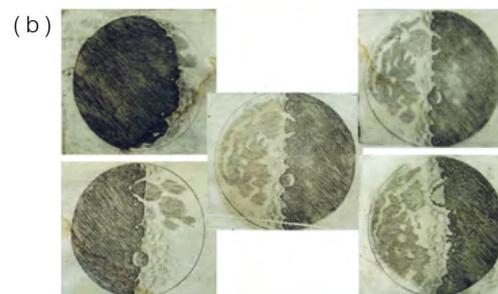
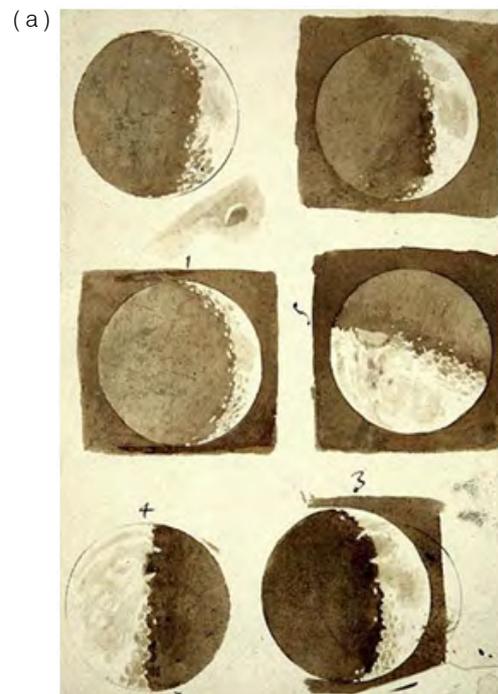
A partir das discussões suscitadas no artigo “*Entre a razão e a imaginação: visão(ões) de mundo*” que floresce como um “*contexto-(e)-teúdo*” para esse seminário, pode-se inferir que Galileu fez uso da razão ou/e da imaginação para a interpretação das manchas vistas por ele na Lua - consideradas aceitáveis, segundo a visão aristotélica, dada a sua aproximação com a Terra e por ser um marco divisório entre os mundos sub e supralunar - como sendo protuberâncias e crateras?

O endoidecer da segunda

Se Galileu tivesse utilizado suas ilustrações lunares em aquarela para comporem seu livro ao invés dos desenhos com características descomuns realizados por um gravador (possivelmente a pedido do estudioso), o impacto na divulgação da irregularidade da superfície lunar teria culminado em alguma perturbação acerca da propalada perfeição do céu aristotélico?



Figura 1 – (a): Seis desenhos da Lua com suas distintas fases em aquarela produzidas por Galileu em Novembro-Dezembro de 1609. (b): Cinco imagens da Lua presentes no livro (1610) de Galileu Galilei.



Fonte: Florence, Biblioteca Nazionale Centrale, Ms. Gal. 48, f. 28r (a); Galilei (2010) (b).

O vaguear por tantas outras perguntas

Como uma controvérsia pode suscitar uma discussão em torno do par razão/imaginação? Neste mesmo viés de pensamento, como e em que medida se avalia a existência de uma controvérsia resistiva plural entre as distintas visões de mundo perfeito Aristotélico e imperfeito Galileano? Podemos dizer que a forma racional de pensar envolveria Galileu permanecer com a visão aristotélica de mundo, enquanto que a forma imaginativa de pensar ocasionaria na extrapolação dos cânones dessa visão perfeita de mundo celeste, principalmente lunar, ao utilizar a arte, a criatividade, devaneios, como meio para esse rompimento? Podemos propor e pensar num ensino de ciências em que é possível problematizar aquilo que é colocado como verdade, percebendo que as coisas no mundo podem ser olhadas de diferentes modos?

O segundo momento da oficina

A proposta para esse segundo momento é que a partir da discussão do encontro anterior, dos debates que envolvem os processos científicos, artísticos e as controvérsias, os professores, em grupos, possam desenvolver e criar algum material didático como possibilidade de trabalhar o tema em sala de aula (como por exemplo: vídeo, texto, poema, história em quadrinhos, um roteiro para peça de teatro, jogo, dentre outros), fazendo com que ao realizar a atividade emergjam novos questionamentos relativos ao processo de produção do conhecimento científico. Dessa forma, instiga-se o pensar com o fazer e o fazer com o pensar. Para tanto, coloca-se como problematização norteadora e disparador do exercício os seguintes questionamentos:

No caso de Galileu, as ilustrações lunares foram de extrema relevância para a divulgação de seus achados (no que tange a



visualização das irregularidades da superfície lunar), fato este que nos mostra a possibilidade de (re)pensar a construção do conhecimento científico com e por outros meios. Refletindo sobre isso, e envolvendo as discussões sobre a temática da primeira parte da oficina, para além desses materiais, quais modos de (re)produção, de estudo, desse conhecimento seriam passíveis de serem transformados em materiais pedagógicos para seus alunos? Em outras palavras, quais ou que tipo de recursos educacionais você poderia construir para debater tais informações com seus alunos? Como você faria?

O terceiro momento da oficina

Como terceiro momento e último encontro da oficina, intenciona-se socializar e partilhar os materiais desenvolvidos, estabelecendo um diálogo para pensar nas possibilidades e limites que o entrecruzamento entre razão e imaginação em aulas de ciências podem produzir e potencializar.

Nessa intenção, problematiza-se: é possível abrir brechas no ensino de ciências na criação de modos outros de produzir conhecimento, adentrando no entrelaçamento complementar da razão e da imaginação no ensino? Qual a potencialidade da complementaridade entre razão e imaginação numa formação de professores de ciências? Pode acontecer no processo de desenvolvimento científico a complementaridade da razão e da imaginação? E em uma formação de professores de ciências, pode? Esse tópico deve conter uma contextualização do tema, uma explicação sobre o porquê de trabalhar com este tema, além de oferecer orientações e subsídios para que o professor possa compreender de maneira geral do que se trata a proposta de ensino, qual é a problematização inicial e o que será investigado/estudado.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Bachelard escreve que “existem coisas tão sólidas em sua realidade que acabamos esquecendo de divagar sobre seu nome” (BACHELARD, 1988, p. 29). Sim, existem! Contudo, são através de ações e atitudes, leituras e alargamento de entendimentos, como o que se explorou neste espaço de pensar durante a proposta de oficina, que se torna possível encontrar brechas para criar rupturas com os modelos de razão coercitiva e soberana sobre as demais formas de conhecer e produzir conhecimento, encontrar lacunas para desestabilizar o que é tornado fixo, dinamizar a razão e a imaginação, estreitando suas relações e devaneando no âmbito científico e educacional, encontrar fissuras para novos questionamentos relativos ao processo de produção e divulgação do conhecimento científico, abrir espaço para a criação.

Eventualmente, o acolhimento da arteciência sob um viés histórico-filosófico na formação de professores (ALCANTARA; JARDIM, 2014; JORGE, 2018; TASQUETTO, 2018) de ciências pode propiciar um entendimento mais humano acerca da própria construção do conhecimento científico, pode auxiliar na formulação de práticas pedagógicas e científicas mais plurais, pode despertar o interesse de conhecer outros modos de produção de conhecimento e de ampliar o repertório expressivo para um pensar inovador e criativo que contribua na busca de soluções para os problemas que se impuserem sob as mais diversas faces e circunstâncias. Haja vista o fato de que há muitos mundos a serem destrancados e muitas leituras a serem apreendidas.



REFERÊNCIAS

ALCANTARA, M. C. de; JARDIM, W. T. A utilização da HFC no ensino de física a partir de representações artísticas. In: III Conferencia Latinoamericano del International, History and Philosophy of Science Teaching Group IHPST- LA. Comunicação oral CO22 (*Anais...*). Santiago de Chile, p. 164-172. 2014.

ARAÚJO, C. et al. O método científico de Galileu. In: ARAÚJO, C. et al. *Astronomia e mecânica clássica: história da ciência em quadrinhos*, v. 1. Produção independente, p. 5-13. 2017.

BARROS, M. de. *Meu quintal é maior do que o mundo*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2015.

BULCÃO, M.; BARBOSA, E.; CESAR, C. M. (org.). Arte, ciência e linguagem. Homenagem a Gaston Bachelard por ocasião do cinquentenário da sua morte. *Revista Ideação*. Feira de Santana, n. 26, v. 2, p. 13-18, 2012.

CONNERY, J. *Grandes personagens da história: Galileu Galilei*. Animação. Jason Connery. EUA, 2010. (Série animada). Vídeo disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=3dEfe3WfUR8>>. Acesso em: 25.jun. 2019.

EDGERTON, S. Y. Brunelleschi's mirror, Alberti's window, and Galileo's 'perspective tube'. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, v. 13, p. 151-79, 2006.

GALILEI, G. *Sidereus Nuncius - O Mensageiro das Estrelas*. Trad. Henrique Leitão. Fundação Calouste Gulbenkian. 3 ed. 2010.

GEDEÃO, A. Um poema para Galileu. *Física na Escola*, v. 3, n. 2, p.9-10, 2002.

HOWARD, C.; URTIÁGA, H. A. de; STUDIO, J. D. *Pateta faz história: como Galileu Galilei*. São Paulo: Editora Abril, 2011.

JORGE, L.; PEDUZZI, L. O. Q. A exemplificação da não neutralidade da observação científica por meio dos desenhos lunares retratados no século XVII. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 11, n. 2, p.179-200, 28 nov. 2018.

JORGE, L. *Na formação de professores e cientistas, uma HQ sobre aspectos da NDC e imagens: encantar-se com os entre-(en)laces*. 2018. 335 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2018.

KERSCHER, M. M.; JORGE, L. *Entre a razão e a imaginação: visão(ões) de mundo*. 2019, no prelo.



MACHADO, F. S. Diurno e noturno no pensamento de Gaston Bachelard. *Cadernos do PET Filosofia*, v. 7, n. 13, p. 11-23, jan./jun., 2016.

MASSCHELEIN, J. Inciting an attentive experimental ethos and creating a laboratory setting. *Philosophy of education and the transformation of educational institutions. Zeitschrift für Pädagogik*, p. 354-370, 2012.

NEVES, M. C. D.; SILVA, J. A. P. da. Disturbing the Perspective: The Church against the New Perspective of Galileo and Cigoli. *Science & Democracy*. 2008. Disponível em: <http://www.dmi.unipg.it/mamone/sci-dem/nuocontri_1/danhoni_silva.pdf>. Acesso em: 23.jun.2019.

PEDUZZI, L. O. Q. *Força e movimento: de Thales a Galileu*. Publicação interna. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015. 209 p.

PEDUZZI, L. O.; RAICIK, A. C. *Sobre a natureza da ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência*. Agosto, 2017, 51 p. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <www.evolucaodosconceitosdafisica.ufsc.br>. Acesso em: 15 Ago. 2018.

RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q.; ANGOTTI, J. A. P. A estrutura conceitual e epistemológica de uma controvérsia científica: implicações para o ensino de ciências. *Experiências em Ensino de Ciências*, Mato Grosso, v. 13, n. 1, p. 42-62, 2018.

REIS, J. C.; GUERRA, A.; BRAGA, M.: Ciência e arte: relações improváveis? *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, v. 13, p. 71-87, 2006.

SILVA, J. A. P. da. *Arte e ciência no Renascimento: discussões e possibilidades de reaproximação a partir do codex entre Cigoli e Galileo no século XVII*. 2013. 505 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Paraná. 2013.

SILVA, J. A. P. da; NEVES, M. C. D. Arte e Ciência no Renascimento: Galileo e Cigoli e as novas descobertas telescópicas. In: IV Jornada de História da Ciência e Ensino: propostas, tendências e construção de interfaces. (*Anais...*). São Paulo, Brasil, v. 9, p. 57-74. 2014.

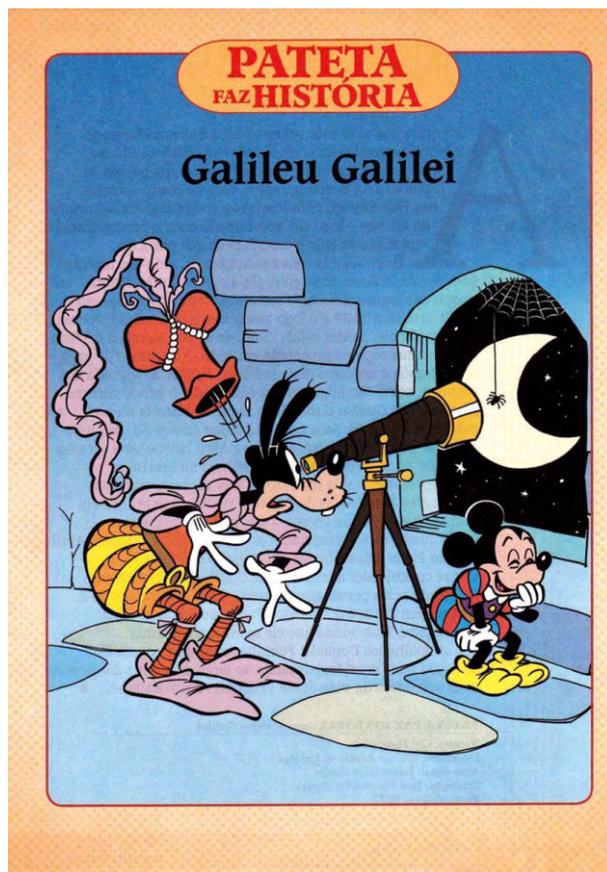
TASQUETTO, A. D´A. *Vermelhar-se em mar: uma viagem-resistência com arte e ciências e formação de professores*. 2018. 291 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2018.



ANEXOS

Sugestão de materiais para a primeira parte da oficina

1. Trechos (selecionados) da história em quadrinhos “Pateta faz história: Galileu Galilei”. Fonte: HOWARD, C.; URTIÁGA, H. A. de; STUDIO, J. D. *Pateta faz história: como Galileu Galilei*. São Paulo: Editora Abril, v.3, p. 7-52. 2011.



SUMÁRIO



SUMÁRIO

A aventura que abre este volume é uma das mais famosas e bem-humoradas da série *Pateta Faz História*. Chama a atenção, por exemplo, como os autores, na página 31, fazem uso da metalinguagem, recurso pouco comum nas HQs Disney, para ironizar a condição de coadjuvante do Mickey – logo ele, acostumado a ser o protagonista em todas as HQs e desenhos de que participa.

Brincadeiras com anacronismos, uma das marcas da série, continuam neste episódio. Logo no início, Pateta sugere que joguem boliche e seu amigo retruca ser impossível, já que estão em 1609 e o jogo ainda não foi inventado. Poucas páginas depois, porém, o fabricante de óculos atende o telefone, aparelho que só seria inventado em 1876. A sucessão de gags se contrapõe a aspectos mais sombrios ligados à biografia do cientista, como seu julgamento por defender o heliocentrismo.

Pateta como Galileu Galilei foi a segunda história da série a ser publicada no Brasil. Saiu em *Almanaque Disney 85*, de junho de 1978. Três anos depois, a Editora Abril lançou uma coleção reunindo doze aventuras com um bônus: na abertura de cada volume, havia uma HQ de seis páginas, estrelada por versões atualizadas de Pateta e Mickey, que brincavam com as situações que viveriam nas páginas seguintes. Esses quadrinhos extras foram produzidos pelos Estúdios Abril em São Paulo e desenhados por Roberto O. Fukue.

Outra curiosidade: a trajetória de Galileu foi recentemente revisitada pelos personagens Disney. Em *Tio Patinhas 544*, lançado em 2010, é o Professor Pardal quem faz o papel do cientista. Mas, ainda que ele tenha a companhia dos atrapalhados Donald e Peninha, a trama é conduzida de forma mais contida, passando ao largo de alguns dos pontos mais polêmicos da vida desse visionário físico italiano. ●

PATETA FAZ HISTÓRIA como Galileu Galilei

Roteiro: Cal Howard
 Desenhos: Hector Adolfo de Urutiaga
 Arte-Final: Jaime Diaz Studio
 Tradução: José Fioroni Rodrigues
 Produzida em 1977



576159-PFH3/1



PATETA
FAZ HISTÓRIA

Galileu Galilei

9

SUMÁRIO

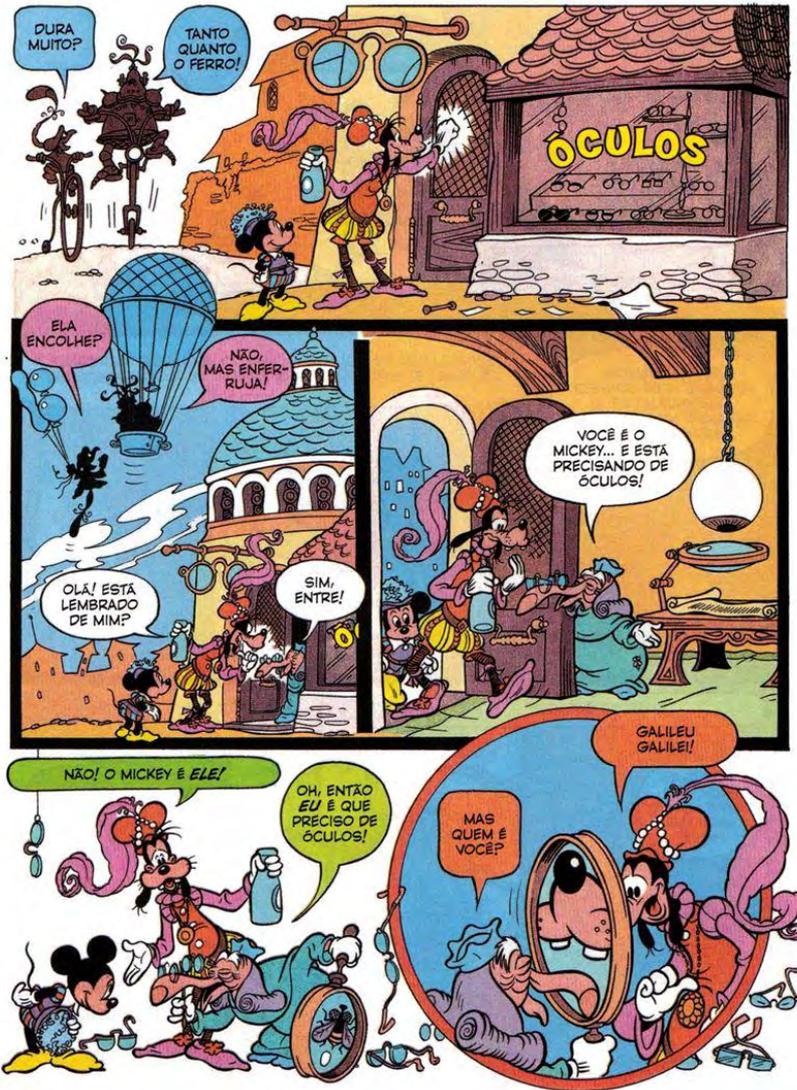


SUMÁRIO

PATETA
FAZ HISTÓRIA

Galileu Galilei

11



SUMÁRIO

12

Galileu Galilei

PATETA
FAZ HISTÓRIA



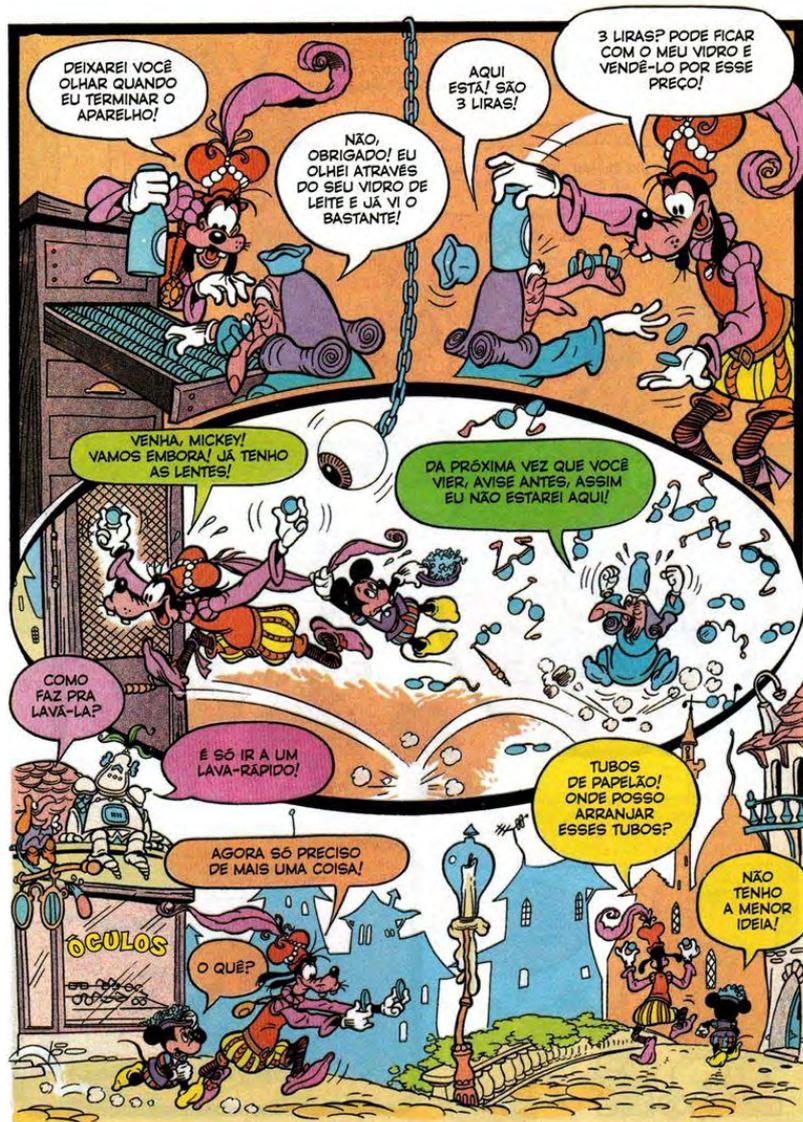
PATETA
FAZ HISTÓRIA

Galileu Galilei

15



SUMÁRIO

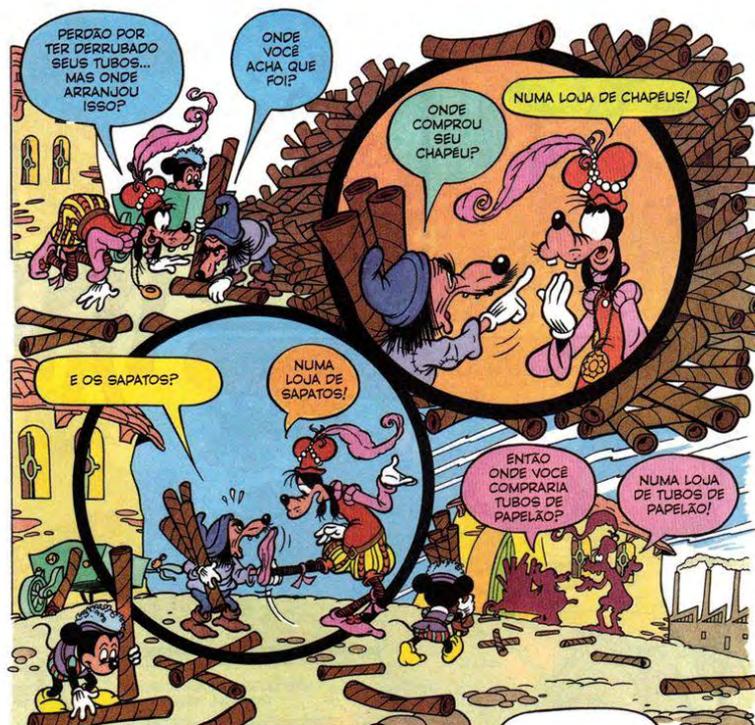


SUMÁRIO

16

Galileu Galilei

PATETA
FAZ HISTÓRIA



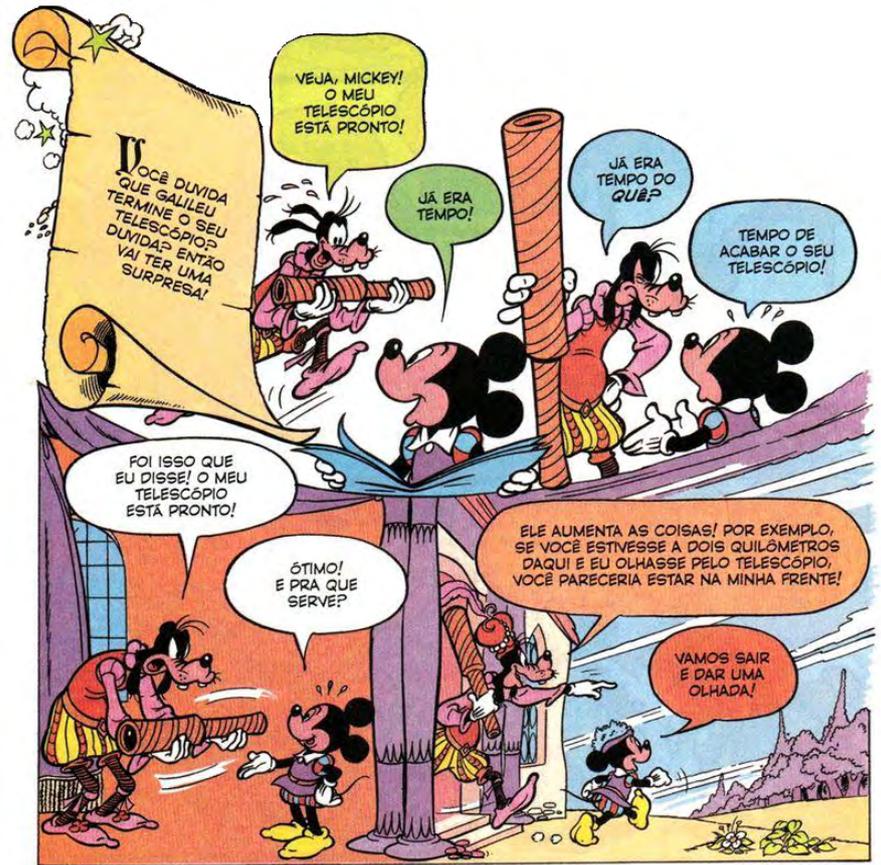
18

Galileu Galilei

PATETA
FAZ HISTÓRIA



SUMÁRIO

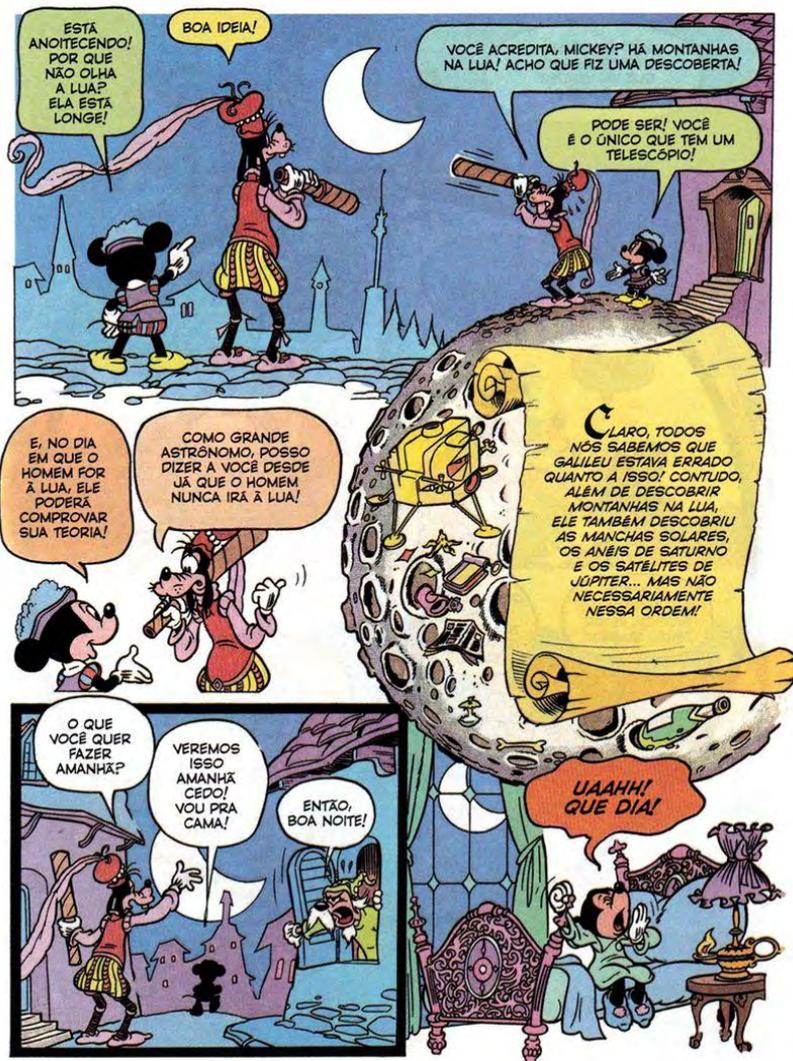


40

Galileu Galilei

PATETA
FAZ HISTÓRIA

SUMÁRIO



SUMÁRIO



9

Jeremias Stein Rodrigues

Jorge Paulino da Silva Filho

A MATEMÁTICA É EXATA?

CONVERSANDO COM O PROFESSOR

Na medida em que as leis matemáticas referem-se à realidade, elas não são exatas e na medida em que são exatas, elas não se referem à realidade (EINSTEIN, *apud* KORZYBSKI, 2000, p. 66, tradução nossa).

Uma das asserções acerca da matemática, mais frequentemente assumidas com naturalidade pelo senso comum, é a de que a matemática é sinônimo inequívoco de exatidão. Afinal de contas, “tão certo como dois e dois são quatro”, é “possível provar por a mais b ” que “os números não mentem”. Talvez esta compreensão tenha se fortalecido com base na defesa que alguns ilustres personagens da ciência tenham feito desse caráter exato do conhecimento matemático. Como nos traz Machado (1990, p. 20 e 21), nas falas de Pierce: “É uma observação comum dizer que uma ciência começa a ser exata quando é tratada quantitativamente. As que são exatas nada mais são do que as ciências matemáticas”, na de Vygotsky: “A correção absoluta só se consegue para lá da linguagem natural, na Matemática”, e na de Comte: “A arte elementar do raciocínio decisivo (...) só a Matemática pode convenientemente desenvolver”.

Clareto e Rotondo (2014), com base na narrativa de um estudante, buscam ressaltar a importância que se deposita na matemática: “Para mim, a matemática dá segurança, a certeza de que eu posso chegar a uma verdade, sem erro, precisa e exata” (p. 978). Percepções deste tipo são partilhadas por diversas pessoas na sociedade, mas outros veem a matemática como elemento central no universo, no que Clareto e Rotondo (2014), parafrazeando Galileu, ressaltam:

Então, a matemática rege o universo, como leis a serem seguidas? Ah, então todo o universo é um grande livro que continuamente se abre perante nossos olhos, que não se pode compreender antes de entender a língua e conhecer os caracteres com os quais está escrito. Seria isso? Mas veja bem,

o universo está escrito em língua matemática, os caracteres são triângulos, circunferências e outras figuras geométricas, sem cujos meios é impossível entender humanamente as palavras; sem eles nós vagamos perdidos dentro de um escuro labirinto (p. 976, grifos das autoras).

Já o professor e autor Elon Lages Lima (1995) chama atenção para o fato de que:

Ao contrário das demais matérias que se estudam na escola, que se referem a objetos e situações concretas, a Matemática trata de noções e verdades de natureza abstrata. Aliás, essa é uma das razões da sua força e sua importância. A afirmação $2 \times 5 = 10$ tanto se aplica aos dedos de duas mãos quanto aos jogadores que disputam um jogo de basquete (LIMA, 1995, p. 2-3).

Lima segue dizendo que “A generalidade com que valem as proposições matemáticas exige precisão, proíbe *ambiguidades* e por isso requer mais concentração e cuidado por parte do estudante” (1995, p. 3, grifo nosso). Para o autor, “Quanto às peculiaridades da Matemática, ela é importante porque é exata [...]” (LIMA, 1995, p. 4). Mas será mesmo que ambiguidades são “proibidas” na matemática? O que significa a matemática ser exata?

A MATEMÁTICA CONSEGUE DEMONSTRAR TUDO?

Com alguma frequência, lemos notícias em revistas ou sites, especialmente de divulgação científica, sobre teoremas ainda em aberto na matemática⁴³. Alguns, inclusive, com robusta premiação em dinheiro para quem os demonstrar. Um teorema é uma afirmação envolvendo objetos de uma teoria matemática e, caso seja verdadeira

⁴³ Ver, por exemplo, a matéria da revista Super Interessante, de 31/08/2002. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/matematica-contemporanea-show-do-milhao/>.

essa afirmação, cabe demonstração; caso seja falsa, exhibe-se algum contraexemplo. Neste sentido, espera-se, do ponto de vista do senso comum, que uma proposição (teorema) possa ser demonstrada ou falseada, jamais as duas coisas simultaneamente⁴⁴.

Para alguém com pouca relação com a matemática, o conceito de exatidão na matemática também passa por isso, pela demonstrabilidade das suas proposições, caso sejam verdadeiras, ou pela apresentação de contraexemplos que as refutem, caso sejam falsas (MACHADO, 1990, p. 38).

No entanto, ver a matemática como o campo de conhecimento no qual qualquer proposição pode ser falseada ou demonstrada é um erro. Os teoremas de Incompletude de Gödel, de 1931, mostraram, além de outras coisas, que na matemática é possível construir proposições para as quais não se pode deduzir se são verdadeiras ou falsas (D'ALKAINE, 2006).

Mais especificamente, os sistemas formais, como a matemática, são chamados consistentes caso não se possa provar simultaneamente uma proposição e a sua negação. Além disso, são ditos completos quando toda proposição que se formular for passível de demonstração ou refutação (demonstração da negação). O que Gödel fez foi mostrar que é impossível conciliar as duas coisas, consistência e completude. Caso não se encontre proposição que se possa provar e falsear ao mesmo tempo (consistência), então existirá alguma proposição que não se poderá provar ou falsear (incompletude). Por outro lado, se toda proposição puder ser provada ou falseada (completo), haverá alguma em que as duas coisas ocorrerão concomitantemente (inconsistência).

44 É preciso levar em conta que uma proposição não pode ser simultaneamente provada e falseada dentro de um mesmo corpo de axiomas pré-estabelecidos. Quando este cenário muda, podemos ter, por exemplo, um triângulo com soma dos ângulos internos igual, menor ou maior do que 180 graus, dependendo do tipo de geometria (corpo axiomático) que se toma como suporte.



Completude e consistência não são simultâneas na matemática (MACHADO, 1990, p. 38-39).

Poderíamos dizer, em outras palavras, que Gödel “destruiu” a onipotência da matemática. Ela não pode tudo. Como alguém sem conhecimento aprofundado sobre a matemática adequaria essa constatação ao seu conceito de exatidão da matemática?

A crise de identidade numérica

Outro ponto de discussão está na natureza dos objetos matemáticos. Há, preponderantemente, duas concepções acerca disso, a platônica e a aristotélica, sobre as quais Silva (2007) afirma que:

Enquanto para Platão as entidades matemáticas constituem um domínio objetivo independente e autossuficiente, ao qual temos acesso pelo entendimento, para Aristóteles os entes matemáticos têm uma existência parasitária dos objetos reais – uma vez que os objetos matemáticos só existem encarnados em objetos reais – e só nos são revelados com o concurso, ao menos em parte, dos sentidos. Para Platão, o mundo real apenas reflete imperfeitamente um mundo puro de entidades perfeitas, imutáveis e eternas – os conceitos matemáticos entre elas. Para Aristóteles, o mundo sensível é a realidade fundamental, os entes matemáticos são “extraídos” dos objetos sensíveis por meio de operações do pensamento, e os conceitos matemáticos são apenas modos de tratar o mundo real (SILVA, 2007, p. 37).

Neste sentido, um número, sendo um objeto matemático, ora pode ser compreendido como uma entidade imaterial, pertencente apenas ao mundo das ideias, supra-empírico - pelo olhar de Platão; ora pode ser concebido como a extensão de uma realidade sensível, só existindo como consequência dela, jamais independente dela - na vertente aristotélica. Silva (2007) ainda acrescenta que para Platão “a matemática em nada sofreria se o mundo que experimentamos



pelos sentidos não existisse; para Aristóteles, a destruição desse mundo seria concomitantemente a destruição dos domínios e da verdade matemáticas.” (p. 38).

Assim, cabe ponderar se pode ser tratada como exata uma área do saber cujos objetos básicos (os números) têm ainda uma espécie de “crise de identidade”, no sentido de “desconhecerem” sua verdadeira natureza. Naturalmente, esse tipo de questão também passa ao largo do senso comum, no qual predomina uma noção sincrética de número, conforme discorre Machado (1990):

Ao mesmo tempo em que o homem comum supõe os números regidos por leis próprias, harmonicamente enunciadas e estruturadas, sempre que depara com números em seu dia-a-dia eles estão associados a processos de contagens ou de medidas. Assim, se por um lado eles são depositários de uma confiabilidade extrema, por outro são constrangidos a conviver com inevitáveis limites nas precisões nas medidas, bem como com o fato fundamental de que a associação de um número a uma grandeza tem as características de uma representação cuja legitimidade também tem limites (MACHADO, 1990, p. 41).

Percebe-se, então, que ao mesmo tempo em que se dá aos números o status de ente perfeito, vinculados até mesmo a elementos da natureza (fogo, água, terra e ar), também precisa, constrangedoramente, deparar-se com o contraste de a eles associar as inevitáveis imprecisões de medidas. Trataremos disso com mais detalhes no próximo tópico.

É possível medir tudo?

Como diria Caraça (1951) “o que é - *medir*?”. Segundo o autor, “Todos sabem em que consiste o *comparar* duas grandezas da mesma espécie - dois comprimentos, dois pesos, dois volumes, etc” (p. 29,



grifos do autor). Contudo, cabe destacar aqui que *comparar* é mais do que apenas dizer se uma grandeza é maior do que a outra, é necessário estabelecer um “termo de comparação único para todas as grandezas de uma mesma espécie” (CARAÇA, 1951, p. 30), sendo este termo denominado unidade, e a partir disso verificar quantas vezes a unidade estabelecida “cabe” no objeto a ser medido, representando tal medição por um número.

Caraça (1951) ainda ressalta que, nos limitando ao conjunto dos números inteiros, nem sempre uma dada unidade de medida permitirá que realizemos a ação de medir. Isto se dá pelo fato de que não é possível estabelecer uma quantidade de vezes (inteira) que a unidade pode ser medida no que se quer medir. Isso nos leva a necessidade de um conjunto de números mais robusto, denominado Racionais, que nos permite medir mais coisas. Isso implica, no entanto, que podemos medir qualquer objeto com exatidão?

É muito frágil essa associação entre número e a exatidão que concretamente se verifica em algumas relações entre grandezas. Um exemplo disso, recorrente no cotidiano escolar, consiste em dividir um barbante de 1 m em três partes iguais. Não há muitas dificuldades técnicas para se obter essas partes. No entanto, ao se dividir 1 por 3 obtém-se o número 0,333..., que representa o tamanho de cada uma dessas três partes. Somando esses valores, chega-se em 0,999..., que aos olhos da maioria das pessoas parece ser muito próximo de 1, certamente menor do que 1, mas nunca igual a 1 (MACHADO, 1990, p. 42). Como defender, nesse cenário, a exatidão da matemática? Teriam, os números, alguma espécie de patologia pouco conhecida?

Um problema semelhante se dá quando tentamos medir a diagonal de um quadrado com lado igual a 1 m. González (2012, p. 13) discute esta situação.

Por exemplo, temos um quadrado perfeito de lados medindo 1 m e queremos medir a diagonal que, pelo teorema de Pitágoras, tem comprimento $\sqrt{2}$ m. Usamos uma régua milimétrica e



obtemos a medida 1,414 m, com erro de 1 mm. Insatisfeitos, procuramos um procedimento de medição que tenha uma precisão de micrômetro: obtemos 1,414213 m, com um erro de 1μ . Se pensarmos que no decorrer da história essa precisão vai aumentando, então temos uma sequência [...] cujo limite é $\sqrt{2}$, mas esse limite nunca seria alcançado (GONZÁLEZ, 2012, p. 13).

Aqui, novamente, o problema não está no tamanho do pedaço ou na medida da diagonal, afinal esta pode ser representada de forma exata pela própria diagonal do quadrado. Para o primeiro problema, o conjunto dos números Racionais torna possível a medição de cada parte do barbante, uma vez que estas teriam a medição de $1/3$ de metro ou 0,333... metros. Já no segundo problema não conseguimos determinar uma quantidade exata, nos Racionais, para exprimir o tamanho da diagonal do quadrado. Isso nos leva a necessidade de um conjunto com novos elementos, chamado de conjunto dos números Reais, ao qual $\sqrt{2}$ pertence.

Aristóteles já nos indicava que a relação da matemática com os objetos reais é complexa:

A exatidão expressiva da matemática não deve ser exigida a tudo, mas somente àquelas coisas que não têm matéria. Por isso o proceder matematicamente não é adequado para a física: pois tudo na natureza possivelmente tem matéria (apud GONZÁLEZ, 2012, p. 14).

Enquanto ciência, a matemática se demonstra baseada em argumentos lógicos dedutivos. Buscando ser exata quanto as suas conclusões, diversos aspectos da natureza a conduzem a inconsistências na sua relação com o mundo real. Tomemos nosso exemplo central, dividir um segmento de barbante com 1 m em três partes iguais. Tal procedimento pode ser realizado de maneira relativamente simples com o uso de proporções entre triângulos semelhantes (teorema de Tales). No entanto, no mundo real encontramos diversos problemas para efetuar tal divisão, sejam mais simples, como determinar com



exatidão onde o corte deve ser feito, ou mais complexos, como a de apontar que a temperatura do barbante pode alterar seu comprimento.

Objetivos

Discutir e problematizar asserções como as apresentadas, tão impregnadas no meio escolar, é o objetivo principal da sequência didática. Anteriormente, buscamos evocar alguns cenários em que a pretensa noção de exatidão não se sustenta, como a da demonstrabilidade das proposições matemáticas. Apresentamos também a discussão acerca da não existência de consenso sobre a natureza dos números, sobre o caráter quase divino que muitas vezes a eles se atribui, em contraste com os aspectos “falhos” que apresentam quando se prestam a descrever a realidade. Para elucidar essas últimas questões, trazemos como exemplo central a famosa controvérsia do $0,999... = 1$, a partir de uma proposta de uma sequência didática, intitulado *A matemática é exata?* Com este texto temos como objetivo apresentar discussões que geralmente podem ser deixadas de lado na formação docente, fazendo com que professores carreguem consigo estes discursos e que não sejam críticos quanto ao tema.

Público-alvo

Professores de matemática em formação continuada. Contudo, a discussão aqui apresentada também é encorajada em turmas de licenciatura, bem como no ensino básico, uma vez que as afirmativas acerca da exatidão matemática geralmente não são discutidas, principalmente na relação dessas com o mundo. De forma a tornar a discussão mais palpável, principalmente em outros níveis de ensino,



o uso concreto de um barbante de 1 m pode ser utilizado para se desenvolver a atividade com os estudantes.

Roteiro de aulas propostas

Tema da aula: A matemática é exata?

Tempo: Duas aulas.

Objetivo: Promover uma reflexão em torno da questão consagrada pelo senso comum acerca da exatidão do conhecimento matemático, especificamente quanto ao consenso do conhecimento matemático ser expresso em números.

Metodologia: Debate e estudo dirigido em grupos.

ETAPAS

1) Inicialmente, estimular um pequeno debate acerca da frase “A matemática é exata”. Que exemplos podem ser dados para confirmar ou não essa afirmação? Que argumentos sustentam ou não essa “verdade”?

2) Propor que os alunos se dividam em grupos de três ou quatro e avaliem o seguinte problema: “Se tenho um barbante de 1 m de comprimento e o divido em três partes iguais, consigo juntá-las e obter o barbante original. Por outro lado, se divido 1 m por três, obtenho o valor 0,333...m. Juntando as três partes resulta 0,999...m, que “aparentemente” é menor do que 1 m. Se a matemática é uma ciência exata, por que ela não consegue expressar uma divisão materialmente possível?”

3) Disponibilizar um espaço para a socialização do que emergiu em cada grupo.



Desenvolvimento das etapas

Uma discussão inicial é incentivada através das perguntas “quando consideramos que algo é exato?” e “que atributos precisa ter uma área do conhecimento para se credenciar como exata?”. Normalmente, a conotação de exato e preciso é dada àquela área que tem alguma relação com números, como, por exemplo, as pesquisas em que se faz uso de metodologias quantitativas. Contudo, a matemática é realmente exata?

Na intenção de problematizar o consenso sobre o conhecimento matemático ser expresso em números, propõe-se o problema: “Se tenho um barbante de 1 m de comprimento e o divido em três partes iguais, consigo juntá-las e obter o barbante original. Por outro lado, se divido 1 m por três, obtenho o valor $0,333\dots$ m. Juntando as três partes resulta $0,999\dots$ m, que “aparentemente” é menor do que 1 m. Se a matemática é uma ciência exata, por que ela não consegue exprimir uma divisão materialmente possível?”. Estamos diante de uma situação em que a exatidão que existe concretamente no mundo das grandezas não encontra correspondência em sua representação numérica?

Antes de perguntar aos professores suas opiniões acerca do enunciado apresentado, propõe-se que se dividam em grupos de três ou quatro e que o discutam, para assim exprimir a opinião do grupo. Três pontos devem ser incentivados na discussão: (I) o enunciado em si; (II) a questão apresentada no enunciado; (III) o fato de a matemática ser ou não exata.

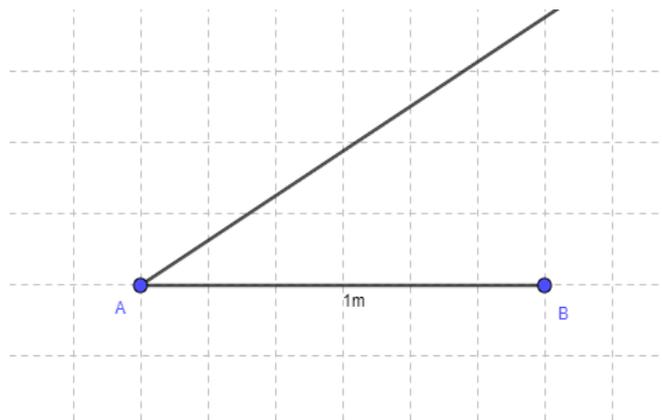
Quando nos reunirmos para as discussões, questionaremos se algum dos grupos elaborou comentário, opinião ou questão sobre os pontos sugeridos. Acerca de cada um dos pontos, podemos agregar à produção dos alunos as seguintes contribuições.



- I. Como determinar se as três partes do barbante foram divididas de maneira correta?

A divisão de um segmento em três partes iguais é algo relativamente simples no âmbito da matemática. Para isto, precisamos apenas recorrer a alguns saberes referentes à geometria plana, mais especificamente elementos de “construção com régua e compasso” e o teorema de Tales. Assim, vamos dividir o segmento AB com 1 m de comprimento em três partes iguais. A partir de qualquer extremidade do segmento (neste caso escolheu-se o ponto A) uma reta deve ser traçada, conforme a Figura 1.

Figura 1 – Segmento AB e a reta que servirá de base para a divisão.

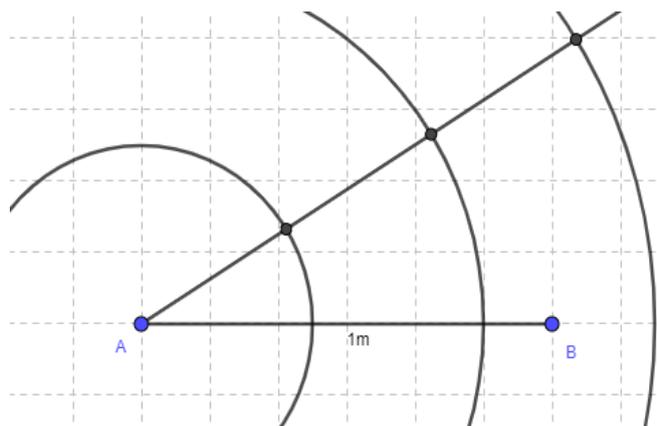


Fonte: Elaborado pelos autores utilizando o software GeoGebra⁴⁵ (2019).

Agora, são traçadas três novas circunferências com centro em A, sendo que os raios da segunda e terceira circunferências sejam exatamente o dobro e o triplo do raio da primeira, marcando a intersecção das circunferências com a reta traçada, conforme a Figura 2.

45 Mais informações no site: <https://www.geogebra.org/>.

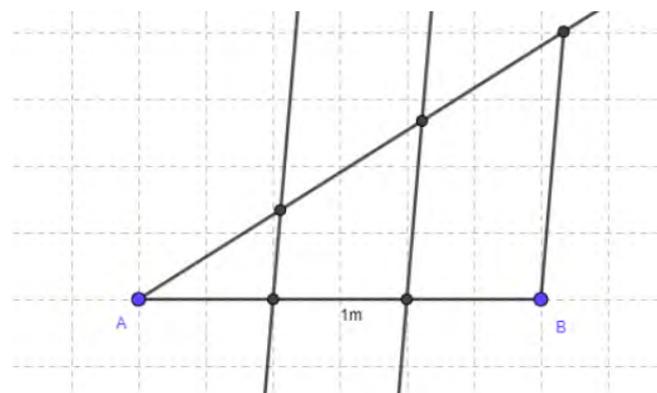
Figura 2 – As três circunferências centradas em A e duas intersecções com a reta.



Fonte: Elaborado pelos autores utilizando o software GeoGebra (2019).

Um novo segmento deve ser traçado, ligando o ponto mais distante de A, na reta, ao ponto B. Em seguida, retas paralelas ao segmento criado são traçadas pelos outros dois pontos da reta, marcando sua intersecção com o segmento AB, conforme a Figura 3. Assim, a divisão de AB em três partes iguais é obtida.

Figura 3 – O segmento dividido em três partes iguais.



Fonte: Elaborado pelos autores utilizando o software GeoGebra (2019).



Com um procedimento análogo (e cuidadoso) se obtém a divisão do barbante. Como ele mede 1 m, cada uma das três partes terão $0,333\dots\text{m}$. A questão que agora se impõe é sobre como verificar se o comprimento de cada uma dessas partes mede, de fato, $0,333\dots\text{m}$. Existe instrumento de medida com esse grau de precisão? Ou seja, existe forma de medir o cordão e determinar se o seu comprimento é $0,333\dots\text{m}$? Já sabemos que a resposta é negativa, mas o fato de não termos este instrumento, não significa dizer que os pedaços não medem $0,333\dots\text{m}$. O problema não está no tamanho do pedaço, mas na inexistência de um equipamento tão sofisticado de medição. Do ponto de vista prático, uma pessoa, com o auxílio de uma trena, poderia apenas determinar se as partes do barbante têm medida entre $0,33\text{m}$ e $0,34\text{m}$ e, em seguida, sobrepor os três pedaços verificando se eles têm o mesmo comprimento.

- II. O senso comum entende que $0,999\dots < 1$, jamais igual a 1. Existe um melhor caminho para argumentar por que $0,999\dots = 1$?

O senso comum, aliado da representação utilizada para descrever a dízima, nos leva a crer que o resultado obtido é muito próximo de 1, mas nunca 1. Nesse momento, a lógica e o senso comum entram em disputa, pois como poderia o barbante ser dividido e unido novamente e não ter o mesmo comprimento inicial?

Não são por razões superficiais que lógica e matemática possuem uma relação profunda. Esses dois campos nos dizem, juntos, que se o barbante de 1 m for dividido em três partes iguais, cada parte tem então $\frac{1}{3}$ de metro e a soma das três partes deve resultar em $\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = 1$. Então, as evidências indicam que $0,999\dots\text{m}$ realmente é uma representação que pode ser substituída por 1, por mais que o senso comum nos leve a pensar que nunca se chegaria neste valor. Contudo, como poderíamos chegar a essa mesma conclusão utilizando a representação $0,999\dots\text{m}$?



A prova clássica da igualdade $0,999\dots = 1$ é dada recorrendo-se à escrita da dízima $0,999\dots$ como a soma dos infinitos termos

$$0,999\dots = 0,9 + 0,09 + 0,009 + \dots$$

Pode-se notar que os termos dessa soma formam uma sequência conhecida na matemática como progressão geométrica⁴⁶. Para isto basta tomar como primeiro termo

$$a_1 = 0,9 = \frac{9}{10}$$

e como razão

$$q = 0,1 = \frac{1}{10}$$

Assim, os outros termos dessa sequência podem ser obtidos

$$a_2 = a_1 \times q = 0,9 \times 0,1 = 0,09$$

$$a_3 = a_2 \times q = 0,09 \times 0,1 = 0,009$$

$$\vdots$$

$$a_n = a_{n-1} \times q.$$

Desta forma, podemos observar que a dízima $0,999\dots$ é composta pela soma

$$0,9_{\text{w}a_1} + 0,09_{\text{w}a_2} + 0,009_{\text{w}a_3} + \dots = 0,999\dots$$

Por se tratar da soma dos infinitos termos de uma progressão geométrica com razão $0 < q < 1$, usaremos a fórmula $S = \frac{a_1}{1-q}$. Assim, como a dízima $0,999\dots$ é dada pela soma dos infinitos termos da progressão geométrica, temos que

$$0,999\dots = \frac{a_1}{1-q} = \frac{0,9}{1-0,1} = \frac{0,9}{0,9} = 1$$

⁴⁶ Uma PG é uma sequência de números, usualmente denotada por (a_1, a_2, a_3, \dots) , em que a divisão entre um termo qualquer e o seu antecessor é sempre constante, chamada de razão e denotada por q , isto é, $\frac{a_2}{a_1} = \frac{a_3}{a_2} = \frac{a_n}{a_{n-1}} = q$. Fica claro, assim, que qualquer termo de uma PG, a partir do segundo, é o produto do anterior pela razão.

Contudo, este argumento, apesar de válido, está muito longe de exercer um poder de convencimento sobre uma pessoa que não detém este conhecimento matemático.

Por um outro ponto de vista, com base na Teoria dos Registros de Representação Semiótica, de Raymond Duval, os objetos matemáticos (números, funções, equações, etc.) não são acessados do mesmo modo que os de outras áreas do conhecimento, como a Biologia, Física ou Química, por exemplo, nas quais seus objetos de estudo podem ser tocados, medidos, vistos diretamente por microscópios ou telescópios. É necessário, então, na matemática, valer-se das representações de seus objetos (DUVAL, 2013). Por exemplo, no caso do objeto matemático dado por “uma parte de três”, temos como representação:

Quadro 1 – Três representações do objeto segundo a teoria de Duval.

Sistema de Representação	Figural	Fracionário	Decimal
Representação do objeto “uma parte de três”		$\frac{1}{3}$	0,333...

Fonte: Elaboração dos autores (2019).

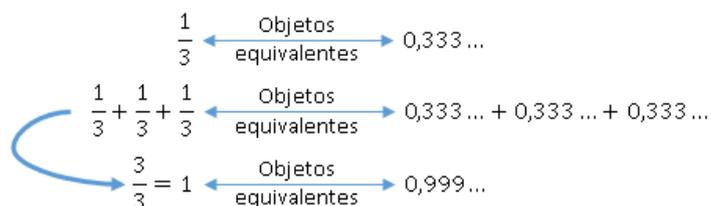
Duval nos indica ainda que nenhuma dessas representações é o objeto em si e que por isso ele nunca deve ser confundido com qualquer uma delas. Além disso, o autor ainda destaca que cada representação de um mesmo objeto enaltece conteúdos e características distintas deste objeto.

Para a discussão, a teoria de Duval pode contribuir principalmente ao dizer então que não há diferença em operar com o objeto na representação de fração ou na representação⁴⁷ decimal, uma vez que o objeto de referência é o mesmo, de forma que o resultado obtido tem

⁴⁷ Em termos da teoria de registros de representação semiótica, Duval utiliza o termo “tratamento” quando realizamos ações sobre um objeto matemático sem mudar o sistema de representação.

de ser o mesmo. Assim, somar $0,333... + 0,333... + 0,333... = 0,999...$ seria equivalente a efetuar a mesma operação utilizando a representação em fração para $0,333...$, que sabidamente é $\frac{1}{3}$. Na Figura 4 indicamos as possibilidades de equivalência que permitem argumentar que $0,999... = 1$.

Figura 4 – A equivalência das representações leva a conclusão de que $0,999... = 1$.



Fonte: Elaboração dos autores (2019).

Entendemos que, mesmo propondo outras formas de representação, ainda assim são argumentações limitadas ao âmbito teórico da matemática, com baixo poder de convencimento frente ao senso comum. Persiste a questão: a matemática é mesmo exata?

Poderíamos, por fim, lançar luz sobre o fato de que tal problema gera um conflito entre uma perspectiva teórica e uma real/prática. Como indica Duval (2013), os objetos tratados pela matemática são inteiramente do campo das ideias, sendo assim objetos teóricos. Nesse estatuto, a divisão de um segmento com 1 m de comprimento não é algo complexo. Por outro lado, sob o olhar do mundo real, o mesmo processo poderia ser aplicado, mas erros de precisão de medida ou de corte, tornam tal tarefa algo complexo. Afinal, como poderíamos determinar com exatidão se o comprimento do barbante cortado é $0,333...$ se não existe instrumento de medida com este nível de exatidão? Assim, a relação da matemática com a realidade

pode ser o fator que leve a certos problemas de precisão e exatidão em um problema no mundo real.

É esperado que a partir desta proposta de sequência didática, e da discussão nela desenvolvida, seja possível que os professores percebam que a relação da Matemática com a exatidão a ela associada é baseada sobre argumentos que podem se tornar frágeis sobre uma dada perspectiva.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A matemática, por vezes, é vista como complexa por apresentar problemas de nível muito alto, inacessíveis ou abstratos. Mas por ser uma ciência que trata de objetos inteiramente teóricos (DUVAL, 2013), mesmo as perguntas mais simples podem ser difíceis de responder. Assim, perguntar se “a matemática é exata” não seria diferente. Entretanto, a maioria das pessoas iria responder a essa pergunta dizendo que sim, seja por desconhecimento acerca da ciência ou por ouvir repetidamente as diversas asserções como as que aqui foram apresentadas.

Com o objetivo de discutir a questão central deste texto, apresentamos dois problemas que envolvem controvérsias quanto à exatidão, seja ao juntar as partes de um barbante e questionar se o comprimento obtido é o original ou no processo de medir a diagonal de um quadrado de lado 1 m. Buscamos ressaltar, na discussão desses problemas, que a relação da matemática com a realidade é um fator relevante em uma discussão sobre a matemática ser exata ou não. Muitos procedimentos que são facilmente executados sob o aspecto teórico da disciplina não são aplicados com a mesma precisão no mundo real. Da mesma forma, enquanto determinar a exatidão de um



processo pelo ato de medir no âmbito teórico é algo simples, pois não medimos com uma “régua”, perdemos esta precisão do “exato” quando tratamos do mundo físico, uma vez que certas medidas se tornam inacessíveis em instrumentos de medição.

Será que é mesmo pertinente atribuir à matemática a característica de “exatidão”? De que “exatidão” estamos falando? Prendendo-se ao significado de exatidão presente no senso comum, alguém sem maior conhecimento acerca da matemática talvez se frustre com a disciplina. Ela trata com alguns conceitos bastante sofisticados, elaborados e inacessíveis para um sujeito pouco iniciado nessa área do saber. No específico problema de $0,999... = 1$ estão presentes os conceitos de “infinitésimo”, “convergência de séries” e “limites”, nada triviais, até mesmo para as pessoas que se orgulham em dizer que “era ótimo na matemática do ensino básico”. Neste sentido, entendemos que não se aplica à matemática o conceito de exatidão do senso comum, atrelado, principalmente, a mensurações “perfeitas” e contagens “exatas”. Seria esperar da matemática algo que talvez ela não possa dar.

Também defendemos que mesmo no âmbito de trabalho dos matemáticos profissionais, não circula o discurso de exatidão da matemática. Essa questão passa muito ao largo, não tem destaque, não se cogita se ela é ou não exata, pois os interesses são outros. Preocupa-se com generalizações, consistência de teorias e demonstrações de teoremas.

Para finalizar, propomos que a pergunta “a matemática é exata?” seja refeita, quem sabe, para “o que é exatidão?”.



REFERÊNCIAS

CARAÇA, B. de J. *Conceitos Fundamentais da Matemática*. Lisboa: Tipografia Matemática, 1951.

CLARETO, S. M.; ROTONDO, M. A. S. Como Seria um Mundo sem Matemática? Hein?! Na tensão narrativa-verdade. *Bolema*, Rio Claro, v. 28, n. 49, p. 974-989, 2014.

D'ALKAINE, C. V. Os trabalhos de Gödel e as denominadas ciências exatas. Em homenagem ao centenário do nascimento de Kurt Gödel. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 24, n. 28, p. 525-530, 2006.

DUVAL, R. Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. p. 11- 33. In: MACHADO, S. D. A. (Orgs). *Aprendizagem em matemática: registros de representação semiótica*. 8ª Ed. Campinas: Papyrus. 2013.

KORZYBSKI, A. *Science and sanity: An introduction to non-aristotelian systems and general semantics*. New York: Institute of General Semantics, 2000.

GONZÁLEZ, C. G. Alguns comentários sobre pitagorismo, exatidão e física. *Revista Brasileira de Filosofia*, v. 238, a. 61, 2012.

MACHADO, N. J. *Matemática e Língua Materna: análise de uma Impregnação Mútua*. São Paulo: Cortez, 1990.

LIMA, E. L. Sobre o ensino da matemática. *Revista do Professor de Matemática*, n. 28, p. 1-5, 1995. Disponível em: <http://www.rpm.org.br/cdrpm/28/1.htm>. Acesso em: 05.abr.2021.

SILVA, J. J. da. *Filosofias da Matemática*. São Paulo: Unesp, 2007.





10

Paula Cristina Bacca

Ana Paula Boff

HISTÓRIA E FILOSOFIA NA FORMAÇÃO INICIAL DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA

CONVERSANDO COM O PROFESSOR

Neste texto apresentamos um recorte histórico da matemática trazendo uma proposta didática na formação de professores na área de ciências e tecnologias. Para tanto, optamos por analisar a história e a filosofia da matemática, na Europa Ocidental, nos séculos XV a XVII, destacando Descartes e os primórdios da geometria analítica, diferenciando o método analítico do sintético.

A escolha por esse período e por Descartes se deve ao fato de que o pensamento (geométrico) cartesiano e a consideração do ser humano e da natureza de forma dicotômica foram uma das asserções para a construção da Ciência Moderna, na qual o objetivo era modelar/descrever a natureza por meio de leis matemáticas.

Entendemos que o conhecimento relacionado à história e à filosofia da matemática é especialmente necessário para os estudantes do Curso de Licenciatura em Matemática, pois o conhecimento aprofundado do que irá lecionar torna-se um diferencial para o professor, podendo assim desenvolver práticas e atividades para a sala de aula.

Nesse íterim, abordamos sobre a formação de professores de matemática, a partir dos pressupostos de Shulman (2014), destacando a necessidade de que o professor desenvolva a base de conhecimentos específicos para a docência.

Que conhecimentos são importantes ao professor de matemática? Quais são as bases desses conhecimentos? Sabemos que a resposta para esse questionamento não é simples, uma vez que a base de conhecimentos para o ensino de matemática consiste em um corpo de compreensões, saberes, habilidades e disposições que são necessários para que o professor possa propiciar processos de



ensinar e de aprender em diferentes níveis, contextos e modalidades de ensino (MIZUKAMI, 2004).

Gatti (2010) ao analisar a formação inicial de professores de matemática faz uma importante constatação de que há uma disparidade no currículo dos cursos de licenciatura em relação à carga horária de disciplinas relativas aos conhecimentos específicos da área – os saberes matemáticos – em detrimento aos conhecimentos específicos para a docência - os saberes pedagógicos e relacionados aos processos de ensinar e de aprender. Entendemos que ambos os saberes são importantes e precisam estar em equilíbrio para que a formação do futuro professor de matemática lhe possibilite exercer a função da docência com criticidade, domínio conceitual da área específica e pedagógico.

A partir desse entendimento e buscando relacionar os conhecimentos da matemática e da filosofia da matemática ao conhecimento pedagógico de conteúdo, propomos a realização de uma sequência didática, a ser desenvolvida com estudantes do curso de Licenciatura em Matemática.

OBJETIVOS

- a. Discutir acerca do pensamento analítico desenvolvendo uma sequência didática para estudantes do curso de Licenciatura em Matemática, a fim de abordar sobre a ruptura do pensamento matemático de Descartes e outros matemáticos do século XVII;
- b. Apresentar as contribuições da história e da filosofia da matemática no processo de formação docente inicial de licenciandos em matemática, a fim de contextualizar



a ruptura do pensamento matemático de Descartes e outros matemáticos do século XVII, bem como sua importância para as ciências.

Público-alvo

A proposta de roteiro didático poderá ser desenvolvida na unidade curricular de História e Filosofia da Matemática, com estudantes do curso de Licenciatura em Matemática.

ROTEIRO DE AULAS PROPOSTAS

Curso	Disciplina	Ponto Temático
Licenciatura em Matemática	História da Matemática	Pensamento algébrico-geométrico do século XVII.

Título da aula: construções geométricas de La Géométrie de Descartes: para a compreensão de uma das bases do pensamento da Ciência Moderna.

Objetivos

- Construir geometricamente o produto de dois números;
- Construir geometricamente a raiz quadrada de um número;
- Construir geometricamente a resolução da equação do 2º grau;



- Discutir a diferença destas construções em Descartes e antes dele;
- Compreender o pensamento analítico (cartesiano) e diferenciá-lo do pensamento sintético;
- Apresentar a importância do pensamento cartesiano na construção da Ciência Moderna.

Conteúdo programático

- Matemática do século XVII;
- Pensamento cartesiano;
- Descartes.

Metodologia

Cada professor tem a liberdade de abordar o tema da forma que acreditar ser a mais adequada à sua turma, entretanto acreditamos que algumas sugestões são importantes. A introdução ao tema da aula pode partir de um diálogo entre o professor e a turma com o intuito de verificar qual o conhecimento dos estudantes sobre o pensamento sintético (grego) e sobre o pensamento analítico na dedução de teoremas geométricos. Após a discussão, podem-se iniciar as construções como um suporte para demonstrar a diferença entre os dois pensamentos.



A apresentação das sequências pode seguir a seguinte ordem: 1) a construção geométrica da multiplicação de dois números; 2) construção da raiz quadrada de um número e 3) a resolução geométrica da equação do segundo grau. É importante que o professor sempre enfatize, após cada construção, a diferença do pensamento cartesiano (analítico) tanto na construção geométrica quanto no caminho que Descartes utiliza ao equacionar a situação para sua dedução. O principal objetivo, ao realizar estas construções, é mostrar a importância e a ruptura no pensamento algébrico-geométrico quando, no século XVII, Descartes o equaciona. E ao equacioná-lo, ele e outros matemáticos de seu tempo iniciam e embasam o que viria a ser chamado de pensamento moderno.

Essa nova e magnífica forma de pensar permitiu a descrição matemática da natureza equacionando-a. Para realizar as construções com os estudantes, o professor poderá optar por fazê-las com esquadros e compasso ou utilizar algum software geométrico de sua preferência.

A apresentação do pensamento sugerida neste roteiro se dá de forma generalizada, ou seja, para qualquer situação (utilizando letras). Entretanto, fica a critério do professor abordar as construções de forma generalizada ou tomar alguns exemplos numéricos específicos. Também fica a critério do professor utilizar todas as construções ou apenas uma construção para a abordagem do tema ou a sequência inteira.



CONSTRUÇÃO 1

A representação geométrica do produto de dois números Antes de Descartes

Dados os segmentos AB e CD , para determinar o produto destes dois segmentos basta posicioná-los perpendicularmente formando o retângulo $ABED$. O produto destes segmentos será a área do retângulo formado.



Sugestões de questionamentos:

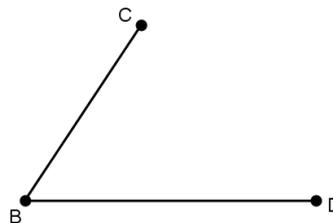
O que representa geometricamente o produto de dois números nesta construção? Porque a área do retângulo será o produto dos segmentos AB e CD ?

No *La Géométrie* de Descartes

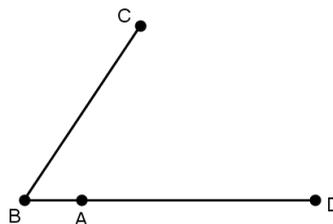
a) Construa um segmento BD de medida qualquer;



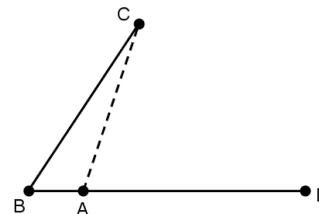
b) Por uma das extremidades do segmento BD, trace BC, também de medida qualquer.



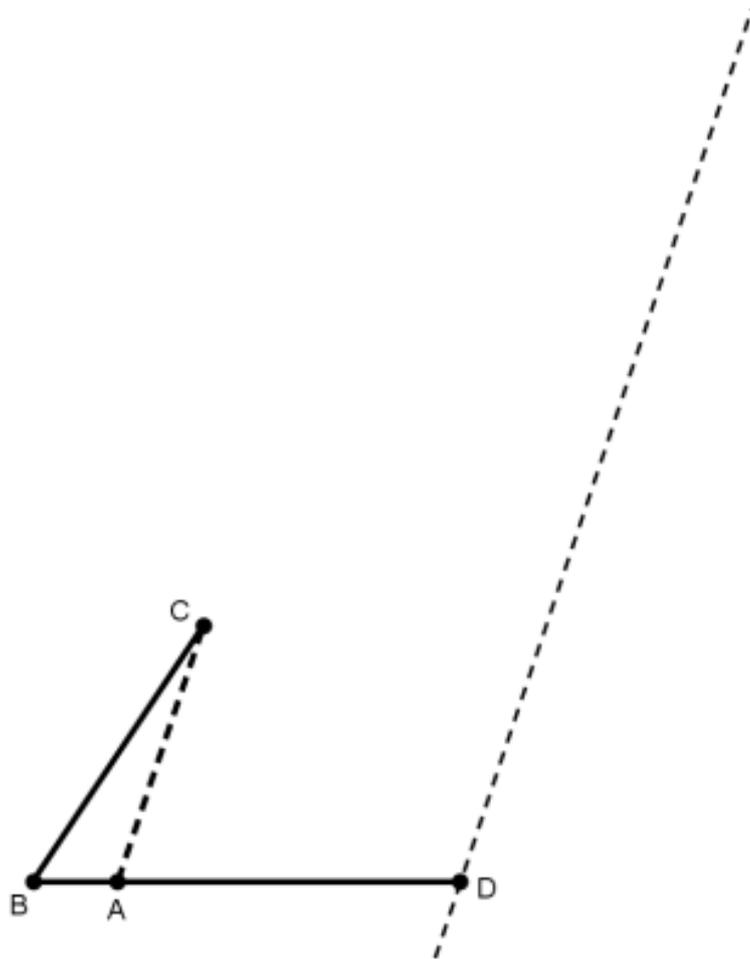
c) Marque o ponto A sobre o segmento BD, de modo que a distância de A até B seja de 1 cm.



d) Ligue os pontos A e C, traçando o segmento AC.

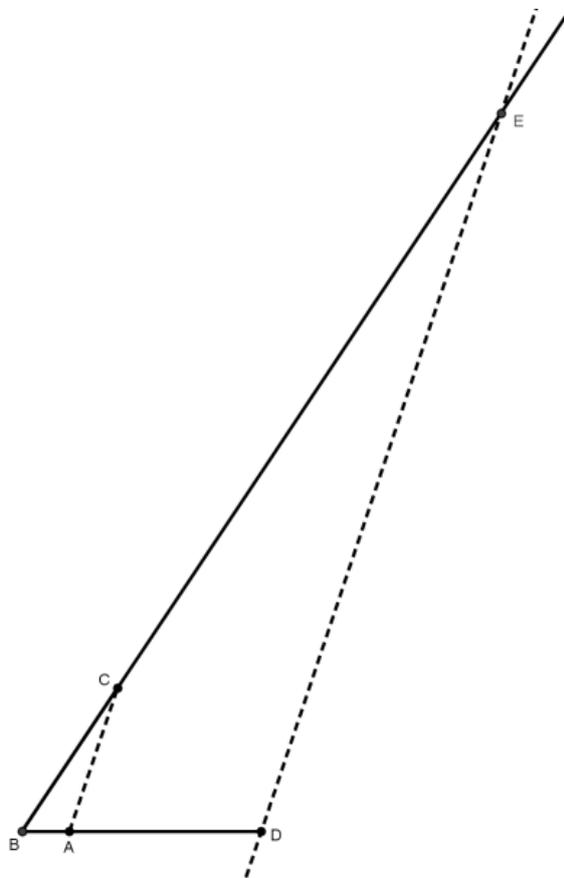


e) Trace a reta paralela a AC que passa pelo ponto D.



SUMÁRIO

f) Prolongue o segmento BC até encontrar a reta paralela traçada no item e, encontrando assim o ponto de intersecção E. A medida do segmento BE será o produto de BD por BC.



Sugestões de questionamentos:

O que representa geometricamente o produto de dois números nesta construção? Resposta correta: Um segmento



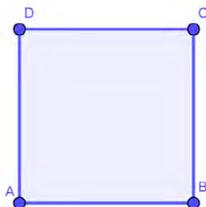
Porque o segmento \overline{BE} será o produto dos segmentos \overline{BD} e \overline{BC} ? Como Descartes prova isso? Resposta correta: Analisando a construção algebricamente, temos:

Pelo Teorema de Tales $\frac{\overline{BC}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{BE}}{\overline{BD}}$, como $\overline{AB} = 1$ teremos: $\frac{\overline{BC}}{1} = \frac{\overline{BE}}{\overline{BD}}$. Aplicando o teorema fundamental da proporcionalidade: $\overline{BE} = \overline{BD} \cdot \overline{BC}$, ou seja, o produto de dois segmentos é, também, outro segmento.

Quais das duas demonstrações apresentadas o caminho para a demonstração fica melhor evidenciado? Possível resposta: o método onde fica mais evidente o caminho para a demonstração é o cartesiano, pois nos mostra o raciocínio por meio de equações com valores conhecidos ($\overline{AB} = 1$) e valores desconhecidos.

CONSTRUÇÃO 2

A representação geométrica da raiz quadrada de um número Antes de Descartes



O lado da raiz quadrada de um número é representada pela medida lado de um quadrado a partir de sua área, ou seja a raiz quadrada da medida da área de um quadrado é a medida do lado deste mesmo quadrado:



No *La Géométrie* de Descartes:

Nesta construção vamos traçar e determinar a raiz quadrada do segmento:

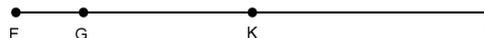
- a. Trace o segmento GH de tamanho qualquer.



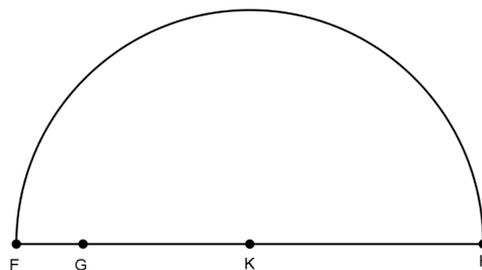
- b. Prolongue o segmento GH até o ponto F, de modo que GF meça 1cm.



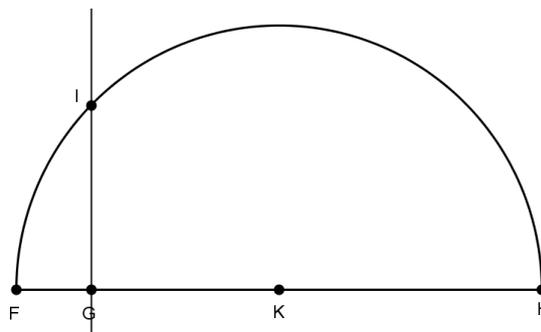
- c. Determine o ponto médio do segmento FH, chame-o de K.



- d. Tome K como o centro da semicircunferência de raio FK.



- e. Trace a perpendicular a partir de G e estenda este segmento até a semicircunferência marcando o ponto I.



- f. O segmento GI é a raiz quadrada do segmento GH.

Sugestões de questionamentos:

- O que representa geometricamente a raiz quadrada de um número nas duas construções apresentadas? Resposta correta: Um segmento.
- Porque o segmento GI será a raiz quadrada do segmento GH? Como Descartes prova isso? Resposta correta: Analisando a construção algebricamente, temos:

O segmento GH é a raiz procurada. A partir da segunda construção temos $\overline{FG} = 1$. Na terceira construção, constroem-se os segmentos $\overline{HK} = \frac{\overline{GH} + 1}{2}$ e $\overline{GK} = \overline{HK} - 1 = \frac{\overline{GH} - 1}{2}$. Ao traçar o segmento GI, perpendicular a GH, forma-se o triângulo retângulo IGK com IK sendo a hipotenusa e tendo medida igual a HK. Logo, aplicando o teorema de Pitágoras no triângulo IGK teremos que:

$$\overline{IK}^2 = \overline{GI}^2 + \overline{GK}^2$$

$$\left(\frac{\overline{GH} + 1}{2}\right)^2 = \overline{GI}^2 + \left(\frac{\overline{GH} - 1}{2}\right)^2$$

Desenvolvendo os quadrados e isolando-se \overline{GI}^2 :



$$\begin{aligned}\overline{GI}^2 &= \frac{\overline{GH}^2 + 2\overline{GH} + 1 - \overline{GH}^2 + 2\overline{GH} - 1}{4} \\ \overline{GI}^2 &= \frac{4\overline{GH}}{4} \\ \overline{GI}^2 &= \overline{GH} \\ \overline{GI} &= \sqrt{\overline{GH}}\end{aligned}$$

Logo, o segmento GI é a raiz quadrada do segmento GH.

CONSTRUÇÃO 3

A representação geométrica da equação do segundo grau Antes de Descartes

A resolução da equação determinada por $ax^2 + bx + c = 0$ com $a \neq 0$.

Dividindo toda a equação por a temos:

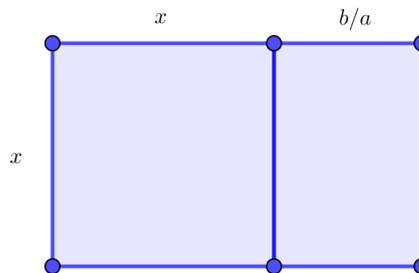
$$x^2 + \frac{b}{a}x + \frac{c}{a} = 0$$

$$x^2 + \frac{b}{a}x = -\frac{c}{a}$$

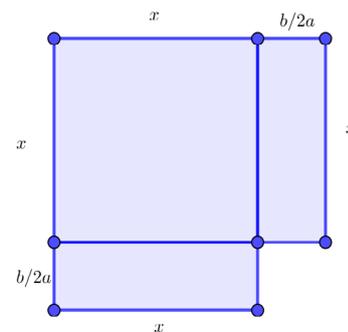
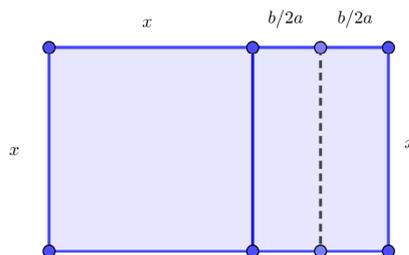
Geometricamente:

- Construa o quadrado de lado x e, adjacente a ele, o retângulo de lados x e $\frac{b}{a}$

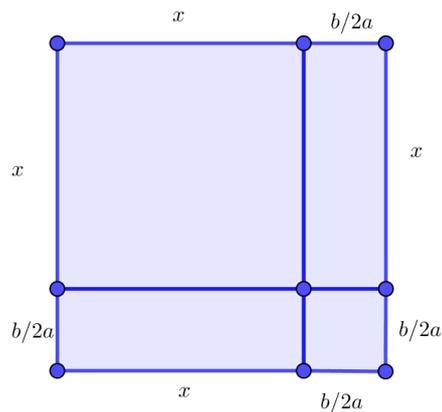




- b. Divida o retângulo pelo ponto médio do lado de medida $\frac{b}{a}$, obtendo dois retângulos de dimensões $\frac{b}{2a}$ e x . Posicione uma das metades do outro lado do quadrado de lado x .



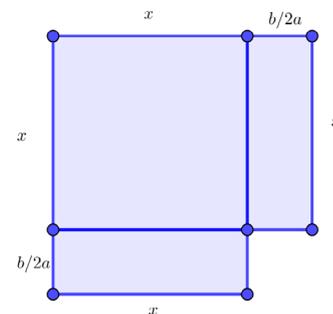
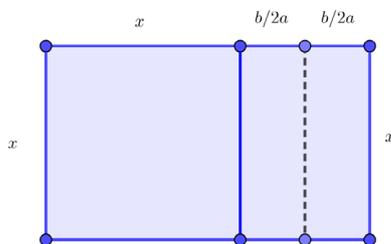
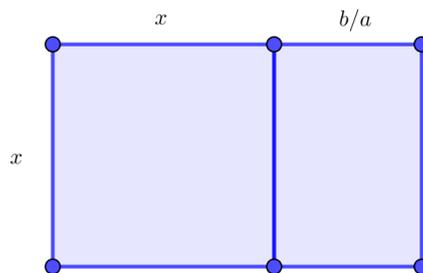
- c. Complete o quadrado



Assim, partindo da equação inicial $x^2 + \frac{bx}{a} = -\frac{c}{a}$. Logo, completando o quadrado $x^2 + \frac{bx}{a} + (\frac{b}{2a})^2 = -\frac{c}{a} + (\frac{b}{2a})^2$

$$(x + \frac{b}{2a})^2 = -\frac{c}{a} + \frac{b^2}{4a}$$

$$x + \frac{b}{2a} = \pm \sqrt{-\frac{c}{a} + \frac{b^2}{4a}}$$

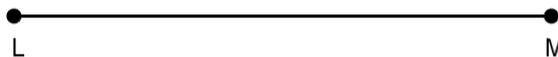


No *La Géométrie* de Descartes

A resolução que Descartes nos apresenta em 1637, além de diferir de nossa notação atual, é considerada apenas para a obtenção da solução positiva. No apêndice, ele resolve equações do tipo: $x^2 = bx + c^2$; $x^2 = -bx + c^2$ e $x^2 = bx - c^2$, onde a incógnita é x e b e c

são segmentos conhecidos. A seguir, apresentamos a resolução da equação do tipo $x^2 = bx + c^2$.

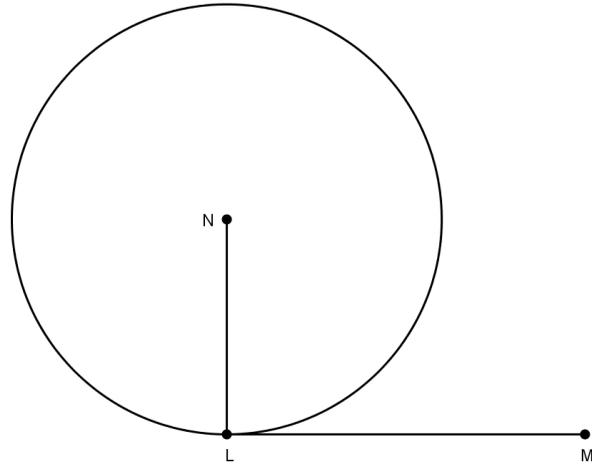
- Construir o triângulo retângulo NLM iniciando pela construção do lado LM de comprimento c (o qual é a raiz quadrada do segmento conhecido c^2).



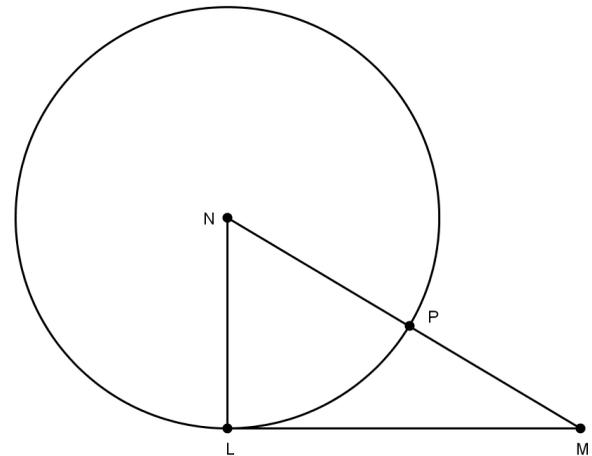
- Em L traça a perpendicular LN de comprimento $\frac{1}{2}b$ (o qual é a metade do segmento a conhecido e multiplicado por b)



- c. Com centro em N traça-se uma circunferência de raio igual a $\frac{1}{2}b$.



- d. Agora fecha-se o triângulo traçando o lado MN cortando a circunferência no ponto P.



$$z = -\frac{1}{2}b + \sqrt{\frac{1}{4}b^2 + c^2}$$

ou seja, geometricamente:

$$x = \overline{ON} + \overline{MN}$$

ou ainda que:

$$x = \overline{OM}$$

Descartes verifica que $x = -\frac{1}{2}b + \sqrt{\frac{1}{4}b^2 + c^2}$ algebricamente e $x = \overline{OM}$, geometricamente. Ou seja, a solução da equação é um segmento.

Sabemos atualmente que a segunda raiz da equação é $-PM$, mas Descartes considerava apenas a raiz positiva.

Sugestões de questionamentos:

Qual a ideia de Descartes que transformou o pensamento algébrico-geométrico no século XVII? Possível resposta: Em *La Géométrie*, Descartes colocou a geometria clássica no domínio da álgebra trabalhando com valores conhecidos e desconhecidos. Assim, para ele, a multiplicação de dois números aa ou xy não é necessariamente um quadrado ou um retângulo. Tanto é que, em todo o apêndice, a^2 é representado por aa , para que se desvincule do pensamento antigo. “Em outros termos, na concepção de Descartes $(a + b)^2$, o quadrado da soma de duas linhas, é ele próprio uma linha e não uma área” (ROSSI, 2001, p. 201) como era para os gregos e árabes.

Um dos problemas que Descartes apresenta em seu *La Géométrie* é o famoso problema de Pappus. Nele há uma maior evidenciação da ideia do plano cartesiano. Ele não foi utilizado como um dos exemplos aqui no roteiro por ser mais complexo. Entretanto pode ser utilizado também para introdução do pensamento algébrico-geométrico e do plano cartesianos.



Proposta de avaliação

Como proposta de instrumento avaliativo, partindo dos objetivos propostos para a aula, o estudante deverá fazer um texto/ relatório das atividades aplicadas respondendo a seguinte pergunta: Qual a ideia de Descartes que transformou o pensamento algébrico-geométrico no século XVII?

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A discussão sobre a formação do professor de matemática envolve publicações que datam mais de um século. O matemático alemão Félix Klein já denunciava a dicotomia existente entre a formação universitária do professor de matemática e a prática em sala de aula em sua obra *Matemática elementar de um ponto de vista superior* (editada pela primeira vez em 1908). “É como se, ao ingressar na universidade, o futuro professor devesse “esquecer” toda a matemática que aprendeu até então na escola básica; e ao terminar a graduação, o professor devesse novamente “esquecer” toda a matemática ali aprendida para se iniciar na carreira docente (GIRALDO, 2018, p. 37). Esta dicotomia vem sendo discutida ao longo do século XX e XXI dentro a educação matemática e da formação de professores e vem trazendo reflexões importantes sobre o tema.

O roteiro didático buscou traçar uma linha entre estes dois cotilédones na área da formação de professores de matemática, partindo da história e da filosofia da matemática, propondo uma reflexão e análise de como a construção do pensamento matemático do século XVII influenciou as ciências de forma geral e de como este pensamento é importante na compreensão dos conteúdos escolares



não só da matemática (geometria analítica, resolução de equações do 2º grau) como também de outras disciplinas como física (leis de Newton), filosofia (pensamento cartesiano), química e biologia.

O roteiro apresentado propôs estabelecer este terreno cultural com o exercício de contemplar, conhecer e observar o pensamento matemático não só de Descartes, mas de outros matemáticos do século XVII, que foram um importante fundamento para o desenvolvimento das ciências modernas. Desse modo, entendemos que o roteiro didático, partindo da história e da filosofia, mostra-se como uma possibilidade para trabalhar os conceitos e os fundamentos do pensamento e da geometria cartesiana.

REFERÊNCIAS

BACCA, P. C. *Geometria Analítica na Educação Básica*: primeiros passos no plano cartesiano. Dissertação de Mestrado, FURB, 2013.

BAIER, T. *O nexó geometria fractal - produção da ciência contemporânea tomado como núcleo do currículo de matemática do ensino básico*. 2005. 147 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2005.

DESCARTES, R. *Table of Contents: Problems the construction of which Requires Only Straight Lines and Circles*. New York: Dover Publications, 1925.

GATTI, Bernardete A. Formação de professores no Brasil: características e problemas. In: *Educação e Sociedade*, Campinas, v. 31, n. 113, p. 1355-1379, out.-dez. 2010.

GIRALDO, V. Formação de professores de matemática: para uma abordagem problematizada. *Ciência e cultura*, v. 70, n.1, p. 37-42, Jan.-Mar. 2018.

MIZUKAMI, M. da G. N. Aprendizagem da docência: algumas contribuições de L. S. Shulman. *Revista do Centro de Educação*, v. 29, n. 2, p. 33-49, 2004.

ROSSI, P. *O nascimento da ciência moderna na Europa*. Bauru: EDUSC, 2001.

SHULMAN, L. S. Conhecimento e ensino: fundamentos para a nova reforma. *Cadernos Cenpec*, v. 4, n. 2, p. 196-229, dez. 2014.



SOBRE OS AUTORES E AUTORAS

Adamo Devi Cuchedza

Pesquisador, professor, licenciado em Ensino da Matemática e mestre em Ciências de Educação/Ensino de Matemática pela Universidade Pedagógica, Moçambique. Atualmente é doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGECT-UFSC) e membro do Grupo de Estudos Contemporâneos e Educação Matemática - GECEM. É bolsista do Programa de Estudantes-Convênio de Pós-Graduação – (PEC-PG) da CAPES. Contato: acuchedza@gmail.com.

Ana Paula Boff

Doutoranda no PPGECT-UFSC. É licenciada em Pedagogia (2010) e mestre em Educação (2012). É pedagoga do Instituto Federal de Santa Catarina, campus Florianópolis, atuando no Núcleo de Acessibilidade Educacional. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Educação Inclusiva. Contato: ana.boff@ifsc.edu.br.

Beatriz Pereira

Doutoranda do PPGECT-UFSC, atuando na linha de formação de professores. É licenciada em Ciências Biológicas (2013) pela UFSC e mestra em Educação Científica e Tecnológica também (2016) pelo PPGECT-UFSC. É integrante do grupo Casulo: pesquisa e Educação em Ciências e Biologia. Contato: beatrizsofka@gmail.com.

Clayton Barbosa Ferreira Filho

Licenciado (2012) e mestre em História (2015) pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO). Realizou pesquisa de graduação e mestrado na área de História Ambiental, sendo que, atualmente, faz sua pesquisa de doutorado na área de História da Educação Tecnológica junto ao PPGECT-UFSC e participa do Grupo de pesquisa “Discursos da Ciência e da Tecnologia na Educação” (DiCiTe). Contato: claytonbfilho@gmail.com.

Érica Dayane Souza Dias

Licenciada em Química pela Universidade Estadual de Maringá, mestre em Educação Científica e Tecnológica pela UFSC, mesmo programa no qual



é aluna de doutorado atualmente. É membro do Grupo de Investigação no Ensino de Química (GIEQ-UFSC). Contato: ericadqi@gmail.com.

Guilherme Mulinari

Mestre (2018) e doutorando pelo Programa de PPGET-UFSC, graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Santa Catarina (2015), participante do Grupo de Estudo e Pesquisa em Ensino de Ciências (GEPECISC) e membro do grupo CASULO - Pesquisa e Educação em Ciências e Biologia. Contato: guilherme.mulinari@gmail.com.

Guilherme Wagner

Doutorando e mestre em Educação Científica e Tecnológica (PPGET-UFSC), graduado em Matemática pela UFSC. É professor da rede municipal de ensino de Florianópolis. Contato: guilhermewagn@gmail.com.

Jeremias Stein Rodrigues

É graduado pelo curso de Licenciatura em Matemática e possui mestrado profissional em Matemática, ambos pela UFSC. Atualmente é doutorando do PPGET-UFSC na linha de pesquisa de Epistemologia e História da Ciência e da Matemática. É professor de matemática do Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC, campus Florianópolis, atuando no ensino médio, no ensino superior e na pós-graduação. Contato: jeremias.stein@ifsc.edu.br.

Jessica Rohden Schlickmann

Doutoranda em Educação Científica e Tecnológica (PPGET-UFSC), mestre em Educação (2014) pela UNISUL, especialista em Matemática Financeira aplicada aos negócios (2011) e licenciada em Matemática (2008) pela UNISUL. Atualmente é professora de Matemática do Ensino Médio. Contato: jessicarsch@gmail.com.

Jorge Paulino da Silva Filho

Graduado pelo curso de Licenciatura em Matemática e possui mestrado em Matemática, ambos pela UFSC. Atualmente é doutorando do PPGET-UFSC na linha de pesquisa de Ensino e Aprendizagem das Ciências. É professor de matemática do Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC, campus Florianópolis, atuando no ensino médio, no ensino superior e na pós-graduação. Contato: jorge.silva@ifsc.edu.br.



Kleber Briz Albuquerque

Mestre (2016) e doutorando pelo Programa de PPGET-UFSC, licenciado em Física (2013) pela UFSC. Atualmente é professor da rede estadual de ensino de Santa Catarina. Contato: kleberbriz@gmail.com

Larissa Zancan Rodrigues

Licenciada em Ciências Biológicas (2012) pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e mestra em Educação Científica e Tecnológica (2015) pelo PPGET-UFSC. Atuou como professora de Ciências na rede municipal de ensino de Florianópolis, Biologia na rede estadual de ensino de Santa Catarina, e professora para os cursos de Ciências Biológicas e Pedagogia da UFSC. Atualmente é doutoranda do PPGET-UFSC, onde realiza pesquisa junto ao Grupo Casulo: Pesquisa e Educação em Ciências e Biologia. Contato: larissazancan@yahoo.com.br.

Letícia Jorge

Licenciada em Ciências da Natureza com Habilitação em Física pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. Mestra em Educação Científica e Tecnológica pela UFSC, sendo, atualmente, doutoranda nesse mesmo programa. Contato: leticiajorgeifsc@gmail.com.

Maíra Caroline Defendi Oliveira

Possui graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais- Campus Inconfidentes (2010- 2014) e mestrado em Ensino de Ciências pela Universidade Federal de Itajubá (2015-2017). Atualmente, é aluna de Doutorado no PPGET-UFSC e Pesquisadora do Grupo e Pesquisa Discursos da Ciência e da Tecnologia na Educação - DICITE. Contato: HYPERLINK "mailto:mairadefendioliveira@gmail.com" mairadefendioliveira@gmail.com

Mônica Maria Kerscher

Licenciada em Matemática pela UFSC, mestra em Educação Científica e Tecnológica e, atualmente, doutoranda pelo PPGET-UFSC. É integrante do Grupo de Estudos Contemporâneos e Educação Matemática - GECEM. Contato: monicakerscher@gmail.com.



Paula Cristina Bacca

Licenciada em Matemática (2006) e mestre em Ensino de Ciências e Matemática (2012). Atualmente, é doutoranda do PPGET-UFSC com bolsa PIQIFC. É professora do Instituto Federal Catarinense (IFC). Contato: paula.bacca@gmail.com.

Roberth De-Carvalho

Pesquisador, professor, licenciado em Pedagogia, bacharel em Engenharia Civil, especialista em Gestão Tecnológica e Inovação e mestre em Educação. Atualmente é doutorando do PPGET-UFSC. É membro dos grupos de pesquisa: Discursos da Ciência e da Tecnologia da Educação - DiCiTE e Literaciências. Contato: orientador.roberth@gmail.com.

Talles Viana Demos

Professor de Ensino de Química do IFSC campus São José. Licenciado e Bacharel em Química pela UFSC, mestre e aluno de doutorado do PPGET-UFSC. Contato: talles.demos@gmail.com.

Vanderlei José Valim Vieira Filho

Graduado em Química (2013) pela UFSC e mestre em Educação Científica e Tecnológica (2017) pelo PPGET/UFSC. É professor da rede estadual de ensino de Santa Catarina. Contato: qosavalimvieira@gmail.com.

Yonier Alexander Orozco Marín

Possui graduação em Licenciatura em biologia pela Universidad Distrital Francisco José de Caldas (2015) Bogotá, Colômbia e mestrado em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Acre. Atualmente, é doutorando do PPGET-UFSC e pesquisador no Grupo de Pesquisa “Biología, Enseñanza y Realidades” da Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colômbia), do Grupo de pesquisa em ensino de ciências (GEPECAC) da Universidade Federal do Acre e do Grupo de pesquisa em Discursos sobre Ciência e Tecnologia (DICITE) da UFSC. Contato: apmusicomano@gmail.com



ÍNDICE REMISSIVO

A

abordagem crítica 142, 154
 AIDS 17, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 56,
 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 65
 alunos 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33,
 34, 39, 40, 43, 48, 49, 52, 53, 57, 62, 95,
 96, 97, 101, 102, 103, 106, 108, 109, 110,
 111, 112, 113, 114, 176, 184, 190, 197,
 199, 200, 213, 236, 237
 análise crítica 97, 101, 146
 antropogênica 91, 92, 96, 102, 108, 114
 aprendizagens 29, 57, 75, 77, 120
 aquecimento global 89, 90, 91, 92, 93, 95,
 96, 100, 102, 104, 107, 108, 109, 110, 111,
 112, 113, 114

B

biogeoquímicos 103, 108
 biologia 45, 176, 177, 178, 180, 181, 182,
 183, 184, 199, 268
 biológico 176, 177, 179, 190, 197, 198
 biomédica 117, 177
 biotoxidade 148
 BNCC 57, 122, 177

C

campo de pesquisa 82, 135, 144, 146
 cava subaquática 17, 66, 67, 72, 73, 78, 81,
 82, 85, 86
 ciência 15, 45, 48, 60, 62, 69, 79, 91, 96,
 97, 98, 99, 100, 101, 109, 112, 120, 125,
 130, 132, 142, 143, 146, 149, 152, 153,
 154, 160, 169, 178, 179, 193, 202, 204,
 205, 206, 208, 215, 216, 228, 234, 236,
 237, 244, 268
 Ciência Moderna 248, 251
 ciências naturais 178, 182, 183
 cisgeneridade 176, 178, 179, 183

classe social 22, 190, 198
 classe trabalhadora 147, 154
 comunidade científica 46, 91, 92, 93, 104,
 112, 154
 conflitos sociais 69, 73
 consensos científicos 17, 88, 108
 conteúdos científicos 97, 206
 contextos escolares 176, 178
 controvérsias científicas 17, 88, 89, 91, 92,
 108, 112, 138
 criatividade 154, 207, 212
 crise 14, 15, 23, 96, 102, 104, 108, 110,
 231, 232
 C&T 97, 118, 120, 121
 CTS 17, 49, 58, 62, 68, 69, 70, 73, 79, 80,
 96, 97, 98, 100, 101, 105, 106, 107, 108,
 120, 140, 155
 Cubatão 17, 66, 67, 71, 72, 73, 80, 81, 82

D

debates 65, 91, 92, 107, 143, 206, 212
 desenvolvimento econômico 17, 67
 desenvolvimento sustentável 86, 87, 89
 desenvolvimento tecnológico 18, 51, 143,
 146, 151, 153, 158, 169
 discriminação 22, 59
 DST 51, 59

E

EA 68, 69, 70, 73, 79
 ecotoxicidade 148
 Educação Básica 16, 20, 34, 59, 124, 134,
 138, 268
 EJA 57, 61
 ensino de ciências 18, 45, 55, 95, 99, 106,
 139, 142, 175, 177, 178, 182, 204, 205,
 212, 213, 216
 ensino de razões 16, 21



ensino fundamental 17, 47, 49, 55, 59, 61, 66
ensino híbrido 16, 21, 32
ensino médio 48, 49, 60, 61, 96, 103, 107, 108, 139, 140, 141, 182, 270
epistemológica 97, 99, 118, 119, 216
estudantes 19, 24, 26, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 61, 62, 63, 68, 74, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 98, 99, 118, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 127, 128, 129, 131, 132, 133, 134, 137, 142, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 157, 158, 159, 160, 161, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 236, 248, 249, 250, 251, 252
étnico-raciais 118, 123, 128

F

feminicídio 17, 22, 23, 29, 30, 31, 32, 33, 37
femininos 178, 179, 185, 187, 199
Feminista 34, 199
Filosofia 18, 216, 246, 247, 250
Física 60, 107, 117, 119, 120, 121, 122, 124, 126, 132, 137, 139, 140, 142, 144, 145, 149, 154, 155, 156, 215, 216, 242, 246, 271
FMC 117, 119, 127
formação de professores 18, 182, 201, 205, 213, 214, 215, 216, 248, 267, 269
formação discursiva 17, 116, 119, 121, 122, 123, 125
formação inicial 18, 247, 249

G

Galileu 203, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 215, 216, 217, 228
geometria 238, 248, 266, 268

H

História 18, 60, 80, 149, 159, 184, 215, 216, 247, 250, 269, 270

I

identidade de gênero 178, 182, 183, 190, 198
impactos ambientais 17, 66, 70, 74, 81, 113
indígenas 118, 120
inovações tecnológicas 144, 147, 153

J

JARDIM 205, 214, 215
Jigsaw 152, 154, 155, 156, 166
jovens 17, 47, 48, 49, 61, 123, 137, 171
julgamento crítico 97, 101, 105
julgamento político 97, 101

K

Khan-Academy 25, 28, 29, 40

L

LGBT 51, 53, 61
livros didáticos 47, 58, 177

M

marketing 70, 89
matemática 18, 23, 24, 25, 27, 30, 32, 33, 34, 35, 38, 39, 163, 198, 227, 228, 229, 230, 231, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 248, 249, 252, 267, 268, 270
medicamentos 46, 51, 52, 54, 55, 56, 59, 61, 64
medição 233, 234, 240, 245
meio ambiente 67, 68, 69, 78, 81, 86, 87, 154
metodologia 106, 108, 236, 251
misoginia 22, 29, 30, 34
mudanças climáticas 89, 90

N

Nanociência 17, 141, 156, 161, 166, 171, 172



nanotecnologia 18, 141, 142, 143, 145, 146, 147, 148, 151, 152, 156, 157, 158, 161, 162, 164, 165, 166, 169, 171, 172, 173

O

olhar crítico 32, 154
ONU 61, 71, 89

P

processo de construção 77, 101, 147, 171, 205
processo de ensino 101, 115
processos científicos 212
produção capitalista 143, 154, 160
professores de ciências 59, 201, 203, 206, 207, 209, 210, 213
propagação de energia 103, 108

Q

qualidade de vida 46, 47, 59, 87, 100, 117

R

revoluções industriais 143, 146, 160, 169, 170
roteiro didático 18, 141, 149, 150, 151, 154, 202, 203, 204, 206, 250, 268
Rotondo 228

S

sala de aula 23, 39, 48, 49, 50, 57, 58, 59, 62, 67, 95, 203, 212, 248, 267
Santa Catarina 13, 15, 16, 26, 36, 37, 41, 59, 65, 139, 215, 216, 269, 270, 271, 272
SD 16, 18, 67, 73, 74, 75, 77, 79, 200
sequência didática 36, 48, 49, 52, 61, 96, 101, 103, 105, 106, 235, 244, 249
sétimo ano 16, 21
sexo 22, 24, 47, 52, 177, 179, 180, 181, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 198, 199
sexo feminino 22, 24

sexualidade 18, 58, 175, 176, 177, 178, 180, 183

sistemas biológicos 144, 180

sociedade 14, 23, 30, 45, 48, 51, 53, 54, 60, 62, 64, 67, 69, 73, 76, 80, 89, 96, 97, 98, 100, 104, 105, 106, 107, 109, 112, 114, 142, 144, 146, 147, 148, 152, 154, 157, 160, 161, 169, 170, 171, 173, 177, 228
socioculturais 118, 119, 121, 123, 134, 135, 137, 138, 177, 178, 182, 183
supercondutividade 116, 117, 118, 122, 124, 125, 127, 131
SUS 55, 61, 62, 63, 64
sustentabilidade 70, 77, 89, 90, 100, 101

T

tecnocientíficos 123, 127, 128, 134, 138
tecnologia 33, 45, 48, 62, 69, 76, 80, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 106, 107, 120, 130, 143, 146, 147, 148, 151, 152, 153, 154, 155, 157, 159, 160, 169, 170
temperatura global 93, 94, 111
Terra 77, 89, 90, 93, 94, 109, 126, 129, 139, 210
Tiffany Abreu 18, 175, 184, 200
transgênero 191, 195, 196
tratamento 46, 47, 51, 52, 53, 54, 55, 60, 61, 63, 64, 73, 195, 242

U

UFSC 13, 15, 16, 106, 107, 138, 139, 199, 269, 270, 271, 272
UNAIDS 46, 49, 57, 60, 61

V

violência 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 31, 32, 33, 36, 37, 40, 41, 42, 43
vírus 46, 50, 53, 57, 63
vítimas 22, 26, 31, 37, 40



www.pimentacultural.com

(COM)TEXTOS III

Diálogos de Ensino para a Educação Científica e Tecnológica

