Josie Agatha Parrilha da Silva
Nelson Silva Júnior
Marcos Gervânio de Azevedo Melo
Elemar Kleber Favreto

Leitura de imagem com enfoque CTS:

Um entreato da imagética fixa e em movimento



CNPq
Texto e Contexto
EDITORA

Josie Agatha Parrilha da Silva
Marcos Gervânio de Azevedo Melo
Nelson Silva Júnior
Elemar Kleber Favreto

Leitura de imagem com enfoque CTS:

Um entreato da imagética fixa e em movimento



CNPq
Texto e Contexto
EDITORA

©2022 Josie Agatha Parrilha da Silva, Nelson Silva Júnior, Marcos Gervânio de Azevedo Melo e Elemar Kleber Favreto
Todos os direitos reservados aos organizadores

Expediente:
Capa: Murilo Martins
Projeto gráfico e diagramação: Texto e Contexto Editora

L533 Leitura de imagem com enfoque CTS: um entreato da imagética fixa e em movimento/ organizado por Josie Agatha Parrilha da Silva et al. Ponta Grossa: Texto e Contexto, 2022.
136 p., il.

ISBN: 978-65-88461-61-7
DOI: 10.54176/OZWW4662

1. Ciências - Ensino. 2. Tecnologia – Sociedade. 3. Imagem – Análise. 4. Interdisciplinaridade. I. Silva, Josie Agatha Parrilha da (Org.). II. Melo, Marcos Gervânio de Azevedo (Org.). III. Silva Junior, Nelson (Org.). IV. Favareto, Elemar Kleber (Org.). V.T.

CDD: 507
Ficha Catalográfica Elaborada por Maria Luzia Fernandes Bertholino dos Santos – CRB9/986

CONSELHO EDITORIAL
Presidente:
Drª. Larissa de Cássia Antunes Ribeiro (Unicentro)

Membros:
Dr. Fábio Augusto Steyer (UEPG)
Drª. Silvana Oliveira (UEPG)
Doutorando Anderson Pedro Laurindo (UTFPR)
Drª. Marly Catarina Soares (UEPG)
Drª. Naira de Almeida Nascimento (UTFPR)
Drª Letícia Fraga (UEPG)
Drª. Anna Stegh Camati (UNIANDRADE)
Dr. Evanir Pavloski (UEPG)
Drª. Eunice de Morais (UEPG)
Drª. Joice Beatriz da Costa (UFFS)
Drª. Luana Teixeira Porto (URI)
Dr. César Augusto Queirós (UFAM)
Dr. Valdir Prigol (UFFS)
Drª. Clarisse Ismério (URCAMP)
Dr. Nei Alberto Salles Filho (UEPG)
Drª Ana Flávia Braun Vieira (UEPG)
Dr. Marcos Pereira dos Santos (UTFPR)

Câmara Brasileira do Livro

Texto e Contexto
EDITORA
www.textoecontextoeditora.com.br
contato@textoecontextoeditora.com.br
(42)988834226
Rua Eduardo Bonjean, 375. Uvaranas
Ponta Grossa/PR

Título: Leitura de Imagem com Enfoque CTS: um entreato da imagética fixa e em movimento

ISBN: 978-65-88461-61-7

Organizadores: Josie Agatha Parrilha da Silva, Nelson Silva Júnior, Marcos Gervânio de Azevedo Melo e Elemar Kleber Favreto

Resumo: O ensino de ciências é uma área que busca ampliar o conhecimento sobre os fenômenos naturais, possibilitando que o ser humano seja capaz de se relacionar melhor com o meio em que habita. Tal relacionamento deve servir de base para a constituição de uma sociedade mais justa, democrática e livre, evitando o negacionismo da ciência, a proliferação de fake news e a banalização da educação. Este livro procura explorar a integração entre os saberes, indo além da mera especialidade das disciplinas, mas não repousando sobre a superficialidade do senso comum, discutindo, portanto, aspectos que abordam questões filosóficas, científicas, tecnológicas, sociais e artísticas, aproximando o leitor do que podemos caracterizar como enfoque Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS). Assim, a interdisciplinaridade é o que move as considerações dos autores dos ensaios aqui apresentados, que, ao analisarem imagens que fazem parte do cotidiano social, investigam a própria realidade em que elas são apresentadas. Organizamos o resultado dessas análises em três partes: Parte I - Leitura de Imagem Interdisciplinar, que apresenta seis capítulos com leituras de imagens sem movimento; Parte II - Leitura de Imagem Interdisciplinar com enfoque CTS, que contempla seis capítulos com análises com ênfase no enfoque CTS, em imagens com e sem movimento; e Parte Final, composta pelo décimo terceiro capítulo, intitulado "Imagens do Brasil: a fotografia na relação Arte e Ciência", que apresenta um ensaio sobre a mostra fotográfica Imagens do Brasil, realizada no IX Workshop Paranaense de Arte-Ciência, em outubro de 2021.

Palavras-chave: Análise de Imagem Interdisciplinar; CTS; Ensino de Ciências; Interdisciplinaridade.

Áreas (CNPq): 7.00.00.00-0 Ciências Humanas; 7.08.00.00-6 Educação

“Dedicamos este trabalho às professoras e aos professores que nos deixaram
enquanto esta obra estava sendo organizada,
em especial aos professores
Ubiratan D’Ambrósio (1932-2021),
Licurgo Peixoto de Brito (1957-2021),
Sandro Aparecido dos Santos (1966-2021)
e Matilde Vicentini (1932-2021).”

SUMÁRIO

PREFÁCIO.....8

INTRODUÇÃO.....9

PARTE I

LEITURA DE IMAGEM INTERDISCIPLINAR

CAPÍTULO 1 - https://doi.org/10.54176/MRNJ8248

LEITURA DE IMAGEM INTERDISCIPLINAR – MODELO DE CÉLULA ANIMAL.....13
Claudiane Chefer

CAPÍTULO 2 - https://doi.org/10.54176/POAN9597

LEITURA DE IMAGEM INTERDISCIPLINAR – FITA DE MOEBIUS II.....18
Emilly Gonzales Jolandek

CAPÍTULO 3 - https://doi.org/10.54176/ZOOM8904

LEITURA DE IMAGEM INTERDISCIPLINAR – "*SINGLE ATOM IN A ION TRAP*" (UM ÁTOMO EM *UMA ARMADILHA DE ÍONS*).....23
Jordana Maria Lopes

CAPÍTULO 4 - https://doi.org/10.54176/TWVZ2352

LEITURA DE IMAGEM INTERDISCIPLINAR – TABULA *III DE MYSTERIUM COSMOGRAPHICUM* (JOHANNES KEPLER).....28
Luana Paula Goulart de Menezes

CAPÍTULO 5 - https://doi.org/10.54176/IMXY3287

LEITURA DE IMAGEM INTERDISCIPLINAR – MONTAGEM DE FOTOS DO SOL EM DIFERENTES COMPRIMENTOS DE ONDA.....37
Telma Augusta Diniz, Michel Corci Batista

CAPÍTULO 6 - https://doi.org/10.54176/ARII9031

LEITURA DE IMAGEM INTERDISCIPLINAR – HOMENAGEM AOS MORTOS PELO CORONAVÍRUS.....44
William Leite Gildo

PARTE II

LEITURA DE IMAGEM INTERDISCIPLINAR COM ENFOQUE CTS

CAPÍTULO 7 - https://doi.org/10.54176/LZRV3178
LEITURA DE IMAGEM INTERDISCIPLINAR COM ENFOQUE CTS (CIÊNCIA/ TECNOLOGIA/SOCIEDADE) – RELEITURA DA OBRA 'OPERÁRIOS" DE TARSILA DO AMARAL.....50
Fernanda Mendes Ferreira, Daniele Francine Machado, Izauriane Rodrigues Jagas Neves, Jordana Maria Lopes

CAPÍTULO 8 - https://doi.org/10.54176/OEXT2251
LEITURA DE IMAGEM INTERDISCIPLINAR COM ENFOQUE CTS (CIÊNCIA/ TECNOLOGIA/SOCIEDADE) – PNEUS DEPOSITADOS NA COSTA DE FORT LAUDERDALE, DE STEVE SPRING.....62
Gabriel Luiz Nalon Macedo, Crislene Costa Santos Razente, Elisângela Casale Marquioto Prado

CAPÍTULO 9 - https://doi.org/10.54176/LUBW5643
LEITURA FÍLMICA COM ENFOQUE CTS (CIÊNCIA/TECNOLOGIA/ SOCIEDADE) – *RADIOACTIVE* (2019).....70
Camila Muniz de Oliveira, Daiara Calvo Blasques, Lucas Forlin Pereira, Lucas Miranda Mochi

CAPÍTULO 10 - https://doi.org/10.54176/DQKN5242
LEITURA FÍLMICA COM ENFOQUE CTS (CIÊNCIA/TECNOLOGIA/ SOCIEDADE) – *OXIGÊNIO* (2021).....81
Elemar Kleber Favreto, Bruna Marques Duarte, Lilian Favaro Alegrancio Iwasse, Anderson Ercílio dos Reis Franco

CAPÍTULO 11 - https://doi.org/10.54176/NMZT9092
LEITURA FÍLMICA COM ENFOQUE CTS (CIÊNCIA/TECNOLOGIA/ SOCIEDADE) – *O JOGO DA IMITAÇÃO* (2014).....95
Jéssica Rodrigues de Oliveira, Elen da Rosa Silva, Fernanda Veronica Fleck Pereira, Laila Andrade Sturmer

CAPÍTULO 12 - https://doi.org/10.54176/EKYH4643
LEITURA FÍLMICA COM ENFOQUE CTS (CIÊNCIA/TECNOLOGIA/ SOCIEDADE) – *RIO* (2011).....107
Thaís Mendes Rocha, Marina Silveira Bonacazata Santos, Gabriel Agostini Tonelli

PARTE FINAL

CAPÍTULO 13 - https://doi.org/10.54176/OMNN5940
IMAGENS DO BRASIL: A FOTOGRAFIA NA RELAÇÃO ARTE E CIÊNCIA.....117
Nelson Silva Junior

SOBRE OS ORGANIZADORES.....136

PREFÁCIO

As imagens ocupam um papel importante nas vidas dos indivíduos e em nossas vivências construídas em sociedade; consequentemente, elas assumem grande relevância na educação, seja no processo de ensino, seja no processo de aprendizagem. Baseando-se em imagens fixas e em movimento, esta obra busca proporcionar, analiticamente, a interação entre os campos da Filosofia, da Ciência e da Arte. Além desta abordagem interdisciplinar, o livro aqui prefaciado constrói uma aproximação com a área de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) que, por sua vez, é um relevante movimento educacional atrelado ao Ensino de Ciências.

Considerando a centralidade das imagens nos processos educacionais, este estudo evidencia três diferentes métodos de análise imagética que, como será possível observar, envolvem: Arte, Astronomia, Biologia, Filosofia, Física, Matemática, Meio Ambiente, Química e Tecnologia.

Diante da diversidade de áreas em que os estudos imagéticos se aplicam/inserem, é fundamental observar que, em relação à ciência, sua compreensão é cercada de dificuldades, afinal, estamos diante de representações, conceitos e fenômenos fortemente abstratos, implicando assim, em desafios intrínsecos aos processos de ensino e de aprendizagem. Apesar de requisitar certas readaptações, o uso de imagens auxilia no processo educacional como um importante recurso didático que propicia conexões entre o abstrato e o concreto, constituindo-se deste modo, em mais um tipo de linguagem engendrável vantajosamente à formação social, cultural e científica do cidadão.

A leitura de imagens – tais como animações, desenhos, esquemas, figuras, filmes, fotografias, mapas, símbolos e obras de arte – é uma prática cotidiana na vida do ser humano, especialmente para professores e alunos que estão cercados por esta diversidade de recursos imagéticos que deflagram uma função crucial na divulgação científica e, ao mesmo tempo, como um recurso do discurso.

De modo geral, uma imagem traduz a cultura – recheada de significados e informações – circunscrita a um dado indivíduo. Nesse diapasão, esta obra nos convida a sair da leitura superficial que comumente fazemos das imagens e refletir sobre algumas das mensagens trazidas por elas, tanto num caráter interdisciplinar das ciências, quanto em um contexto de CTS.

Prof. Dr. Carlos Alberto de Oliveira Magalhães Júnior
Universidade Estadual de Maringá – UEM

INTRODUÇÃO

A filosofia, a ciência e a arte são modos de organizar as informações adquiridas com as representações e percepções da realidade, transformando-as em conhecimentos e possibilitando, com isso, que novos saberes, novos comportamentos e novas relações sejam possíveis dentro do ambiente social vivenciado. Enquanto a filosofia trabalha com conceitos e a ciência com funções, a arte ocupa-se das disposições afetivas destas percepções, permitindo que o espírito humano seja desenvolvido para além da pura razão.[1]

Estes três modos de organização do conhecimento, embora distintos, procuram transcender à representação do senso comum, superando o conhecimento vulgar do dia a dia. Esta superação não é um mero neologismo, mas a própria elevação racional e espiritual da humanidade, à medida que lhe proporciona uma visão mais crítica e profunda destas representações. O aprofundamento e a criticidade permitem tomadas de decisões mais adequadas, não só para o benefício pessoal e particular de cada um, mas, principalmente, para o desenvolvimento da própria humanidade.

Ensinar conceitos, funções e afetos é uma das tarefas da educação formal (básica ou superior), fomentando a construção de subjetividades que sejam capazes de agir coletivamente, julgando melhor os fenômenos e estados de coisas que a elas se apresentam. Tal julgamento deve servir para a constituição de uma sociedade mais justa, democrática e livre, evitando o negacionismo da ciência, a proliferação de *fake news* e a banalização da educação, marcas de um conhecimento banal, que não é capacitado a ser crítico e profundo.

Com base na filosofia, na ciência e na arte, este livro procura explorar a integração entre os saberes, indo além da mera especialidade das disciplinas, mas não repousando sobre a superficialidade do senso comum. Ele busca discutir, portanto, aspectos que abordam desde questões filosóficas, científicas e tecnológicas, até aquelas que dizem respeito aos temas sociais, éticos e artísticos, aproximando-se, deste modo, do que podemos caracterizar como enfoque Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS). Assim, a interdisciplinaridade, atributo de um conhecimento que mescla diversas dimensões de um mesmo objeto, é o que move as considerações dos autores dos ensaios aqui apresentados, que, ao analisarem imagens que fazem parte do cotidiano social, investigam a própria realidade em que elas são apresentadas.

As imagens fazem parte do dia a dia do homem, entretanto, poucos são aqueles que refletem sobre o que elas realmente representam, sendo necessário um estudo mais aprofundado sobre o modo como elas são lidas. Este aprofundamento exige um método de análise, capaz de direcionar o olhar e extrair das suas percepções aquilo que poderá ser transformado em conceito, função ou afeto. Assim, há diversas metodologia de análise imagética, mas esta obra está centrada em três diferentes métodos, desenvolvidos por professores e pesquisadores das Universidades Estaduais de Maringá (UEM) e de Ponta Grossa (UEPG), são eles: a Leitura de Imagem Interdisciplinar, desenvolvida por Silva e Neves (2018); a Leitura de Imagem

1. DELEUZE, G.; GUATTARI, F. **O que é a filosofia?** Trad. Bento Prado Jr. e Alberto Alonso Muñoz. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1992.

Interdisciplinar com Enfoque CTS, apresentada por Silva, Neves, Melo e Laurindo (2020); e a Leitura Fílmica, proposta por Silva Júnior (2018).

Esta coletânea de ensaios apresenta doze leituras de imagens, desenvolvidas por acadêmicos dos Programas de Pós-graduação em Educação para a Ciência e a Matemática (PCM - UEM) e Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECEM - UEPG). Estas leituras foram desenvolvidas em duas disciplinas, "Análise Imagética: a imagem como documento" e "Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ensino de Ciências", ministradas entre os anos de 2020 e 2021.

Na disciplina "Análise Imagética..." fizemos a proposta de análises de imagem a partir da "*Leitura de Imagem Interdisciplinar - LI²*"[2] e essa mesma leitura foi posteriormente adaptada para o enfoque CTS para imagens fixas ou sem movimento (fotografias, desenhos, pinturas, charges, etc.)[3] e imagens com movimento (filmes e animações, cuja análise é realizada através do recorte de alguns de seus *frames* mais representativos)[4]. Organizamos o resultado dessas leituras em três grupos, que resultaram na organização deste E-book. **Parte I - Leitura de Imagem Interdisciplinar**, **Parte II - Leitura de Imagem Interdisciplinar com enfoque CTS** e **Parte Final.**

A **Parte I** apresenta seis capítulos com análises de *imagens sem movimento* dos acadêmicos que realizaram a disciplina "Análise Imagética", dos dois programas já citados: PPGECEM/UEPG e PCM/UEM. O primeiro capítulo analisa uma imagem muito representativa nos livros didáticos da área de biologia, o modelo de célula animal; o segundo, mais voltado à área da matemática, interpreta a xilogravura de Maurits Cornelis Escher, intitulada *Fita de Moebius II*; o terceiro capítulo, por sua vez, aborda uma discussão muito profícua nas áreas de química e física ao apresentar a fotografia de um átomo em uma armadilha de íons; o quarto faz uma leitura da figura Tabula III, que está representada na obra de Johannes Kepler, *Mysterium Cosmographicum*, publicado em 1596; o quinto capítulo, voltado para às áreas de física e astronomia, apresenta a análise de uma montagem de fotos do Sol com diferentes comprimentos de onda; enquanto que o sexto capítulo faz uma reflexão acerca do momento pandêmico em que vivemos ao contextualizar a fotografia de Ricardo Medeiros, tirada no ano de 2020, que representa uma homenagem aos mortos pelo coronavírus.

A **Parte II** contempla seis capítulos com análises com ênfase no enfoque CTS, em imagens com e sem movimento. O sétimo capítulo, na mesma sintonia do anterior, discute a pandemia de COVID-19 a partir de uma imagem que é uma releitura (realizada por autor

2. SILVA, J. A. P.; NEVES, M. C. D. **Leitura de imagens como possibilidade de aproximação entre arte e ciência**. Em Aberto, Brasília, v. 31, n. 103, p. 23-38, set./dez. 2018. Disponível em: <http://rbepold.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/view/4002>. Acesso em: 30 jan 2022.

3. SILVA, J. A. P.; MELO, M. G. A.; NEVES; M. C. D. N.; LAURINDO, A. P. L. Imagens da Educação Científica: uma abordagem CTS. (p.146-184) In: LAURINDO, A. P.; SILVA; J. A. P.; NEVES; M. C. D. **Educação para a ciência e CTS**: um olhar interdisciplinar. Coleção Singulares – Vol X. Texto e Contexto: Ponta Grossa, 2020. Disponível em: <ttps://www.textoecontextoeditora.com.br/produto/detalhe/educacao- para-a-ciencia-e-cts-um-olhar-interdisciplinar/47> Acesso em: 30 jan 2022.

4. SILVA JUNIOR, N. **Ciência e cinema**: um encontro didático pedagógico em Anjos e Demônios e O Nome da Rosa. 2018. Tese de Doutorado em Ensino de Ciência e Tecnologia – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018. Além da ficha de leitura apresentada em: ROCHA. T. M. **Ficha de Leitura de Imagens Fílmicas com enfoque CTS**. Nov. de 2021, no prelo.

desconhecido), muito veiculada na internet, da obra "Operários", de Tarsila do Amaral; já o oitavo capítulo, com um viés mais crítico sobre a questão ambiental, faz uma análise da fotografia, tirada por Steve Spring, de pneus depositados na costa de Fort Lauderdale, na Flórida, Estados Unidos da América. O nono capítulo analisa, com um viés mais voltado à área de química, as abordagens que o filme "Radioactive", lançado em 2019 pela *Netflix*, destaca sobre o papel da mulher na ciência; o décimo capítulo, por seu turno, destaca as questões filosóficas que envolvem a relação do homem com a tecnologia, principalmente a função da Inteligência Artificial no futuro da humanidade, tendo como objeto de leitura o filme "Oxigênio", lançado em 2021, também pela *Netflix*; já o décimo primeiro capítulo aborda o papel da tecnologia e da matemática na decodificação de informações de guerra, o que auxiliou na criação da ciência da computação e da criptografia atual, ao examinar o filme britânico-estadunidense "O jogo da imitação", lançado em 2014 pela *The Weinstein Company*; e, por fim, o décimo segundo capítulo se aprofunda, ao explorar a arte visual da animação "Rio", lançado em 2011 pela *20th Century Fox*, em uma crítica ambiental e social sobre a realidade do Rio de Janeiro.

Na **Parte Final**, o décimo terceiro capítulo, intitulado "Imagens do Brasil: a fotografia na relação Arte e Ciência", de Nelson Silva Júnior, apresenta um ensaio sobre a mostra fotográfica Imagens do Brasil, realizada no IX Workshop Paranaense de Arte-Ciência (outubro de 2021), e que teve como objetivo a publicação de produções fotográficas, cujo tema abordasse a relação entre Arte e Ciência.

Espera-se que esta obra possa servir de base para novas leituras de imagens e filmes, possibilitando que professores e alunos do ensino básico e superior percebam a importância de uma postura mais crítica sobre estes objetos artísticos, facilitando, assim, a própria compreensão da realidade que a eles se apresenta.

Agradecemos a todos os autores que colaboraram no desenvolvimento desta coletânea. Foi um trabalho coletivo e colaborativo, que oportunizou reflexões importantes sobre o papel da filosofia, da ciência e da arte no desenvolvimento de análises de imagens representativas da realidade atual.

Organizadores.

Parte I

LEITURA DE IMAGEM INTERDISCIPLINAR

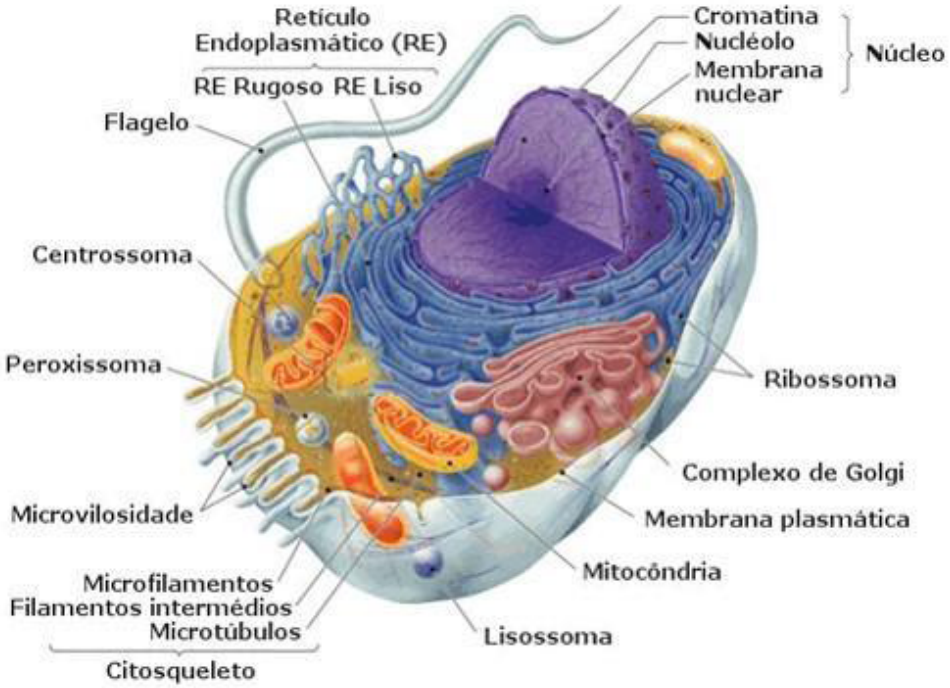


Capítulo 1

LEITURA DE IMAGEM INTERDISCIPLINAR – MODELO DE CÉLULA ANIMAL

Claudiane Chefer[1]

Figura 1.1: José Salsa. *Modelo de Célula Animal*. Ilustração digital.



Fonte: Salsa (2004)[2].

INTRODUÇÃO

A autora deste texto é licenciada em Ciências Biológicas/UEM, Mestre e Doutoranda pelo PCM/UEM. Claudiane Chefer atua na área de Formação de professores, Ensino de Ciências por Investigação e pesquisa temática da Astrobiologia no ensino de ciências e Biologia. Possui experiência na Educação Básica como professora de Ciências e atualmente é bolsista de Doutorado pela CAPES/Fundação Araucária.

O ensino de ciências e de Biologia apresenta inúmeros conceitos abstratos de difícil compreensão, o que pode dificultar o trabalho dos(as) professores(as) e fortalecer as ideias nas

1. Formada em Ciências Biológicas, mestre e doutoranda em Educação para a Ciência e a Matemática pela Universidade Estadual de Maringá. E-mail: clauchefer@hotmail.com

2. Disponível em: <https://www.cientic.com/tema_celula_img1.html>. Acesso em: 09 set. 2021.

quais os saberes produzidos pela ciência são dificilmente entendidos pelos estudantes. Neste cenário, as imagens, devido a seu valor cognitivo e apelo visual, são consideradas importantes recursos didáticos que, a partir da representação de modelos da ciência, podem auxiliar na apropriação da linguagem científica e oferecer potencial para facilitar a compreensão da ideia e a identificação das estruturas, conceitos e fenômenos nela representados (PICCININI; MARTINS, 2004; GOUVÊA; MARTINS, 2001).

Na busca de aproximar a abstração do valor real, os modelos no ensino de ciências e Biologia devem denotar uma relação entre o abstrato e o concreto, procurando representar, de forma cientificamente coerente, o conceito complexo. Um bom exemplo de imagem utilizada corriqueiramente no ensino de Biologia é a menor unidade biológica dos seres vivos: a célula. Existem inúmeras imagens disponíveis e utilizadas como recurso para minimizar a abstração dos conceitos relacionados à célula e seus componentes. Essas imagens recaem, na grande maioria das vezes, em representações por meio de um modelo geral de célula.

Diante dessas considerações, escolhemos para análise a imagem de célula animal (figura 1.1) produzida em 2004 pelo autor José Salsa, ilustrador científico do portal de Ciências Naturais e Tecnologias da Informação e Comunicação - CienTIC da Porto Editora – Portugal. A imagem está disponível no Google imagens, por meio do site do portal, sendo comumente utilizada em aulas de citologia tanto na Educação Básica como no Ensino Superior.

ANÁLISE DA IMAGEM: MODELO DE CÉLULA ANIMAL

A análise aqui desenvolvida segue os quatro passos apresentados por Silva e Neves (2018): 1º) análise da forma; 2º) análise do conteúdo; 3º) análise das relações que envolvem a imagem (Autor x Contexto x Leitor); e 4º) análise interpretativa.

1º Passo: Análise da forma

A imagem desenhada digitalmente em 3D representa um modelo tridimensional de célula animal seccionada ao meio. Encontra-se em posição diagonal, apresentando de forma generalista as estruturas celulares que podem compor uma célula animal.

A ilustração se assemelha a uma forma elíptica, cujo interior por meio do corte se torna visível, apresentando estruturas coloridas em formas circulares, ovaladas, côncavas, curvas e longilíneas, correspondentes às diferentes organelas e componentes gerais que podem compor esse tipo de célula.

Como a imagem é digital, ela apresenta pixels, deste modo, ela possui pontos concentrados. Exibe tons pastéis e frios, bem como pontos quentes contrastantes no laranja. Assim, prevalecem as cores análogas na representação: do lilás ao azul em mais da metade da estrutura representada e do amarelo ao laranja avermelhado. O fundo da página é branco e a membrana externa da célula em tons de azul.

2º Passo: Análise do conteúdo

A Imagem apresenta, em aspectos gerais, a distribuição das organelas celulares e sua organização em diferentes estágios presentes em células de diferentes tecidos animais. A representação da célula se exibe como uma minimização da abstração do conceito, com o objetivo de mostrar e identificar suas principais estruturas para fins didáticos.

A disposição do texto na imagem, para identificar as estruturas celulares, são apresentados em negrito, letras minúsculas, com exceção da primeira letra, nomeando cada componente interno da célula, circundando a forma toda e indicando cada estrutura por meio de linhas que culminam na imagem com a ponta no formato de ponto. Vale fazer um adendo para a diferença de escrita de algumas palavras, como "organelo" e "organela", pois o texto e a ilustração digital são produções oriundas de Portugal.

Na descrição da imagem é apresentado o seguinte texto: "Célula animal - O aspecto e distribuição das organelas difere de célula para célula e mesmo na própria célula em momentos diferentes. Diversos componentes celulares são comuns às células animais e às células vegetais. Existem, contudo, alguns componentes da célula vegetal que aqui, na célula animal, não se encontram: parede celular, cloroplastos, vacúolo central e tonoplasto assim como plasmodesmos" (CIENTIC, 2004). O texto apresenta o esclarecimento da abstração do modelo, que inclui as principais estruturas presentes em diferentes estágios de células animais. O autor também utiliza a imagem para diferenciar as células animais das células vegetais.

A conformação circular faz relação a um determinado tipo celular, como por exemplo, uma célula da mucosa bucal. A transparência e opacidade, formas irregulares, jogo de cores e sombras presentes na imagem aparentam uma textura gelatinosa correspondente ao citoplasma de uma célula real.

A textura denota também organelas membranosas incrustadas no citoplasma gelatinoso. As organelas estão posicionadas entre si em áreas estratégicas para melhor visualização e correspondência com as funções de organelas reais. Cada estrutura está representada em cores diferentes para melhor assimilação, bem como cada uma delas é identificada por sua denominação correspondente.

As cores são utilizadas propositalmente, seguindo um padrão estabelecido nas ilustrações e modelos de célula na Biologia. Isso se deve ao uso de corantes e colorações para ressaltar a estrutura a ser visualizada nos microscópios, assim, a coloração é dada de acordo com a afinidade do pigmento e o pH da estrutura.

Exemplos:

O núcleo da célula possui caráter ácido devido à grande quantidade de DNA (Ácido desoxirribonucléico) presente em seu interior, deste modo se apresenta na microscopia ótica diante a adição de um corante básico, como a hematoxilina ou o azul de metileno, uma coloração azul-púrpura, pois essa estrutura (ácida) possui afinidade basófila, ou seja, por

substâncias básicas. O citoplasma da célula já possui um caráter mais básico, sendo assim, é corado com tons de vermelho e laranja pelo corante ácido eosina.

As organelas são observadas em microscópios eletrônicos, nestes são utilizados vários pigmentos e substâncias para coloração e evidenciação dessas estruturas celulares, de acordo com as características de pH, presença de compostos específicos, florescência, atividade metabólica e catalítica, etc. As mitocôndrias, por exemplo, por serem ricas em citocromos e possuírem alta atividade metabólica, além de um gradiente de concentração e pH, apresentam, em microscopia, cor avermelhada com o uso de corantes e substâncias ácidas.

3º Passo: Análise das relações que envolvem a imagem: Autor x contexto x leitor

O autor da imagem é José Salsa, ilustrador científico do portal de Ciências Naturais e Tecnologias da Informação e Comunicação - CienTIC da Porto Editora. O portal, derivado do projeto educacional de mesmo nome direcionado à investigação da informatização de escolas de Castelo Branco - Portugal, apresenta ilustrações, representações científicas (como micrografias) e pequenos textos sobre variados temas das ciências naturais. No que se refere à imagem em análise, o autor utiliza a representação da célula animal para apresentar o tópico de células eucarióticas no material digital.

Esta imagem pode ser utilizada para representar o modelo de célula animal em aulas de Ciências e Biologia. Pode ser aproveitada como um recurso em potencial para estimular o estudante a compreender o modelo celular, seus componentes e estruturas de forma geral, para uma melhor organização e estruturação de suas ideias conceituais. A imagem pode ser utilizada também para minimizar a abstração relacionada ao conceito de célula, pois o próprio conceito traz elementos complexos e de difícil compreensão.

4º Passo: Análise interpretativa do leitor

Destacamos que a imagem apresenta uma boa representação geral da célula animal, onde essa estruturação pode ser empregada como um exemplo dos elementos e organelas que esse tipo celular pode possuir, podendo variar de um tecido para outro, o que depende das necessidades e funções dos órgãos e tecidos correspondentes.

Ao utilizar um modelo de imagem de célula animal, devemos entender que ela possui várias formas, funções, estruturas e organizações que variam de tecido para tecido, de órgão para órgão e de animal para animal, como por exemplo: células musculares podem apresentar forma alongada e mais de um núcleo; células neuronais (neurônios) podem conformar-se em estruturas esféricas, estreladas (ramificadas) ou piramidais; e células sanguíneas, como as hemácias, não possuem núcleo, bem como apresentam forma bicôncava.

A imagem deve colaborar significativamente como um recurso em potencial, o qual deve estimular o caráter crítico e reflexivo do estudante. Este, por sua vez, deve compreender que o modelo imagético de célula corresponde a uma padronização geral das estruturas, formas e funções que células de diferentes locais podem apresentar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, com os bancos digitais de imagens, o acesso e uso de representações no ensino de ciências e Biologia tornaram-se facilitados, contudo, é necessário ter cuidado e atenção com a forma de utilização desses recursos em sala de aula. As representações imagéticas podem também incorporar elementos imaginários e simbólicos que não são possíveis de serem observados pelos instrumentos disponíveis na escola. Sendo assim, no caso da representação de um modelo geral de célula animal como o analisado neste trabalho, por representar uma unidade de vida microscópica muitas vezes especulativa para os alunos, sua materialização em imagem deve apresentar subsídios que permitam melhorar a estruturação das ideias sobre o conceito de célula e torná-lo mais visível e mais próximo do real.

Em contrapartida, vale chamar a atenção para o cuidado com as representações e modelos biológicos abstratos, pois representar o abstrato da forma mais real possível não garante que o conceito representado seja compreensível pelo educando. Deste modo, a imagem também não deve ser empregada somente como recurso atrativo ou de beleza, mas também deve ser reconhecida como um recurso importante para a percepção, a interpretação e a compreensão dos discentes, pois o conceito abstrato deve estar associado a uma representação gráfica.

AGRADECIMENTOS

À Professora Dra. Josie Agatha Parrilha da Silva, pelos conhecimentos construídos na disciplina de Análise imagética, e à Professora Carla Emilia Nascimento, pelas correções.

REFERÊNCIAS

CIENTIC. Célula Eucariótica, Célula Animal. Disponível em: <https://www.cientic.com/tema_celula_img1.html>. Acesso em: 09 set. 2021.

SALSA, J. **Célula Animal**. 2004. Altura: 768 pixels. Largura: 1024 pixels. 68.662 bytes. Formato JPG. Cientic, Porto, Portugal. Disponível em: <https://www.cientic.com/tema_celula_img1.html>. Acesso em: 09 set. 2021.

PICCININI, C. L.; MARTINS, I. Comunicação multimodal na sala de aula de Ciências: construindo sentidos com palavras e gestos. **Revista Ensaio** - Pesquisa em Educação em Ciências, Vol.6, nº 1, Belo Horizonte, 2004. Disponível em: <http://www.fae.ufmg.br/ensaio>. Acesso em: 09 set. 2021.

GOUVÊA, G.; MARTINS, I. Imagens e educação em ciências. In: ALVES, N.; SGARBI, P. (Org.). **Imagens e espaços na escola**. Rio de Janeiro: D P & A, pp. 41-58, 2001.

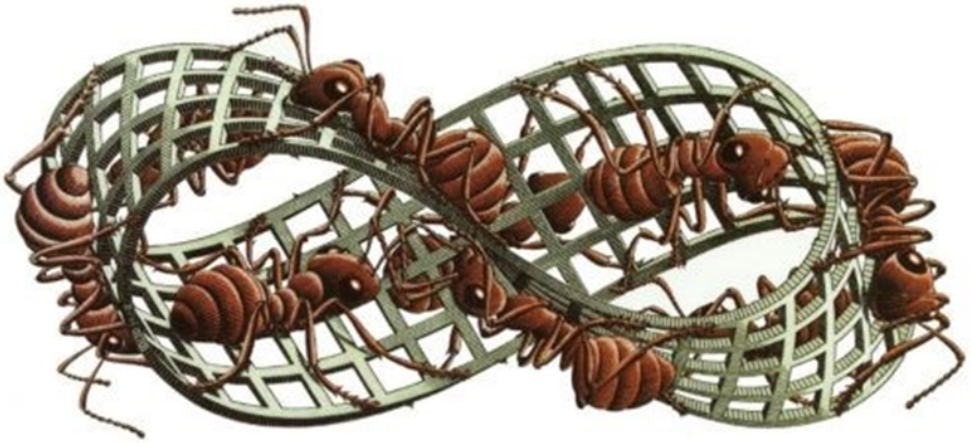
SILVA, J. A. P.; NEVES, M. C. D. Leitura de imagens como possibilidade de aproximação entre arte e ciência. **Em Aberto**, Brasília, v. 31, n. 103, p. 23-38, set./dez. 2018. Disponível em: <http://rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/emaberto/article/view/3257/2992>. Acesso em: 27 jun. 2021.

Capítulo 2

LEITURA DE IMAGEM INTERDISCIPLINAR – *FITA DE MOEBIUS II*

Emilly Gonzales Jolandek[1]

Figura 2.1: Escher. *Fita de Moebius II*. Xilogravura 45,3 x 20,5 cm.



Fonte: Escher (1963).

INTRODUÇÃO

A autora deste capítulo cursa doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). É mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) e graduada em Licenciatura em Matemática pela UEPG. Também é especialista em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Atualmente, sua pesquisa de doutorado é financiada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), com dedicação exclusiva à pesquisa.

A obra *Fita de Moebius II*, escolhida para esta análise, é uma xilogravura de Maurits Cornelis Escher. A escolha do autor, e desta obra, se deu pelo fato de grande parte de suas obras estarem relacionadas à Matemática e diversos conteúdos da área. Como já foram desenvolvidos, em sala de aula, atividades e pesquisas com alunos, envolvendo as obras de Escher, optou-se por selecionar esta obra específica. Esta imagem chamou atenção, pois na

1. Doutoranda em Educação para a Ciência e a Matemática pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). E-mail: emillyjolandek@gmail.com

Matemática há uma teoria por trás da Fita de Moebius/Möbius, além disso, no pensamento Matemático também está presente o conceito de infinito.

A xilogravura, *Fita de Moebius II*, feita em 1963, foi retirada de um site chamado: *A Muse Arte*[2] (figura 2.1) Este site apresenta reflexões e notícias sobre o que acontece no mundo dos museus e da arte. Além disso, esta obra pode ser encontrada no livro *O Mundo Mágico de Escher*, de Pieter Tjabbes.

ANÁLISE DA IMAGEM: FITA DE MOEBIUS II

Para analisar a imagem, seguimos os quatro passos desenvolvidos por Silva e Neves (2018): i) análise da forma; ii) análise do conteúdo; iii) análise das relações que envolvem a imagem; e iv) análise interpretativa. Esses passos auxiliam na interpretação da imagem de uma maneira que possamos oferecer uma perspectiva crítica.

1º Passo: Análise da forma

A imagem analisada é uma ilustração em cores, que foi digitalizada, recolorida e manipulada através de instrumentos digitais. O fundo branco traz uma maior possibilidade da visualização dos detalhes e das características a serem observadas, assim como a sensação de transparência do fundo e leveza da figura. Esta obra é formada por uma fita que não possui começo e nem fim. É composta por linhas curvas que formam a fita, sendo elas cruzadas entre si, criando vários quadrados. Somente existe um contorno verde entre os quadrados, os mesmos não possuem preenchimento, isto é, são vazados. Por essa fita quadriculada, existe uma representação de movimento em que nove formigas avermelhadas, que caminham sobre ela, ou seja, aparentemente elas circulam pelos dois lados da fita, isto mostra também a tridimensionalidade da imagem. Essa sensação de tridimensionalidade é dada também pelo fato de todas as linhas terem sombreamento com cores em tons diferentes e textura com uso de hachuras. Além disso, o seu formato especialmente torcido promove uma alternância entre a superfície externa e interna, criando um trajeto infinito para as formigas.

2º Passo: Análise do conteúdo

A obra *Fita de Moebius II*[3] é uma representação e recriação da faixa criada pelo matemático e astrônomo Augustos Möbius. A fita/faixa é "um espaço topológico obtido a partir da colagem de duas extremidades de uma fita após efetuar meia torção numa delas" (ROQUE, 2017, p. 1). A representação mais comum desta faixa é como o símbolo do infinito, além disso, a fita é considerada um objeto não orientável, pois é impossível saber onde é o começo ou o fim, a parte de cima ou a parte de baixo, ou a parte de dentro e a parte de fora da fita.

2. Disponível em: <https://amusearte.hypotheses.org/2072>. Acessado em: 27 set. 2021.

3. Quando nos referimos a obra de Escher (1963) utilizamos o termo Moebius, quando nos referimos à fita e ao conceito criado por Augustos Möbius, utilizamos o nome Möbius.

Um exemplo pode ser considerado: "se começasse a caminhar pela borda externa da fita, ao dar a volta completa, terminaria em sua borda interna" (BBC BRASIL, 2018, p. 1).

O mesmo acontece na representação de Escher com as formigas, bem como em outras obras de sua autoria, que também utilizam o conceito da fita de Möbius. Oliveira e Hildebrand (2008, p. 85) descrevem que "esta representação espacial carrega em si as formas e a visualidade da noção de infinidade e de continuidade, muito discutidas na Matemática do século XVIII". Para além da representação de Escher, o conceito da fita de Möbius é aplicado no cotidiano, especificamente na mecânica, através de esteiras rolantes, o que as tornam mais eficientes. A fita de Möbius é um objeto de um lado só, que fascina matemáticos, artistas e engenheiros, por ser um objeto não-orientável.

3º Passo: Análise das relações que envolvem a imagem: Autor x contexto x leitor

O autor da imagem *Fita de Moebius II*, é o artista Holandês Maurits Cornelis Escher (1898-1972). Suas obras são principalmente xilogravadas e litografadas. A xilografia é uma técnica de entalhar a madeira em relevo, que permite a impressão de figuras e textos no papel, a litografia também é um processo de reprodução de imagens e textos, mas ocorre por meio de uma prensa com tinta graxenta sobre uma superfície calcária, ou placa metálica (MICHAELIS, 2020).

Suas obras estão divididas em quatro períodos distintos: "paisagens", "metamorfoses", "gravuras subordinadas à perspectiva" e "aproximação ao infinito" (SAMPAIO, 2016). A imagem selecionada para esta análise faz parte de seu último período. Roque (2017, p. 1) aponta que Escher "encontrou um novo campo de inspiração na inevitável contradição entre a bidimensionalidade do papel ou da tela e a realidade tridimensional".

Embora Escher não fosse um matemático, suas obras apresentam muita relação a conteúdos matemáticos. Pensando no contexto da imagem da Fita de Moebius e as formigas que apresenta a concepção de infinito, vemos que a recriação de Escher sobre a fita de August Ferdinand Möbius aconteceu quase um século depois, pois Möbius faleceu em 1868, portanto, no século XIX. Mas pensando na concepção de infinito, percebe-se que foi algo que havia sido discutido por Georg Cantor também no século XIX e aceito como objeto de estudo da Matemática (SAMPAIO; COUTINHO, 2007). Como o infinito foi algo recentemente aceito, referente a época em que Escher viveu, isso tornou-se um fascínio e inspiração para ele, percebesse isso no artigo que escreveu em 1959, onde descreve como se pode representar o infinito nos limites de uma folha de papel. Logo, suas obras sobre o infinito são divididas em mais três categorias: ciclos, preenchimento de superfícies e limites (SAMPAIO; COUTINHO, 2007).

Um exemplo do desenvolvimento de sua arte sobre o infinito pode ser visto nesta imagem que selecionamos, *Fita de Moebius II*, onde as formigas não chegam aos limites da fita. Suas obras mostram conceitos geométricos, simétricos, de rotação, de translação e de reflexão, apresentando estruturas impossíveis para o mundo real, e principalmente a concepção de infinito. Suas obras levam o leitor a pensar, direta ou indiretamente, em conceitos matemáticos, especificamente a geometria não euclidiana, bem como leva o leitor

ao desenvolvimento da criatividade de interpretações. Podemos dizer que a *Fita do Moebius II*, de Escher, estabeleceu um diálogo entre a linguagem matemática e a linguagem estética.

4º Passo: Análise interpretativa do leitor

A interpretação dessa imagem pode ser dada por alguém que não conhece o conceito da fita de Möbius, bem como por alguém que o conhece. A visualização das nove formigas sobre a fita nos leva a prestar atenção em seu movimento e direção, resultando em um movimento infinito das formigas, um ciclo que as leva para a parte de cima e à parte de baixo sem sair da fita. Mas, porque formigas? Talvez por ser um inseto organizado e ágil, que em uma visão não realística consegue permanecer no mesmo lado deste laço que não tem fim.

Além disso, a imagem chama muito a atenção para os detalhes realísticos e tridimensionais das formigas, principalmente os detalhes das antenas e dos pés/patas. Os detalhes são muito ricos em suas obras, e esta não deixa de chamar a atenção também.

A ideia desta xilogravura é instigante sobre a questão da continuidade e das dualidades. Assuntos que parecem estar em posições opostas, mas pertencem a um mesmo sistema. Refletindo sobre a obra, percebe-se que ela nos leva a pensar sobre os diferentes lados e dimensões que um mesmo ser/objeto pode ter.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A xilogravura escolhida pode nos levar a diferentes interpretações e reflexões. A obra *Fita de Moebius II*, de Escher, elaborada em 1963, nos mostra riqueza em detalhes, bem como em conceitos matemáticos. A matemática presente em sua obra, nos leva a identificar como a Arte é importante para a representação da Ciência como um todo e seus conceitos.

Observar essa imagem nos leva a visualizar o paradoxo do conceito de infinito, além de querer conhecer outras obras de Escher, que também abordam conceitos matemáticos, especificamente o de infinito. Tanto a leitura de senso comum como uma leitura mais aprofundada da imagem, instigam e prendem a atenção do leitor, pois possibilitam que ele tente interpretá-la de diferentes maneiras.

Nesse contexto, a partir da leitura da imagem, seguindo os quatro passos de Silva e Neves (2018), pudemos verificar conceitos matemáticos imersos na Arte, através de uma obra de arte criada por uma pessoa que não era matemático, mas que se utilizava de seus conceitos. Assim, vemos uma possível articulação entre a arte e a Matemática.

REFERÊNCIAS

BBC NEWS BRASIL. **Fita de Möbius,** o enigmático objeto com um só lado que fascina matemáticos, artistas e engenheiros, 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-45659225>. Acesso em: 20 jul. 2020.

ESCHER, M. C. Fita de Moebius II, Xilogravura em vermelho, preto e verde, 1963. In: ROQUE, M. I. **O mundo impossível de Escher**. A. Muse. Arte. Disponível em: <https://amusearte.hypotheses.org/2072>. Acesso em: 20 jul. 2020.

MICHAELIS. **Dicionário da Língua Portuguesa**. 2020. Disponível em: <michaelis.uol.com.br>. Acesso em: 20 jul. 2020.

OLIVEIRA, A. M.; HILDEBRAND, H. R. Diálogos entre Arte e Matemática: De Escher aos Signos Digitais. **XVII Encontro da Associação Nacional de Pesquisadores em Artes Plástica**s, 2008.

ROQUE, M. I. **O mundo impossível de Escher**. A. Muse. Arte, 2017. Disponível em: <https://amusearte.hypotheses.org/2072>. Acesso em: 20 jul. 2020.

SAMPAIO, Patrícia. A Matemática através da Arte de MC Escher. **Millenium-Journal of Education, Technologies**, and Health, n. 42, p. 49-58, 2016.

SAMPAIO, P; COUTINHO, C. Aplicação da webquest "Escher e a procura do infinito" numa turma do 12.º ano de escolaridade. In **Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação** – Challenges 2007. Braga: Centro de Competência da Universidade do Minho, 2007. p. 350-363.

SILVA, J. A. P.; NEVES, M. C. D. Leitura de imagens como possibilidade de aproximação entre arte e ciência. **Em Aberto**, Brasília, v. 31, n. 103, p. 23-38, set./dez. 2018. Disponível em: <http://rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/emaberto/article/view/3257/2992>. Acesso em: 27 jun. 2021.

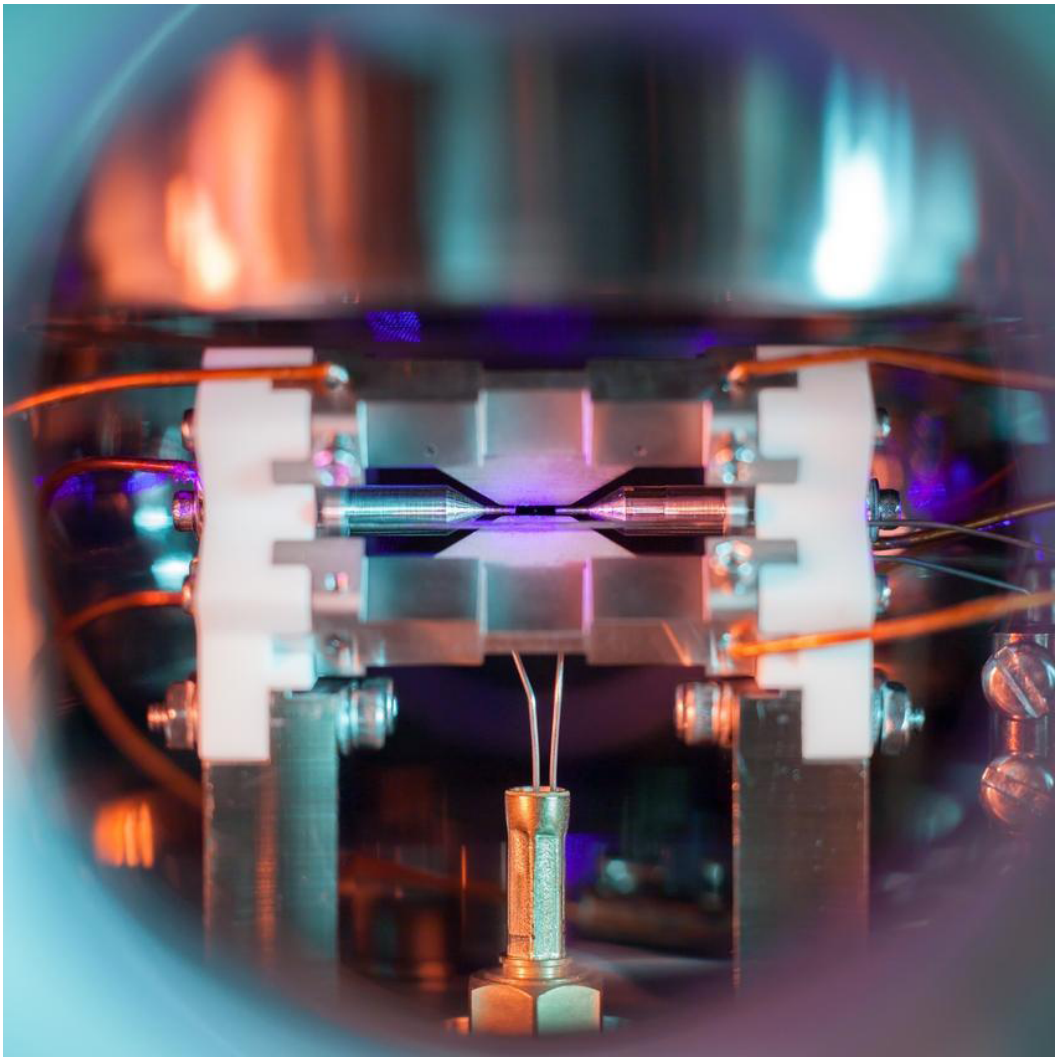
TJABBES, Pieter. **O mundo mágico de Escher**. Vitória - ES: Centro Cultural SESC Glória, 2014.

Capítulo 3

LEITURA DE IMAGEM INTERDISCIPLINAR – "*SINGLE ATOM IN A ION TRAP*" (UM ÁTOMO EM UMA ARMADILHA DE ÍONS)

Jordana Maria Lopes[1]

Figura 3.1: David Nadlinger. *Single Atom in a Ion Trap*. Universidade de Oxford, Reino Unido.



Fonte: Ukri (2018).

1. Licenciada em Química, Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática-PPGECEM, Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG. E-mail: jordana.maria.lopes0@gmail.com

INTRODUÇÃO

A autora deste capítulo é Jordana Maria Lopes, mestranda em ensino de ciências e educação matemática pelo Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática - PPGECEM, da Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG, formada em Licenciatura em Química e professora temporária de química na rede estadual de ensino do Estado do Paraná.

A representação exposta na Figura 3.1 é um marco para a química, pois um átomo nunca havia sido fotografado, devido ao seu tamanho. Atualmente, ao estudar o átomo, utiliza-se de modelos teóricos que são os mais aceitos na comunidade científica porque possibilitam a compreensão de como ocorrem as transformações químicas. Contudo, as imagens utilizadas para demonstrar o átomo são referentes a essas ideias e não correspondem à sua visualização em si. Logo, essa imagem foi registrada após o isolamento de um átomo de estroncio, sendo uma representação do átomo real.

Essa fotografia foi tirada pelo estudante David Nadlinger, da Universidade de Oxford, no Reino Unido, e, conforme o site National Geographic (ZACHOS, 2018), o registro ocorreu em 07 de agosto de 2016. Ela venceu o prêmio de fotografia do Reino Unido para Engenharia e Ciências Físicas (EPSRC). A imagem está disponível no site do Conselho de Pesquisa em Ciências Físicas e de Engenharia (EPSRC) do Reino Unido (https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/), sendo que esse concurso ocorreu em 2018.

Para conseguir a imagem, Nadlinger imobilizou o átomo em um circuito eletrônico com carga positiva, justificando o nome "armadilha" devido aos campos elétricos. O cientista usou uma lente de 50 milímetros, duas gelatinas de correção de cor para controlar a intensidade do flash e tubos de extensão, usados para aumentar a distância focal da lente (ZACHOS, 2018).

ANÁLISE DA IMAGEM: "SINGLE ATOM IN A ION TRAP" (UM ÁTOMO EM UMA ARMADILHA DE ÍONS)

Realizou-se a análise da imagem de acordo com a proposta de Silva e Neves (2018). Esses autores propõem que a análise seja realizada em quatro passos.

1º Passo: Análise da forma

A imagem propõe a visualização e análise, através de um instrumento amplificador que auxilia no aumento do objeto/elemento em questão.

Na imagem, identifica-se que há um contorno circular embaçado, sendo sobressalente na parte superior, que apresenta uma mescla de cores que variam do laranja ao azul. Nesse mesmo contorno do lado direito, percebe-se tons de lilás. Na parte esquerda, as cores são mais azuladas.

Ao direcionar o olhar na parte central, levemente nas laterais, é possível perceber formas bem definidas, como linhas em tom laranja escurecida, e placas na forma retangular na coloração prata. Sobre essas placas prateadas há outra forma mais clara, numa tonalidade de coloração próxima ao branco. Essa parte da imagem causa a sensação de maior proximidade

ao observador, enquanto os elementos centrais estão mais afastados, em uma posição que evoca profundidade.

No sentido ao ponto central, é perceptível dois elementos cilíndricos com uma extremidade pontiaguda, direcionadas ambas ao ponto. É visível em toda a imagem a presença de cores complementares e tonais que variam do verde ao azul, e do laranja ao magenta, cores iluminadas, insinuando a presença de feixes de luzes coloridas.

Em torno destes dois elementos, podemos observar outro maior, formado por seis quadrados, que está mais afastado da visão do observador, aparentemente no fundo, o que percebemos pelo aspecto mais desfocado. Este fato faz com que a atenção e foco esteja direcionado aos elementos centrais, apesar da simplicidade e opacidade de sua forma. As linhas centrais sobrepostas ao elemento principal dão a sensação de enfoque e movimento. A imagem também denota que o objetivo do autor é o centro da imagem.

2º Passo: Análise do conteúdo

De acordo com a teoria dos modelos atômicos, discutida nos seus pormenores por Lopes (2009), sendo que um deles é o proposto por Niels Bohr, os elétrons estariam girando ao redor do núcleo do átomo. Nesse sentido, com o auxílio de um futuro avanço tecnológico, seria possível aprofundar a visualização do átomo, devido à identificação de partículas. O átomo é a menor parte de alguma coisa, mas ainda assim divisível, constituído de partículas e fundamental na área da química, pois é a estrutura que origina moléculas e promove o entendimento científico da matéria, e sua estrutura. A ideia de fotografar um átomo permite a confirmação de que os modelos teóricos são reais, e ajuda no entendimento do mesmo, não sendo somente um modelo imaginário, e sim um tema científico chave.

Essa imagem significa um avanço científico, nunca antes o átomo havia sido visto. Foram anos trabalhando com modelos, calculando, teorizando. Ela poderá estar presente em livros didáticos para demonstrar aos estudantes o que é um átomo real. Não é a melhor imagem para se ensinar química, mas representa que cada vez mais se busca visualizar modelos construídos teoricamente. A qualidade da imagem impressiona, devido ao átomo ser algo muito pequeno, precisando de tecnologia para ser visto, o que resultou em uma gama de cores e formas oriundas do equipamento e iluminação utilizada.

3º Passo: Análise das relações que envolvem a imagem: Autor x contexto x leitor

O autor da fotografia é David Nadlinger, estudante de física da Universidade de Oxford, que trabalha com computação quântica.

O contexto, em que foi tirada a foto, é um de seus experimentos, chamado “armadilha de íons”, que consiste em uma câmara de vácuo, onde a partícula se mantém suspensa graças aos campos elétricos emitidos por eletrodos de metal situados ao redor do átomo. Já para ajudar na visualização da partícula, o átomo foi iluminado por meio de um laser azul-violeta, e a foto foi registrada por meio de uma câmera convencional que Nadlinger montou sobre um tripé e programou para capturar as partículas de luz refletidas pelo átomo usando a longa exposição. Essa luz refletida é centenas de vezes maior do que o átomo propriamente dito,

mas, mesmo assim, o resultado do experimento foi que o pesquisador conseguiu o feito inédito de obter uma fotografia de um minúsculo pontinho azulado brilhante que venceu um concurso de fotografia científica.

Os leitores da imagem, inicialmente, foram as pessoas da comunidade científica à qual pertence o estudante, além dos participantes e da comunidade do concurso em que a imagem foi submetida, e, posteriormente, devido a sua repercussão, a imagem ficou mundialmente conhecida. Ela representa o avanço científico que se busca, principalmente na área de química, de superação da ideia abstrata do átomo.

4º Passo: Análise interpretativa do leitor

É uma imagem científica importantíssima para a química, mas que traz uma sensação de infinidade. É algo extremamente pequeno e faz pensar no mundo microscópico, que também é grandioso. As reações que ocorrem em nosso corpo e ao nosso redor representam diversas interações e comportamentos que, em nível atômico, não podem ser visualizadas. A imagem em questão denota a esperança de visualizar reações (em escala atômica) que podem resolver diversos problemas científicos que não são possíveis sem a sua observação. Isso pode contribuir para pesquisas acerca de doenças, medicamentos, entre muitas outras. Ademais, a sua visualização, devido às colorações do equipamento, coloca o átomo em um ambiente claro e o ponto central é um ponto de luz, o que corrobora com a química, que sempre se destaca pela infinidade de cores que apresentam seus compostos e afins.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio dessa análise é possível perceber que as imagens que envolvem a ciência possuem uma gama de cores e formas que contrastam e vibram com a descoberta. Permite evidenciar os destaques, diferenciar as estruturas e compreendê-las. Nesse sentido, podem ser também exploradas do ponto de vista artístico.

A imagem analisada possui diversas reproduções ampliadas que evidenciam suas cores e o átomo, representado pelo ponto de luz central. Nesse caso, optou-se por olhar a imagem original.

Para as ciências da natureza, em especial as áreas que envolvem a química, é um marco, pois demonstra que é possível fotografar um átomo. Ainda não é possível verificar suas partículas, porém, isso pode ocorrer a partir de avanços posteriores.

REFERÊNCIAS

LOPES, C.V.M. **Modelos atômicos no início do século XX:** da física clássica à introdução da teoria quântica. 2009. Tese (Doutorado em História da Ciência) - Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2009

SILVA, J. A. P.; NEVES, M. C. D. Leitura de imagens como possibilidade de aproximação entre arte e ciência. **Em Aberto**, Brasília, v. 31, n. 103, p. 23-38, set./dez. 2018. Disponível em: <http://rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/emaberto/article/view/3257/2992>. Acesso em: 27 jun. 2021.

UKRI, Engineering and Physical Sciences Research Council. Single trapped atom captures Science Photography

Competition's top prize. **Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC).** Publicado em: 12 feb 2018. Disponível em: <https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/ukgwa/20200930161403/https://epsrc.ukri.org/newsevents/news/single-trapped-atom-captures-science-photography-competitions-top-prize/>. Acesso: 27 set. 2021.

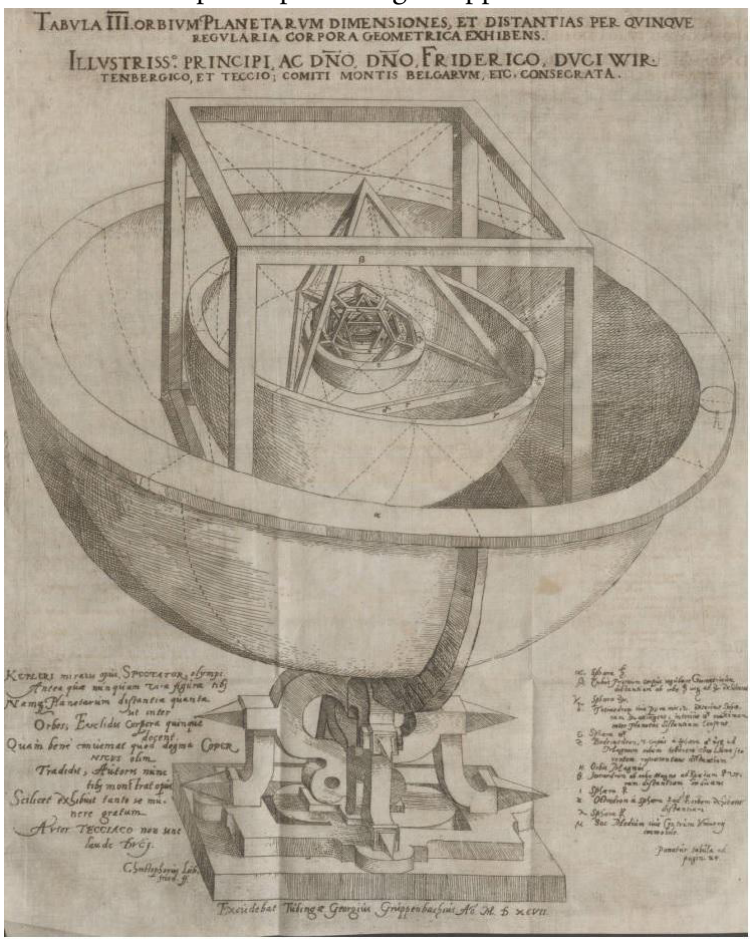
ZACHOS, E. Como um estudante fotografou um único átomo. **National Geographic**. Publicado em: 15 fev. 2018. Disponível:<https://www.nationalgeographicbrasil.com/fotografia/2018/02/como-um-estudante-fotografou-um-unico-atomo>. Acesso em: 27 set. 2021.

Capítulo 4

ŁEITURA DE IMAGEM INTERDISCIPLINAR – *TABULA III DE MYSTERIUM COSMOGRAPHICUM* (JOHANNES KEPLER)

Luana Paula Goulart de Menezes[1]
Michel Corci Batista[2]

Figura 4.1: Johannes Kepler. *Tabula III de Mysterium Cosmographicum*. Impresso por Georg Gruppenbach.



Fonte: Kepler (1596, p. 24-25)[3].

1. Graduada em Matemática (UEM), Mestre em Matemática (UEM), Doutoranda em Educação para a Ciência e a Matemática (UEM). E-mail: lluanagoulart@gmail.com

2. Graduado em Física (UEM), Mestre em Educação para a Ciência e a Matemática (UEM), Doutor em Educação para a Ciência e a Matemática (UEM). Professor Adjunto da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). E-mail: michel@utfpr.edu.br

3. Cortesia: The Linda Hall Library of Science, Engineering & Technology.

INTRODUÇÃO

Este capítulo tem como objetivo apresentar uma leitura da imagem *Tabula III*, do livro do astrônomo e matemático Johannes Kepler (1571-1630), intitulado *Prodromus dissertationum cosmographicarum, continent mysterium cosmographicum, de admirabili proportione orbium coelestium, deque causis coelorum numeri, magnitudinis, motuumque periodicorum genuinis & proprijs, demonstmtum per quinque regularia corpora geométrica*[4], amplamente conhecido pelo seu título abreviado *Mysterium Cosmographicum*, publicado em 1596 e, posteriormente, uma segunda edição em 1621 (figura 4.1).

A imagem é apresentada na Tese de doutorado, ainda em andamento, da autora deste capítulo. Tal Tese será defendida no Programa de Educação para a Ciência e a Matemática da Universidade Estadual de Maringá (UEM). A formação inicial da pesquisadora constituiu-se na área da Matemática, curso de Licenciatura e curso de Mestrado, ambos realizados na UEM. Na pesquisa em desenvolvimento, investiga-se a questão das hipóteses astronômicas no olhar de Kepler e, a partir disso, possíveis reflexões que podem ser realizadas no âmbito do que chamamos Natureza da Ciência (NdC). O coautor do capítulo, Prof. Dr. Michel Corci Batista, é orientador da pesquisa. Ele tem experiência na área de Física, com ênfase em Ensino de Física e Astronomia, sendo, atualmente, professor adjunto do departamento de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus de Campo Mourão (PR).

É inegável que a imagem (figura 4.1) que escolhemos tem suma importância na História da Ciência, sendo um modelo extremamente engenhoso de representação da organização do Universo, como veremos em nossa análise. A escolha da ilustração se deu, principalmente, por dois motivos: o primeiro pela possibilidade de discussão sobre Arte e Ciência; e, segundo, pela disponibilidade da imagem escaneada, sendo de livre acesso no site de *The Linda Hall Library of Science, Engineering & Technology*[5], que permite vermos detalhes da representação usando o *zoom*. Acessamos a imagem por intermédio de uma postagem da biblioteca, cuja chamada era *Scientist of the Day – Johannes Kepler*[6], de 27 de dezembro de 2019 (comemoração do nascimento de Kepler).

De modo geral, ressaltamos que nossa leitura será norteada pelos quatro passos apresentados por Silva e Neves (2018), sendo estes: análise da forma, análise do conteúdo, análise das relações que envolvem a imagem (autor x contexto x leitor) e, finalmente, análise interpretativa do leitor.

4. Em português: "O precursor dos ensaios cosmográficos, contendo o mistério cosmográfico: sobre a proporção maravilhosa dos *orbes* celestes, e sobre as verdadeiras e particulares causas do número, tamanho e movimentos periódicos dos céus, demonstrados por intermédio dos cinco corpos geométricos regulares" (tradução nossa).

5. Biblioteca localizada em Kansas City, estado de Missouri, nos Estados Unidos da América.

6. Link da postagem citada: <https://www.lindahall.org/johannes-kepler-2/>. Acesso em: 20 jan. 2020.

ANÁLISE DA IMAGEM: TABULA III DE MYSTERIUM COSMOGRAPHICUM (JOHANNES KEPLER)

1º Passo: Análise da forma

A imagem, de mais de 400 anos, apresenta tonalidade de papel envelhecido e possui algumas manchas. É importante ressaltarmos que essa versão da *Tabula III* foi impressa com 428 mm de altura e 340 mm de largura. Para se ter uma ideia o livro fechado possui 205 mm de altura e 165 mm de largura[7]. Esse fato justifica as dobras apresentadas na imagem. Esta foi desenhada cuidadosamente a pedido de Kepler e, posteriormente, foi impressa.

Os traços são na cor preta e constituem-se de curvas e retas, consequência da predominância das representações de semiesferas e cortes de sólidos (ou poliedros) pitagóricos/platônicos. A base (figura 4.2) é um bloco retangular e a estrutura que sustenta as semiesferas é formada por conjunto esteticamente interessante: as curvas e as retas são posicionadas de modo a direcionar o olhar para as pontas em um nível superior e inferior.

Figura 4.2: Johannes Kepler. Fragmento de *Tabula III de Mysterium Cosmographicum*. Impresso por Georg Gruppenbach. Adaptado de Kepler (1596, p. 24-25)[8].



Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2021).

Os textos descritivos (legendas), que podem ser lidos, faziam parte de uma prática comum na época, uma vez que os estudiosos usaram esses desenhos como forma de perpetuação do conhecimento, usados na atividade executada ou pesquisada e que foi relatada é descrita por meio das ilustrações.

A presença das hachuras tem como propósito criar a sensação de profundidade, onde há sombras, ocasionando o aspecto de tridimensionalidade às formas de maneira harmônica

7. Os dados foram gentilmente fornecidos por Jason W. Dean, vice-presidente de coleções especiais da Biblioteca *Linda Hall*.

8. Cortesia: The Linda Hall Library of Science, Engineering & Technology.

ao desenho. Com um zoom em uma fração da imagem (figura 4.3) é possível identificar algumas formas geométricas presentes, como ângulos e segmentos.

Figura 4.3: Johannes Kepler. Fragmento de *Tabula III de Mysterium Cosmographicum*. Impresso por Georg Gruppenbach. Adaptado de Kepler (1596, p. 24-25)[9].



Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2021).

Da estrutura temos as semiesferas aninhadas com seus respectivos sólidos (poliedros) levemente inclinados para a direita. A imagem possui diversos traços se interceptando e alguns pontos que combinados constituem áreas iluminadas e sombreadas. Além disso, também encontramos diversas linhas tracejadas que atravessam a imagem e parecem reforçar a perspectiva, visto que é uma representação de objetos tridimensionais. Ao centro (na área mais escura), temos uma representação circular com linhas em volta e pontos que ilustram em seu conjunto uma figura antropomórfica: o Sol. Nas esferas, podemos notar símbolos que as situam na leitura do conteúdo que faremos a seguir.

2º Passo: Análise do conteúdo

Nessa fase de análise, vamos apresentar nossa pesquisa sobre a imagem e descrever brevemente o que sabemos sobre a sua história. Assim, veremos não apenas o assunto, mas o conteúdo e conceitos que a imagem pode representar, como sugere Silva e Neves (2018).

Para darmos início, notamos que os escritos de Kepler indicam que a história da representação foi suscitada por uma ideia surgida enquanto lecionava:

> Assim, em 9/19 de julho do ano de 1595, quando fui mostrar aos meus ouvintes os saltos das grandes conjunções [de Saturno e Júpiter] através de oito sinais e como eles passam passo a passo de um trígono para outro, eu inscrevi muitos triângulos, ou quase triângulos, no mesmo círculo, de modo que o final de um fosse o começo de outro. Portanto, os pontos nos quais os lados dos triângulos se interceptavam e esboçavam um círculo menor. Para o raio de um círculo inscrito

9. Cortesia: The Linda Hall Library of Science, Engineering & Technology.

> em um triângulo [equilátero] é a metade do raio do círculo circunscrito (KEPLER; BIALAS; CASPAR, 1938, p. 11, tradução nossa).

O que Kepler observou é que a razão do raio da circunferência maior (*R*) com o raio ($r)r)$ da nova circunferência, isto é, $R/rR/r$, $\mathrm{R} = \mathrm{r}\ \mathrm{R} = \mathrm{r}$ correspondia à mesma proporção da esfera ou *orbe* de Saturno com a esfera ou *orbe* de Júpiter (DI LISCIA, 2007, p. 735). Isso o encorajou ainda mais, porque o levou à tese de que todas as outras proporções também poderiam ser expressas usando essas combinações de figuras geométricas. Em uma carta enviada para seu professor, Michael Maestlin (1550 - 1631), Kepler explicita sua expectativa de um novo programa para melhorar a Astronomia. A forma como concebia esta última também estava o empolgando, uma vez que pelos estudos dos Céus poderia encontrar a comunhão com Deus.

Ao passo que refletia sobre o assunto, Kepler buscava as justificativas. Passando da geometria plana para a geometria tridimensional, Johannes se debruçou no resultado conhecido de que existem apenas cinco poliedros convexos regulares (ou poliedros pitagóricos/platônicos). E se dedicou em descrever como usou tal fato, dizendo que o círculo, ou melhor, a esfera da Terra será a medida de tudo, a partir disso circunscrevemos um dodecaedro. A esfera que irá circunscrever será a da órbita de Marte que iremos circunscrever com um tetraedro. Agora teremos a esfera da órbita de Júpiter que terá um cubo circunscrito. A esfera que circunscreve esse último será a de Saturno. Retomando a Terra, iremos inscrever um icosaedro, a esfera inscrita nele será a de Vênus, feito isso inscrevemos um octaedro nesta esfera, que terá esfera de Mercúrio. Dessa explicação teórica, temos o sentido dos símbolos em cada esfera e poliedro pela legenda da imagem:

$\alpha\alpha$: Esfera de Saturno.

$\beta{:}\,\beta{:}$ Cubo: primeiro dos corpos geométricos regulares que mostram a distância do *orbe* de Saturno a Júpiter.

$\gamma{:}\,\gamma{:}$ Esfera de Júpiter.

$\delta{:}\,\delta{:}$ Tetraedro ou pirâmide: tangente do lado de fora à esfera de Júpiter e do lado de dentro à de Marte e responsável pela distância máxima entre os planetas.

$\varepsilon{:}\varepsilon{:}$ Esfera de Marte.

$\zeta{:}\,\zeta{:}$ Dodecaedro, terceiro corpo que representa a distância entre a esfera de Marte e o *Orbe Magno* que transporta a Terra com a Lua.

$\eta{:}\eta{:}$ *Orbe Magno*

$\theta{:}\theta{:}$ Icosaedro, que mostra a verdadeira distância entre a *Orbe Magno* e a esfera de Vênus.

$\iota{:}\,\iota{:}$ Esfera de Vênus.

$\chi\chi$: Octaedro mostrando a distância entre a esfera de Vênus e a de Mercúrio.

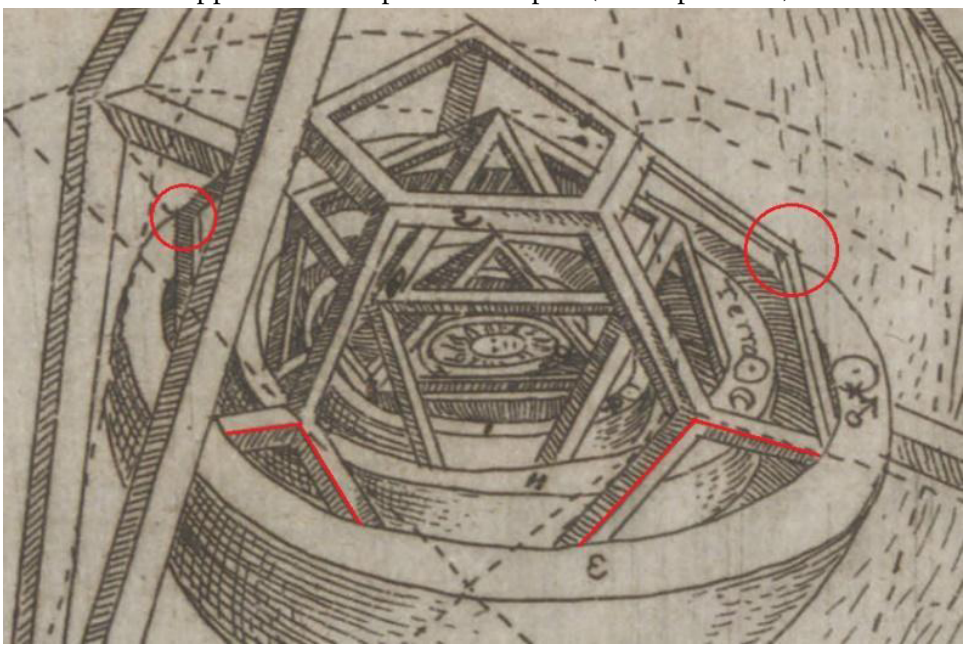
$\lambda{:}\lambda{:}$ Esfera de Mercúrio

$\mu{:}\mu{:}$ Sol, ou centro imóvel do Universo (KEPLER; BIALAS; CASPAR, 1938, p. 26-27, tradução nossa, grifos nossos).

Em cada esfera temos pequenos círculos que, segundo Field (2013, p. 41), não são epiciclos "pois o deferente não seria concêntrico com a esfera planetária". Sobre os círculos temos um "asterisco", que seria a representação do planeta que é visto no céu, isto é, como uma estrela. Ao lado do pequeno círculo da Terra, o ilustrador faz a representação com o uso da própria palavra, nos outros temos ainda seus respectivos símbolos (ou glifos) planetários. Note também que temos a Lua no *Orbe Magno*, conciliando a explicação feita na legenda.

Nessa leitura de conteúdo, algumas novas observações surgiram. A primeira é que o dodecaedro não está inscrito em sua esfera (perceba os vértices assinalados com uma circunferência na figura 4.4). Outro detalhe é que o *Orbe Magno* tem uma variação da espessura e em alguns pontos é possível notar a falta de simetria exigida nos poliedros em suas esferas (observe as arestas do dodecaedro, por exemplo).

Figura 4.4: Johannes Kepler. Fragmento de *Tabula III de Mysterium Cosmographicum*. Impresso por Georg Gruppenbach. Adaptado de Kepler (1596, p. 24-25)[10].



Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2021).

3º Passo: Análise das relações que envolvem a imagem: Autor x contexto x leitor

Segundo Andrews (2017), feitos em madeira ou papel, os modelos poliédricos eram usados como meios pedagógicos para se compreender Euclides e como ferramenta para o aprendizado da técnica de desenhos em perspectiva. Esse autor indica ainda que em uma citação de uma carta de Maestlin para Kepler, podemos encontrar a menção de que o pintor da Universidade desenhou o modelo. Se isso for verdade, *Tabula III* foi criada por Anton Ramsler (1560 –1607). Todavia, infelizmente, não temos informação precisa de que o artista tenha, de fato, ligação com visualizações astronômicas ou geométricas. Para Andrews (2017),

10. Cortesia: The Linda Hall Library of Science, Engineering & Technology.

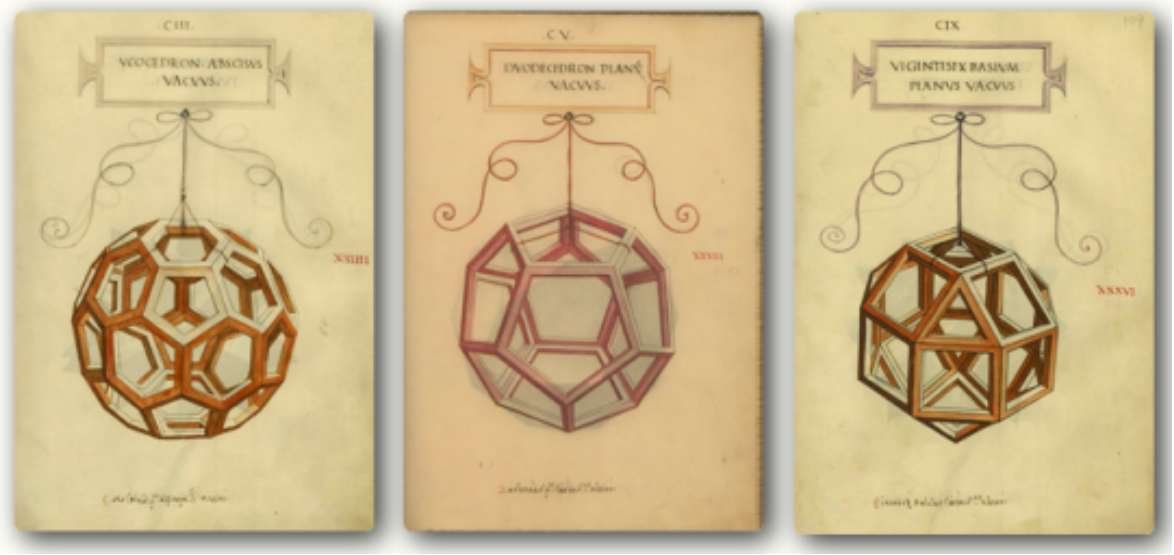
a omissão do nome do artista pode ser pelo motivo de não ser suficientemente importante para sua inclusão.

Sabemos com mais detalhes que Georg Gruppenbach (? - 1610) foi o impressor da obra e que Maestlin, com ampla experiência em publicações, foi o responsável por mediar o processo. Bastante interessante são os registros de alguns fatos sobre as dificuldades da impressão de alguns símbolos. Por exemplo, em uma carta, Maestlin escreve que a impressora não tem o símbolo, ⊕, usado para representar a Terra, e que, desse modo, substitui o símbolo pela palavra "Terra" (ANDREWS, 2017).

De modo geral, Gruppenbach parece ter visto na imagem uma possibilidade comercial (de ser vendida), independentemente do conteúdo astronômico do livro. O impressor, de fato, pensava na imagem como uma obra de arte e inclusive "enfatizou que tinha sido sua iniciativa pagar e publicar a folha larga, sublinhando que a página tinha sido 'Excudebat Tübingae Georgius Gruppenbachius'" (ANDREWS, 2017, p. 299). Essa frase pode ser observada ao pé da gravura.

Durante a época de Kepler, imagens de poliedros com o estilo de *Tabula III* eram bastante comuns e alguns autores chegaram a especular que ele (ou seu ilustrador) teria sido inspirado por esses modelos. Um exemplo disso são os desenhos de Leonardo da Vinci (1452-1519) para Luca Pacioli (1447-1517), em sua obra *De Divina Proportione* (figura 4.5).

Figura 4.5: Leonardo Da Vinci. *Three Polyedral*. Ilustrações para *De Divina Proportione* de Luca Pacioli. Veneza.



Fonte: Da Vinci (1494).

Field (2013) chama a atenção que assim como os poliedros de Leonardo, os de Kepler também são desenhados com certa espessura. Contudo, as representações para Kepler são entidades puramente matemática e ele não acredita na solidez das esferas celestes.

4º Passo: Análise interpretativa do leitor

A imagem, a nosso ver, possui um estilo muito atraente e engenhoso. Faz todo sentido que o impressor tenha vislumbrado comercializar a imagem até mesmo fora do contexto da obra de Kepler. A forma de encaixar uma esfera dentro da outra, com seus respectivos

poliedros, e assim obter relações entre os raios dos *orbes* fora, ainda que errônea, uma explicação de grande criatividade.

Sobre a imagem em si, a forma impressa do dodecaedro nos chamou atenção pela falta de rigor em não o inscrever dentro da sua própria esfera. Talvez, isso reflita, de fato, o que apresenta Andrews (2017), de que a imagem seja mais um empreendimento de Maestlin e Gruppenbach do que de Kepler.

A ilustração tem grande significado, representa, de certo modo, o início de uma nova jornada da ciência, em que se busca alcançar a verdade sobre os Céus, agora não mais como uma área essencialmente astronômica matemática, mas também com uma astronomia inclinada aos fenômenos do ponto de vista físico.

De modo geral, com a leitura, identificamos também muitos elementos que podem exemplificar uma ponte entre a Arte e a Ciência. Esses elementos ficam claros por meio da importância da imagem na construção das ideias. Também compartilhamos da hipótese de que Kepler tenha sido de alguma forma influenciado pela arte e gravuras da sua época.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É surpreendente vermos como uma imagem tão conhecida é ainda mais rica, quando observada com cuidado. Os detalhes, quando olhados de perto, revelam muito da tradição e simbologia da época. Também é impressionante o fato de encontrarmos alguns deslizes da simetria do desenho, ainda mais quando pensamos que a imagem pertence a uma obra de Kepler, um astrônomo e matemático altamente preciso e cuidadoso.

A visão de mundo de Kepler é baseada em sua crença em um Deus criador do mundo, um arquiteto, que mediu tudo de tal maneira que é possível pensar que a arte não tomou como exemplo a natureza, mas Deus, em sua criação, tomou a arte do homem como exemplo, antes mesmo de o homem ser criado. Kepler pensa fortemente em arquétipos divinos que são, em sua essência, a geometria presente nos planos de Deus, em que o Sol, localizado no centro do mundo, era o coração do Universo.

Foi no campo de sua imaginação geométrica teológica que Kepler começou e avançou em sua investigação sobre o mundo celeste, tendo em vista apoiar as hipóteses de Copérnico. A imagem aqui analisada representa essa iniciativa de apresentar elementos que apoiam a nova interpretação astronômica. Em termos aristotélicos, o estético explica as causas finais e formais da estrutura do mundo. Ainda que Kepler não tenha conseguido encaixar perfeitamente os cálculos e a construção das esferas com os dados disponíveis em sua época, é incrível a forma como construiu um modelo extremamente elegante e que chegou perto dos valores almejados.

Para finalizar, não podemos deixar de mencionar que este trabalho não esgota a imagem, certamente existem muitas outras perspectivas que ainda necessitam de maior aprofundamento.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Profa. Dra. Josie Agatha Parrilha da Silva pela oferta da disciplina "Análise Imagética: a imagem como documento", à Andreia Spanholi pelas valiosas sugestões que resultaram na melhora na redação final do texto e ao Jason W. Dean, vice-presidente de coleções especiais da *Linda Hall Library,* que gentilmente nos forneceu informações sobre a imagem.

REFERÊNCIAS

ANDREWS, N. Tabula III: Kepler's Mysterious Polyhedral Model. **Journal for the History of Astronomy**, v. 48, n. 3, p. 281–311, ago. 2017.

DA VINCI. Three polyhedral. Ilustrações para *De Divina Proportione* de Luca Pacioli. 1494. In: GREEN, D. **Luca & Leonardo –** The Divine Proportion and a life-long Renaissance friendship – Thinking 3D, 2018. Disponível em: <https://www.thinking3d.ac.uk/Pacioli1509/>. Acesso em: 19 jul. 2020.

DI LISCIA, D. A. **El concepto de causalidad y el desarrollo de una teoría cosmológica em Johannes Kepler.** Buenos Aires: [s.n.], 2007.

FIELD, J. V. **Kepler's Geometrical Cosmology**. [s.l.] Bloomsbury Publishing, 2013.

KEPLER, J.; **Prodromus dissertationum cosmographicarum:** Astronomy – Early Works, 1596. Disponível em: <http://lhldigital.lindahall.org/cdm/ref/collection/astro_early/id/16616>. Acesso em: 20 jul. 2020.

KEPLER, J.; BIALAS, V.; CASPAR, M. **Gesammelte Werke**. München: Beck, 1938. v. 1. (Johannes Kepler Gesammelte Werke, v. 1).

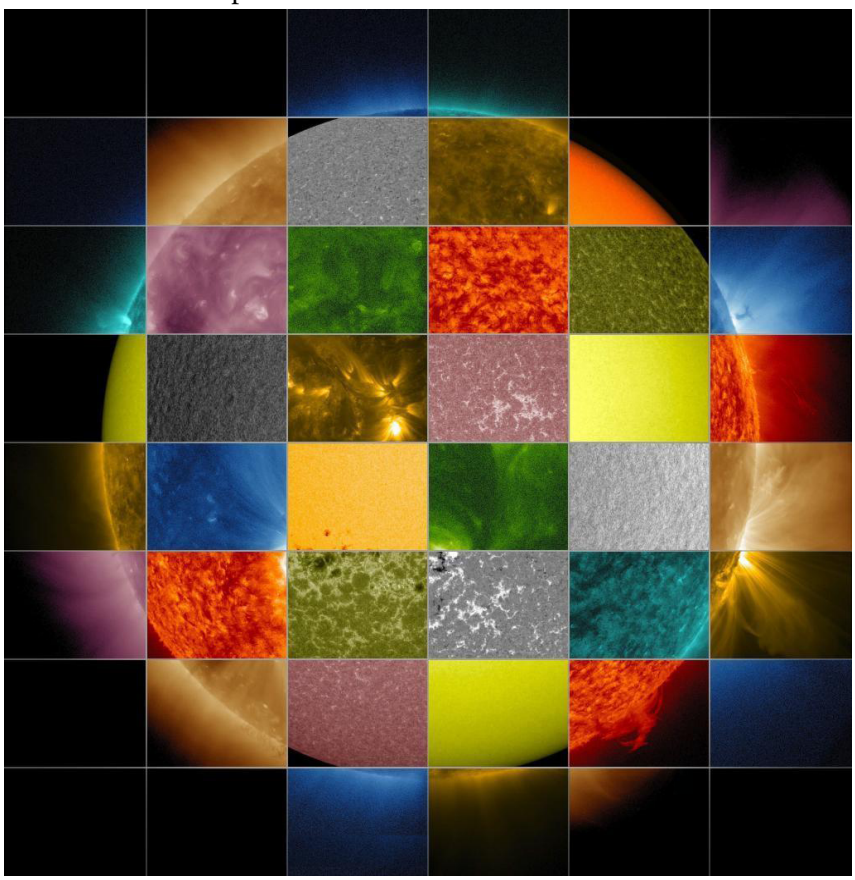
SILVA, J. A. P.; NEVES, M. C. D. Leitura de imagens como possibilidade de aproximação entre arte e ciência. **Em Aberto**, v. 31, n. 103, 28 dez. 2018. Disponivel em: <http://rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/emaberto/article/view/3257> Acesso em: 20 jul. 2020.

Capítulo 5

LEITURA DE IMAGEM INTERDISCIPLINAR – MONTAGEM DE FOTOS DO SOL EM DIFERENTES COMPRIMENTOS DE ONDA

Telma Augusta Diniz[1]
Michel Corci Batista[2]

Figura 5.1: NASA. *SDO Wavelength Graphics*. Montagem de fotos do sol em diferentes comprimentos de onda. Imagem feita a partir de dados do Solar Dynamics Observatory da NASA, mostrando a ampla gama de comprimentos de onda, invisíveis a olho nu



Fonte: NASA (2013).

1. Graduada em Ciências Biológicas (FAFIJAN), professora de Ciências e Biologia da Rede Estadual de Educação do Paraná, mestranda do PCM/UEM (Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática da Universidade Estadual de Maringá). E-mail: teaudin@gmail.com

2. Graduado em Física (UEM), Mestre em Educação para a Ciência e a Matemática (UEM), Doutor em Educação para a Ciência e a Matemática (UEM). Professor Adjunto da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). E-mail: michel@utfpr.edu.br

INTRODUÇÃO

A autora, Telma Augusta Diniz, é licenciada em Ciências Biológicas, com especialização em Biologia, mestranda do PCM/UEM, atua na área de Educação, desde 1994, lecionando na Educação Básica, nas disciplinas de Ciências e Biologia, pela Secretaria de Estado da Educação do Estado do Paraná. Sua pesquisa é na área de Formação de Professores voltada ao Ensino da Astronomia.

O co-autor, Dr. Michel Corci Batista, é graduado em Física pela UEM, mestre e doutor pelo PCM/UEM. É professor Adjunto do departamento de Física da UTFPR/Campo Mourão e professor permanente do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física (UTFPR - Campo Mourão), do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza (UTFPR - Londrina) e do programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática da Universidade Estadual de Maringá. Além disso, é representante da NASE (Network for Astronomy School Education) no Brasil.

A utilização de imagens na área de Ciências (Biologia, Física e Química) é uma ferramenta facilitadora do processo de ensino-aprendizagem, pois os conteúdos abordados tornam-se mais atrativos quando exemplificados a partir de imagens (filmes, fotografias, esquemas, mapas, torsos, representações etc.).

Este texto propõe analisar a utilização de uma imagem do Sol em diferentes comprimentos de onda, delimitando o estudo para a área do Ensino da Astronomia, visto que esse conteúdo desperta o interesse dos alunos e, quando associada ao uso de imagens, os influencia no processo de aprendizagem. Há uma gama de possibilidades ao trabalhar Astronomia, que vão desde a observação do cosmos a olho nu, com auxílio de instrumentos (lunetas, telescópios, binóculos), imagens e vídeos, além de softwares específicos para a observação astronômica.

O professor de Ciências, visto as possibilidades de abordagem dos conteúdos, em especial da Astronomia, deve adotar metodologias que propiciem a aquisição do conhecimento de forma clara e coesa. Para tanto, Bizzo (1998) mostra que o ensino de ciências precisa auxiliar os alunos nas suas tomadas de decisão, despertando inquietações sobre o mundo e uma postura mais crítica perante a realidade, na medida em que buscam explicações lógicas coletivamente construídas.

Portanto, a imagem escolhida para realizarmos a leitura, *Montagem de fotos do Sol em diferentes comprimentos de onda* (Figura 5.1), publicada no site da NASA em 22 de janeiro de 2013, nos permite perceber as técnicas de captação, que buscou destacar aspectos distintos da superfície e da atmosfera da nossa estrela, sob a ótica de vários comprimentos de onda. A leitura foi realizada a partir dos quatro passos propostos por Silva e Neves (2018), a saber: 1º passo: análise da forma; 2º passo: análise do conteúdo; 3º passo: análise das relações que envolvem a imagem (autor x contexto x leitor); e 4º passo: análise interpretativa do leitor.

ANÁLISE DA IMAGEM: MONTAGEM DE FOTOS DO SOL EM DIFERENTES COMPRIMENTOS DE ONDA

1º Passo: Análise da forma

A imagem foi produzida através de colagem pelo Solar Dynamics Observatory (SDO) da NASA, mostrando o Sol em diferentes comprimentos de onda. Além das imagens dessa sonda, também foram utilizadas imagens de outros instrumentos terrestres e espaciais que mostram informações magnéticas e Doppler.

Aparenta ser produção digital feita através de uma manipulação de várias fotos do mesmo tema/elemento: o Sol. Podendo também ser a união de fragmentos de várias fotos feitas com instrumentos diferentes e em momentos diversos, obtendo resultados diferentes.

Assim, essa imagem, apesar de ter a forma circular, é formada por diversas partes distintas: uma colagem de fragmentos, colocados, um ao lado do outro, fazendo com que eles se unam, dando continuidade, apesar de serem separados por uma finíssima linha branca. Cada retângulo da colagem apresenta cores, tonalidades e texturas distintas e extremamente desiguais, que se sobressaem em um fundo escuro. Uma marcação luminosa, com falhas, dá a ideia de um círculo. Em alguns pontos, o círculo parece indicar algum volume, mas não chega a formar uma esfera. Temos, portanto, diferentes formas e padrões aparentes em cada espaço retangular, que despertam a curiosidade sobre a superfície e atmosfera solar.

A imagem chama a atenção pela intensidade e alternância das cores em alguns mosaicos, mas, apesar de bidimensional, o jogo de cores entre tons claros e escuros (luz e sombra) transmite uma ilusão óptica de tridimensionalidade.

2º Passo: Análise do conteúdo

A imagem está no site da NASA (2017), em uma matéria intitulada *Sun Primer: Por que os cientistas da NASA observam o Sol em diferentes comprimentos de onda* (página traduzida para o Português), bem como em diversos outros sites que abordam essa reportagem. O texto, apesar de ser de fácil entendimento, é bastante técnico. Temos, assim, a imagem que apresenta o Sol com diferentes filtros, que foram utilizados pelos cientistas a fim de realizar a pesquisa sobre a superfície e atmosfera da estrela. Mesmo o Sol emitindo luz em diversas cores, há o predomínio da cor amarela, devido à atmosfera terrestre.

O Sol, como todas as estrelas, produz energia (ondas eletromagnéticas) a partir de um processo denominado "fusão nuclear". A maior parte das ondas eletromagnéticas produzidas pelo Sol encontra-se no intervalo da radiação infravermelha – cerca de 50%. Os outros 50% restantes são: 40% de luz visível (do violeta, que tem comprimento de onda de aproximadamente $\lambda = 4.10^{-7}$ m, ao vermelho, cujo comprimento de onda é aproximadamente $\lambda = 7.10^{-7}$ m) e cerca de 10% de radiação ultravioleta. Os instrumentos utilizados para esse registro ficam no espaço, portanto, não há a interferência da atmosfera terrestre, o que favorece a detecção dos diversos comprimentos de onda.

Esses comprimentos de onda foram observados pelo SDO (*Solar Dynamics Observatory*), que constitui um conjunto de instrumentos que fornecem observações que permitem uma

compreensão mais completa da dinâmica solar, nesse caso buscando enfatizar um aspecto específico da superfície ou atmosfera terrestres. Para realizar a colagem, foram utilizadas imagens do AIA (*Atmospheric Imaging Assembly*), que possibilitam aos cientistas observarem a movimentação do material solar em torno de sua atmosfera, e do HMI (*Helioseismic and Magnetic Imager*), que se concentra no movimento e nas propriedades magnéticas ocorridos na superfície da estrela.

Conforme afirma Langhi (2009, p. 152):

> As amostras astronômicas encontram-se a distâncias que não permitem o seu acesso físico, e o único modo de extrairmos e interpretarmos os dados a fim de elaborar modelos, se dá através da análise da única forma de informação que chega até a Terra: as radiações eletromagnéticas, principalmente, na faixa da luz visível.

O Sol já era representado pelos povos primitivos, sendo possível encontrar imagens representando o astro em pinturas rupestres. Já ocupou posições secundárias no passado, sendo mais um astro que orbitava a Terra, considerada o Centro do Universo (Teoria Geocêntrica). Mais tarde, após a revolução científica, o Sol torna-se o Centro do Universo (Teoria Heliocêntrica), e nesse sistema, a Terra e os demais astros o orbitam. Hoje sabemos que o nosso Sol, que concentra mais de 99% da massa do Sistema Solar, é uma estrela pequenina comparada à vastidão do Universo. O Universo, naquele momento histórico, é hoje apenas o que chamamos de Sistema Solar, e o Sol ocupa o centro desse sistema apenas, apesar de algumas teorias recentes questionarem essa centralidade. E nosso Sistema Solar é um ponto minúsculo em um dos "braços" da Via Láctea, nossa Galáxia.

A partir das observações e conhecimentos sobre a nossa estrela, os cientistas conseguem traçar a evolução estelar no universo. As estrelas, principalmente o nosso Sol, são responsáveis pela existência de tudo o que existe à nossa volta, inclusive do elementos que são anteriores à nossa existência, visto que somos resultado dos elementos químicos que são produzidos a partir da fusão nuclear no interior das estrelas, que podemos calcular, aproximadamente, ser superior a 10 sextilhões em todo o Universo.

3º Passo: Análise das relações que envolvem a imagem: Autor x contexto x leitor

A civilização humana busca, desde os primórdios, explicação para a origem de todas as coisas, em especial para a origem do Universo.

Essa imagem foi produzida por instrumentos da NASA, com o intuito de demonstrar como as observações do Sol, em diferentes comprimentos de onda, ajudam a destacar diferentes aspectos tanto da superfície quanto da atmosfera da estrela.

A luz irradiada pelo Sol, quando observada a olho nu, pode variar de tons amarelados, alaranjados ou avermelhados, dependendo da posição do astro no céu. Os instrumentos especializados, como os telescópios (tanto terrestres como espaciais), ao contrário, conseguem captar diferentes comprimentos de onda que podem fornecer informações relevantes em relação à superfície e atmosfera do Sol, o que permite a visualização das mudanças e variações ocorridas. Dessa forma, os cientistas podem rastrear como as partículas e o calor se comportam.

Essas observações da nossa estrela são utilizadas para um melhor entendimento dos eventos que ocorreram, ocorrem e podem ocorrer, corroborando para que o homem

consiga, aos poucos, desvendar o passado do Universo e entender o que ocorre em outros sistemas/galáxias.

A partir de imagens capturadas pelo SDO (*Solar Dynamics Observatory*), os cientistas conseguem compreender, de forma mais completa, a dinâmica solar. Os dados coletados são processados, analisados, arquivados e veiculados pelas equipes científicas.

Lançado em 11 de fevereiro de 2010, o SDO inclui três instrumentos: EVE (experimento ultravioleta de extrema variabilidade); HMI (Helioseismic and Magnetic Imager); e AIA (Atmospheric Imaging Assembly). Eles auxiliam o entendimento de conteúdos relacionados à Astronomia, pois, de acordo com Shipman (1990 apud LANGUI, 2009, p. 152), a astronomia é uma ciência basicamente visual, e, por essa razão, precisa fazer uso de figuras, fotos, vídeos e maquetes como recursos didáticos apropriados ao seu ensino.

4º Passo: Análise interpretativa do leitor

O Sol sempre despertou muita curiosidade e já foi representado por artistas como: Tarsila do Amaral, em o "Sol Poente" (óleo sobre tela, com dimensões de 54 cm x 65 cm, criado em 1929); e Willian Blake, em "O Ancião dos Dias" (Ancyent of Days), publicado, como o frontispício, na obra "Europe a Prophecy", em 1794 (aquarela de 23,3 cm x 16,8 cm).

O Sol é a fonte de energia que regula a vida na Terra, e é a partir dele que se desenvolvem as condições apropriadas para a sobrevivência e a evolução dos seres humanos, da fauna e da flora. Em um contexto mais atual, podemos inclusive gerar energia elétrica a partir da radiação emitida pelo Sol, o que nos permite um entendimento mais interdisciplinar do mesmo, possibilitando um olhar para ele a partir de uma perspectiva CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente).

A relação dos alunos com essa imagem, e o que ela representa em termos de tecnologia, pode instigá-los a buscar novos conhecimentos, além de conseguirem compreender que o saber não é fragmentado, ao contrário, um está interligado ao outro, caracterizando-se como interdisciplinar. É possível, também, oportunizar aos alunos uma alfabetização visual, desde que, recorrendo a Dondis (2003, p. 227), "[...] ultrapassem os poderes visuais inatos do organismo humano, além das capacidades intuitivas em nós programadas para a tomada de decisões numa base mais ou menos, e das preferências pessoais e dos gostos individuais".

Portanto, a imagem utilizada pode ser apresentada aos alunos do 9º ano, do Ensino Fundamental II, na disciplina de Ciências, permitindo-lhes perceber a relação entre os conteúdos. Ou seja, permitindo que percebam que não é possível fragmentar o saber, a partir de um trabalho interdisciplinar que contemple a Astronomia, a Física, a Biologia e a Química.

Propomos que essa temática possa ser abordada através da imagem aqui apresentada, a partir das unidades temáticas propostas pela BNCC (BRASIL, 2017, p. 351), Terra e Universo e Matéria e Energia, contemplando as seguintes habilidades:

> (EF09CI04) Planejar e executar experimentos que evidenciem que todas as cores de luz podem ser formadas pela composição das três cores primárias da luz e que a cor de um objeto está relacionada também à cor da luz que o ilumina.

> (EF09CI05) Investigar os principais mecanismos envolvidos na transmissão e recepção de imagem e som que revolucionaram os sistemas de comunicação humana.
>
> (EF09CI06) Classificar as radiações eletromagnéticas por suas frequências, fontes e aplicações, discutindo e avaliando as implicações de seu uso em controle remoto, telefone celular, raio X, forno de micro-ondas, fotocélulas etc.
>
> (EF09CI07) Discutir o papel do avanço tecnológico na aplicação das radiações na medicina diagnóstica (raio X, ultrassom, ressonância nuclear magnética) e no tratamento de doenças (radioterapia, cirurgia ótica a laser, infravermelho, ultravioleta etc.).
>
> (EF09CI17) Analisar o ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta.

Estas habilidades, entretanto, precisam ser desenvolvidas a partir de um trabalho colaborativo com os alunos, já que, segundo a BNCC (BRASIL, 2017, p. 331):

> É preciso oferecer oportunidades para que eles [os alunos], de fato, envolvam-se em processos de aprendizagem nos quais possam vivenciar momentos de investigação que lhes possibilitem exercitar e ampliar sua curiosidade, aperfeiçoar sua capacidade de observação, de raciocínio lógico e de criação [...].

Tais considerações nos levam a crer que a escolha da imagem propiciará novas oportunidades de reflexão interdisciplinar, pois, segundo Percy (1996 apud LANGHI, 2009, p. 106), a Astronomia:

> [...] está profundamente enraizada na história, possui aplicações práticas para o dia a dia, contribui para a evolução de outras ciências, tais como a física e a química, revela um universo que promove curiosidade, admiração, imaginação, desenvolvendo o senso de exploração e descoberta, envolve os estudantes com o método científico, atraindo-os assim para se interessar em ciências.

A Astronomia, portanto, é um campo de pesquisa que integra diversos saberes, possibilitando que os estudantes possam ter contato com as Ciências da Natureza de um modo mais geral.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Consideramos importante o uso de imagens no ensino de Ciências, especialmente no Ensino da Astronomia. Desta forma, a imagem utilizada para esta leitura apresenta uma gama de informações que podem ser abordadas, de forma interdisciplinar, abrangendo conteúdos da Astronomia, da Física, da Química, da Biologia e de outras áreas do saber.

Segundo Marandino (s/d), na ciência as representações utilizando imagens sempre foram muito importantes, bem como o uso das técnicas artísticas atreladas ao rigor científico corrobora com o desenvolvimento e a disseminação dos conhecimentos científicos.

Assim, podemos salientar que o uso de recursos imagéticos pode contribuir para a aquisição e assimilação de conteúdos, facilitando a abstração do conhecimento, podendo

contribuir ainda para a superação de uma visão de ensino fragmentada e descontextualizada da realidade.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular** (BNCC). Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>Acesso em: 23 jun. 2020.

BIZZO, N.**Ciências:** fácil ou difícil? São Paulo: Ed. Ática, 1998.

DONDIS, Donis A. **Sintaxe da Linguagem Visual**. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

LANGHI, R. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental:** repensando a formação de professores. p. 10-153-155, 2009. 370 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru.

MARANDINO, M. **O uso das Imagens na Ciência no ensino e na divulgação da Ciência**. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/359514/mod_resource/content/1/Texto%206%20-%20Marandino.%20imagens%20no%20EC%20e%20na%20DC%20final.pdf>. Acesso em: 04 out. 2021.

NASA. National Aeronautics and Space Administration (Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço). **SDO Wavelength Graphics.** Colagem de imagens solares feitas a partir de fotografias tiradas pelo Solar Dynamics Observatory (SDO) da NASA e outros instrumentos terrestres e espaciais. 2013, atualizado em 2017. Disponível em: <https://svs.gsfc.nasa.gov/11071>. Acesso em: 23 jun. 2020.

SILVA, J. A. P.; NEVES, M. C. D. Leitura de imagens como possibilidade de aproximação entre arte e ciência. **Em Aberto**, Brasília, v. 31, n. 103, p. 23-38, set./dez. 2018. Disponível em: <http://rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/emaberto/article/view/3257/2992>. Acesso em: 27 jun. 2021.

Capítulo 6

LEITURA DE IMAGEM INTERDISCIPLINAR – HOMENAGEM AOS MORTOS PELO CORONAVÍRUS

William Leite Gildo[1]

Figura 6.1: Medeiros. *Homenagem aos mortos pelo coronavírus*. Jornal digital: A Gazeta.



Fonte: Medeiros (2020).

INTRODUÇÃO

A imagem apresentada reflete o momento social mais crítico e triste que vivenciamos neste século, tema que este autor acompanha com muita atenção, pois se relaciona diretamente com sua área de formação e atuação. O autor desta análise atua como professor de Ciências e Biologia, graduado em Ciências Biológicas e discente do curso de Mestrado, do Programa

1. Formado em Ciências Biológicas e mestrando do Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência e a Matemática (PCM), pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). E-mail: gildo.w.l@gmail.com

de Pós-graduação em Educação para a Ciência e a Matemática (PCM), pela Universidade Estadual de Maringá (UEM).

A imagem aqui apresentada foi retirada de um jornal do Espírito Santo, *A Gazeta* (Figura 6.1). Esse veículo de informação também disponibiliza suas colunas de forma digital, acessível pelo endereço: www.agazeta.com.br. A matéria é datada de 16 de novembro de 2020 (segunda-feira), porém, o ato representado na imagem ocorreu em 21 de junho de 2020.

Para a análise de imagem utilizou-se o método de leitura e análise interdisciplinar de imagens, proposto por Silva e Neves (2018). Que consiste em quatro etapas bem definidas, a saber: *análise da forma:* uma descrição referente a qualidade e forma da imagem, cor, traço, ponto, linha, etc*; análise do conteúdo:* uma descrição dos conteúdos/eventos representados pela imagem*; análise das relações que envolvem a imagem (autor x leitor x contexto):* um levantamento sobre a origem da imagem e seu respectivo contexto, assim como as possíveis intenções do autor da imagem*; análise interpretativa do leitor:* no final, a análise termina com a interpretação do leitor, a partir dos dados discutidos nas etapas anteriores, e sua conclusão.

ANÁLISE DA IMAGEM: HOMENAGEM AOS MORTOS PELO CORONAVÍRUS

1º Passo: Análise da forma

A figura 1, intitulada: *Homenagem aos mortos pelo coronavírus,* é uma fotografia em cores, com boa qualidade. Dentre os componentes representados na foto, destacam-se as cruzes enfiadas na areia e os amontoados de areia abaixo delas. Essa composição caracteriza um cemitério com vários túmulos na praia. Pela distribuição dos túmulos, é possível inferir um total de 120 (cento e vinte), alinhados em 12 (doze) colunas com 10 (dez) túmulos cada.

A presença de uma pequena fração do mar na parte superior da imagem é uma técnica usada tanto na fotografia como em outras linguagens artísticas, com a finalidade de dar pistas sobre o que poderia aparecer como complemento da composição. Isso e o cenário dramático, representado pelos túmulos, potencializam as emoções e os sentimentos do leitor sobre a imagem.

2º Passo: Análise do conteúdo

A imagem transmite um cenário pesado, triste e preocupante, referente a um dos maiores desafios sanitários em escala global deste século, a pandemia de SARS-CoV-2 (popularmente chamada de COVID-19), causada pelo novo coronavírus (WERNECK; CARVALHO, 2020). A imagem refere-se a um local que é constantemente visto com muitas pessoas, associado ao lazer, descanso e férias de verão, mas que na fotografia é representado como um cemitério. As cruzes enfiadas na areia remontada, evidenciam 120 (cento e vinte) enterros simultâneos, que implicam em mais de uma centena de famílias lidando com o luto. Nesse sentido, a imagem consegue representar, de forma condizente, o contexto vivenciado pelas

pessoas durante a pandemia de COVID-19, onde muitas famílias sentiram a dor do luto em simultâneo, havendo dias em que mais de 4 mil pessoas morreram em 24 horas no Brasil.

O isolamento social também é representado na imagem, afinal, a praia se encontra vazia em um final de semana ensolarado e quente, assim como outros locais públicos, como parques e praças também aderiram ao *lockdown*, na tentativa de minimizar a aglomeração de pessoas, medidas que afetam diretamente o turismo e a renda de diversas atividades envolvidas com o aumento do fluxo de turistas no verão (GARBUIO; RIBEIRO, 2020).

A homenagem retratada na imagem, também apresenta uma crítica à maneira com a qual o governo federal, e seus líderes, lidavam com a saúde, em destaque o presidente da república que frequentemente minimizava a gravidade da pandemia, se posicionava contra as medidas de isolamento e incentiva manifestações contra o *lockdown* (CAMPOS, 2020).

Deste modo, a figura retrata uma homenagem, em um contexto controverso, envolvendo aspectos políticos, econômicos e sociais. Essa complexidade potencializa discussões profundas e polêmicas envolvendo eventos contemporâneos e locais, relacionado às implicações da pandemia no Brasil.

3º Passo: Análise das relações que envolvem a imagem: Autor x contexto x leitor

O autor da fotografia é o fotógrafo Ricardo Medeiros, e a imagem é apresentada em uma matéria do jornal *A Gazeta,* pela autora Larissa Avilez. O contexto ao qual a fotografia foi tirada refere-se a uma homenagem realizada na praia de Camburi, Vitória (ES), no dia 16 de novembro de 2020, em solidariedade aos mortos pela COVID-19. Neste dia, o Brasil havia quebrado mais um recorde de mortes pela enfermidade, mais de 1.100 (mil e cem) mortes em 24 horas, com um total próximo a 60.000 (sessenta mil) óbitos. A autora da reportagem ainda comparou o número de mortes da COVID-19 ao número de assassinatos do ano anterior, 2019 (AVILEZ, 2020). A população vivenciava um período de quarentena rigorosa, onde apenas os serviços essenciais mantinham a atividade, o restante da população era instruída a permanecer dentro de suas casas, evitando contato próximo com outras pessoas, incluindo familiares.

Como a fotografia foi publicada em um jornal, o leitor espera notícias e informações sobre a pandemia, e esses dados são trazidos pelo texto da reportagem. O aumento do número de mortes e novos casos é coerente com o enfoque reflexivo e dramático trazido pela imagem. Assim, ela corresponde com as informações trazidas pela matéria, além de proporcionar ao leitor um significado vivo e representativo dos números apresentados pelo texto.

4º Passo: Análise interpretativa do leitor

De modo geral, a fotografia apresenta uma boa resolução e qualidade. Em relação ao seu conteúdo, a foto captura um momento de homenagem aos mortos pela COVID-19, em meio a um crescente aumento de infectados, o que resulta em um número cada vez maior de mortes pela doença no país. A imagem consegue passar ao menos quatro representações: a primeira se refere à taxa elevada de mortes, caracterizados pelas covas enterradas e as cruzes enfiadas na areia da praia; o segundo aspecto refere-se ao local que está ocorrendo a homenagem,

uma praia praticamente vazia, algo impensável em situações normais; o terceiro ponto está relacionado à quantidade de túmulos representadas na imagem, ao todo 120 (cento e vinte) túmulos; por fim, a foto transmite um sentimento de preocupação, angústia e tristeza, por conta do tema fúnebre explorado na homenagem, o que contribui para uma conscientização da população em relação ao enfrentamento à pandemia.

Também podemos destacar aqui o potencial crítico com que essa representação pode repercutir na política e nas atitudes dos governos no enfrentamento ao vírus, e até mesmo na falta de solidariedade e sensibilidade de líderes políticos para com as famílias enlutadas. Assim como o texto de Campos (2020), a imagem também denuncia a forma irresponsável e dissimulada com que os governos, principalmente o governo federal, lidaram com os momentos críticos da pandemia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise interdisciplinar da imagem, é possível inferir que ela se encontra inserida dentro de um contexto apropriado, coerente com as informações e dados apresentados pelo texto, sobretudo, ela consegue representar o significado dos números de mortos pelo coronavírus apresentados na reportagem. Essa representação visual, que a imagem atribui aos números, potencializa a reflexão do leitor sobre o contexto vivenciado.

A imagem apresenta outro potencial crítico, que não foi apresentado pelo texto da reportagem, referente ao contexto político e à falta de sensibilidade das declarações do presidente da república e demais representantes do governo, às famílias enlutadas. Além da forma irresponsável com que o governo federal lidou com os momentos mais críticos da pandemia.

REFERÊNCIAS

AVILEZ, Larissa. Mortes por coronavírus superam o dobro de assassinatos de 2019 no ES, 2020. **A Gazeta – Brasil**. Disponível em: <https://www.agazeta.com.br/es/cotidiano/mortes-por-coronavirus-superam-o-dobro-de-assassinatos-de-2019-no-es-0720>. Acesso em: 16 jul. 2020.

CAMPOS, Gastão Wagner de Sousa. O pesadelo macabro da Covid-19 no Brasil: entre negacionismos e desvarios. **Trabalho, Educação e Saúde**. 2020, v. 18, n. 3. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-7746-sol00279>. Acesso em 04 jan. 2021

GARBUIO, M. E. M. da S.; RIBEIRO, E. A. W. A COVID-19 e sua influência no comportamento e fruição das praias marítimas urbanas de Balneário Camboriú, Santa Catarina, Brasil. **Revista Turismo em Análise**, v. 31, n. 3, p. 455-476, 2020. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/rta/article/view/173153. Acesso em: 02 jan. 2022.

MEDEIROS, Ricardo. Homenagem aos mortos pelo coronavírus. **Jornal digital A Gazeta**, 2020. Disponível em: <https://www.agazeta.com.br/es/cotidiano/mortes-por-coronavirus-superam-o-dobro-de-assassinatos-de-2019-no-es-0720> Acesso em: 04 jan. 2021.

SILVA, J. A. P.; NEVES, M. C. D. Leitura de imagens como possibilidade de aproximação entre arte e ciência. **Em Aberto**, Brasília, v. 31, n. 103, p. 23-38, set./dez. 2018. Disponível em: <http://rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/emaberto/article/view/3257/2992>. Acesso em: 27 jun. 2021.

WERNECK, Guilherme Loureiro; CARVALHO, Marilia Sá. Pandemia de COVID-19 no Brasil: crônica de uma crise sanitária anunciada. **Cadernos de Saúde Pública**. v. 36, n. 5, e00068820. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00068820>. Acesso em: 02 jan. 2022.

Parte II

LEITURA DE IMAGEM INTERDISCIPLINAR COM ENFOQUE CTS



Capítulo 7

LEITURA DE IMAGEM INTERDISCIPLINAR COM ENFOQUE CTS (CIÊNCIA/ TECNOLOGIA/ SOCIEDADE) – RELEITURA DA OBRA *OPERÁRIOS*, DE TARSILA DO AMARAL

Fernanda Mendes Ferreira[1]
Daniele Francine Machado[2]
Izauriane Rodrigues Jagas Neves[3]
Jordana Maria Lopes[4]

Figura 7.1: Amaral. *Operários*. Óleo sobre a tela, 150cm x 205cm. Acervo do governo do Estado de São Paulo.



Fonte: Amaral (1933).

1. Licenciada em Ciências Biológicas, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECEM) na Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). E-mail: fernandamf947@gmail.com

2. Licenciada em Ciências Biológicas, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECEM) na Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). E-mail: danielefranmestrado@gmail.com

3. Licenciada em Matemática, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECEM) na Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). E-mail: izauriane@gmail.com

4. Licenciada em Química, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECEM) na Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). E-mail: jordana.maria.lopes0@gmail.com

Figura 7.2: Releitura da obra "Operários" de Tarsila do Amaral. Autor e ano desconhecidos.



Fonte: Anota Bahia (2020).

INTRODUÇÃO

A leitura de imagens é uma prática constante em nosso dia a dia, mas que nem sempre vem atribuída a uma análise mais ampla e detalhada. Para tanto, Santaella (2012) define que o leitor é todo aquele que além da leitura escrita, também tem a capacidade de ler imagens e assim não se limita apenas em decifrar letras, estabelecendo relações entre a imagem e a escrita. A partir disso, Santaella (2012) define vários tipos de leitores para várias formas de imagens, ao refletir sobre as imagens que nos cercam, tais como: os sinais e signos que observamos nas ruas da cidade, presentes no trânsito, placas de localização, semáforos, bem como nos televisores, cinema, vídeo, internet, fotografia, desenho, esculturas, pinturas, gráficos, mapas, entre outros.

Diante desse contexto, temos a imagem como sendo tudo aquilo que nos cerca, e que podemos identificar de forma concreta (SANTAELLA, 2012), mas como realizar uma análise dessas imagens? De acordo com Silva e colaboradores (2020), para realizarmos uma análise de imagem é necessário fazer a leitura desta imagem. Essa leitura é entendida pelos autores como "a capacidade de codificá-la, de interpretá-la, enfim, empreender uma busca para compreendê-la" (SILVA et al. 2020, p.151). Neste sentido, na busca por essa compreensão é que este trabalho se estrutura, ao apresentar a possibilidade de se discutir a obra original *Operários* (Figura 7.1), feita no ano de 1933, em relação à época e ao contexto em que ela foi criada, em paralelo à releitura (Figura 7.2) dessa pintura, elaborada em forma de desenho (autor desconhecido) ao que tudo indica, por conta das suas características, ser recente, de 2020 até os dias atuais.

O motivo da escolha se deu principalmente pelas inúmeras reflexões que a obra original proporcionou em seu tempo e por considerarmos que a releitura realizada permite retomar as reflexões da obra original, correlacionando-as ao contexto atual da pandemia ocasionada

pela COVID-19, o qual estamos vivenciando. Sendo, assim, uma importante ferramenta de reflexão política, social, cultural e ética.

Além disso, considerou-se para a escolha desta obra a possibilidade de integração das diferentes áreas de formação das autoras da presente leitura de imagem. Todas as autoras são mestrandas do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECEM) da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) - PR.

A autora Fernanda Mendes Ferreira tem formação inicial em Ciências Biológicas pela UEPG e segunda licenciatura em pedagogia pela UNINTER, sendo que atualmente é bolsista CAPES do PPGECEM, desenvolvendo pesquisas no campo da Avaliação Educacional e formação inicial de professores em Ciências Biológicas.

A autora Daniele Francine Machado tem formação inicial em Ciências Biológicas pela UEPG, Especialização em Anatomia Funcional, Docência no Ensino Superior, e Gestão Ambiental pela Faculdade Futura, além de Segunda Licenciatura em Pedagogia pela Faculdade UNINTER em andamento. Atualmente é discente do PPGECEM, desenvolvendo pesquisa na área de Formação de Professores, tendo interesse pela área de Ensino de Ciências e Tecnologias nas relações com a sociedade.

A autora Jordana Maria Lopes tem formação inicial em Licenciatura em Química pela UEPG, atualmente é bolsista CAPES do PPGECEM, desenvolvendo pesquisas relacionadas ao Estágio Curricular Supervisionado do curso de Licenciatura em Química da UEPG.

A autora Izauriane Rodrigues Jagas Neves tem formação inicial em Licenciatura em Matemática pela UEPG, atualmente é bolsista CAPES do PPGECEM, desenvolvendo pesquisas relacionadas aos impactos da pandemia no trabalho de professores do Estado do Paraná.

Ao considerar estas áreas de formação, encontramos na obra *Operários*, de Tarsila do Amaral, uma possibilidade de integrar conhecimentos de Biologia, Matemática e Química em uma Leitura Interdisciplinar da imagem, como ferramenta em potencial no Ensino de Ciências.

A obra *Operários*, da pintora Tarsila do Amaral, foi criada em 1933 e atualmente pertence ao acervo do Governo do Estado de São Paulo, encontrando-se exposta no Palácio Boa vista. A foto da obra pode ser consultada e está disponível para download no portal do governo de São Paulo. Já a releitura da obra, aqui apresentada, encontra-se disponível em vários sites, porém não encontramos informações a respeito do(a) autor(a) da obra e nem da data em que foi criada.

A leitura de imagem que segue tem como base os passos descritos na proposta de Leitura de Imagem Interdisciplinar (LI^2) apresentada por Silva e Neves (2018) e adaptada ao enfoque CTS por Silva e colaboradores (2020), a qual é constituída por quatro passos: 1º análise da forma; 2º análise de conteúdo; 3º análise das relações que envolvem a Imagem: autor x contexto x leitor; e 4º e último passo a análise interpretativa. A análise realizada de acordo com estes passos é apresentada na sequência.

ANÁLISE DA IMAGEM: RELEITURA DA OBRA OPERÁRIOS DE TARSILA DO AMARAL

1º Passo: Análise da forma

A obra *Operários* é um quadro com tamanho de 150cm x 205cm, a qual utiliza como técnica óleo sobre tela. É possível identificar no quadro alguns elementos básicos da comunicação visual, tais como: ponto, linha, cor, forma, textura, escala, dimensão (elementos descritos e baseados nos estudos de Dondis, 1997). Percebe-se, na imagem retratada no quadro, a junção de pontos formando linhas para representar rostos de pessoas. Identifica-se diferentes contornos que representam a boca, nariz, olhos, orelhas e cabelos. Os rostos estão representados de forma sobreposta no quadro, à disposição de pirâmide.

Ao fundo da imagem, percebe-se retângulos e quadrados que vão formando algumas construções, ao que tudo indica serem indústrias e/ou fábricas. Há também a presença de uma forma cilíndrica que, por conta das formas circulares representadas acima dela, nos dão indícios de serem chaminés eliminando fumaça.

Em relação às cores, percebem-se diferentes tonalidades de marrom e amarelo, indicando diferentes tonalidades de pele. São usadas também diferentes tonalidades para representar os cabelos, os quais se apresentam de diferentes formas, uns mais longos, outros mais curtos, uns mais volumosos, outros um pouco menos.

Alguns rostos são representados com chapéus, alguns com barba, outros com uma burca. Percebe-se que são representados rostos femininos e masculinos com diferentes traços e feições.

Ao fundo da imagem, as figuras são pintadas com diferentes tons de cinza e com um fundo azul. As cores utilizadas são cores frias, o que traz o sentimento de um clima sombrio e triste.

Na releitura da imagem retratada no quadro, percebe-se que o(a) autor(a) trouxe os mesmos elementos que Tarsila representou na obra original. Um dos detalhes que a diferencia é que estes rostos aparecem com uma máscara branca. Alguns rostos estão com a máscara cobrindo nariz e boca, em outros está cobrindo apenas a boca e tem um rosto que a máscara está nos olhos. Na releitura, a imagem está com um contraste maior, o que faz com que fique menos escura do que a obra original, passando um sentimento de apatia.

A imagem da releitura apresenta dimensão de 577 pixels x 325 pixels. Nas duas obras é possível identificar cinquenta e um rostos representados sem corpo.

2º Passo: Análise do conteúdo com enfoque CTS

O quadro original data de 1933, período em que o Brasil foi governado pelo Presidente Getúlio Vargas, retratando o cenário da industrialização no país, que após a crise de 1929 passou a investir na indústria, principalmente no setor têxtil e metalúrgico, sendo marcado pela construção de rodovias. Igualmente, o governo "se preocupou com a produção do álcool

visando diminuir a dependência do país do petróleo importado. Em 1931 ele aprovou uma lei obrigando o uso do álcool na gasolina" (ARVIN-RAD et al., 1997, p.131).

Além do contexto de pós Primeira Guerra Mundial e do incentivo do governo, o Estado de São Paulo também se mostrava um ambiente favorável ao crescimento da indústria, pois dispunha de mão de obra estrangeira qualificada, resultado de políticas de imigração e colonização (SUZIGAN, 1971). Este contexto favoreceu a industrialização no Brasil, em especial no Estado de São Paulo.

Este cenário econômico é retratado no quadro *Operários*, onde são registrados cinquenta e um rostos sobrepostos dos quais o corpo não é definido. Estes semblantes sobrepostos representam a massificação do trabalho e as más condições de vida da cidade. Além disso, os rostos são de etnias diferentes, o que vai ao encontro do momento histórico do Brasil, em que diversos imigrantes chegam ao país e se submetem a cargas de trabalho exaustivas e em condições precárias. Lembrando que até 1943 não haviam as Leis Trabalhistas (SUZIGAN, 1971).

Este cenário de exploração também está retratado nas faces cansadas e tristes dos operários, demonstrando sua falta de perspectiva frente ao contexto econômico e político da época. Os olhos de todos os trabalhadores estão voltados para frente, eles não olham uns para os outros, reafirmando novamente o cansaço destes trabalhadores.

Graças à tecnologia atual, temos máquinas que são capazes de realizar o mesmo trabalho que os operários, evitando o esforço repetitivo, aumentando a produção e reduzindo a necessidade de mão de obra. O que representa uma evolução na tecnologia e nas condições de trabalho, visto que em 1943 surge a Consolidação das Leis Trabalhistas. No quadro, os rostos são representados dispostos na forma de pirâmide e a fábrica que está mais ao fundo pode indicar uma hierarquia presente na organização das funções dos trabalhadores nestes locais. Tais aspectos podem representar a importância que a indústria possui tanto no quadro, quanto na economia do Brasil.

À luz da releitura do quadro, ao dispor as máscaras sobre as faces, é possível perceber que ela se deu de 2020 para os dias atuais, pois em fevereiro de 2020 a Organização Mundial da Saúde (OMS) deflagrou situação de crise sanitária mundial causada pela COVID-19, e começou a implementar medidas sanitárias, sendo: inicialmente, distanciamento social e uso de álcool em gel e, posteriormente, o uso de máscaras.

A releitura traz a questão da massificação do trabalho, agora em um contexto de aglomeração em meio à pandemia, pois muitos trabalhadores precisam enfrentar situações de aglomeração para realizar seu trabalho, como, por exemplo, ao utilizar o transporte público e até mesmo em seu ambiente de trabalho. Este contexto nos remete ao quadro, recordando a desigualdade de condições dos operários frente às questões financeiras, pois nem todos os trabalhadores podem aderir a este isolamento social.

Outro aspecto que se manteve na releitura foi o rosto cansado das pessoas, pois, diante de uma grande adaptação e do risco que a pandemia representa, a perda de entes queridos

e muitos contaminados, gera uma sensação de apreensão, medo e insegurança, além da preocupação de se contaminar e contaminar as pessoas amadas a sua volta.

Nota-se, na imagem, alguns rostos nos quais a máscara está sendo utilizada de modo incorreto, o que parece ser uma sátira do(a) autor(a), pois retrata a dificuldade que alguns têm em usar a máscara corretamente. Este fato expõem a cultura da falta de cuidado, da propagação de informações incorretas, sem embasamento científico, por meio das chamadas *fake news,* característico do período negacionista que pode ser identificado na atualidade.

Além do fato da utilização incorreta das máscaras, é possível levantar a problemática em relação à falta de conhecimento biológico sobre os vírus e a forma como estes sofrem mutações e podem contaminar um número elevado de pessoas. Grande parte da população não consegue compreender a importância da lavagem correta das mãos, do uso de álcool em gel e do distanciamento social para diminuir a propagação do vírus.

Os vírus apresentam muitas particularidades que intrigam a comunidade científica, uma delas é o fato de que necessita de uma célula hospedeira para se multiplicar, o que levanta a questão: é um organismo vivo ou não? Além disso, são organismos muito pequenos, tornando-se impossível visualizá-los até mesmo por meio do microscópio óptico. Foram os avanços da Biologia Molecular, nos anos de 1980 e 1990, que permitiram a identificação de vários novos vírus, incluindo o vírus da imunodeficiência humana (HIV) e o coronavírus associado à síndrome respiratória aguda severa (SARS) (TORTORA; FUNKE; CASE, 2012).

Alguns estudos e a invenção do microscópio eletrônico permitiram que tivéssemos algumas informações sobre a biologia dos vírus, como: que eles contêm um único tipo de ácido nucleico (ou DNA ou RNA), além de um invólucro proteico (que às vezes é recoberto por um envelope de lipídios, proteínas e carboidratos) que envolvem o ácido nucleico; que eles se multiplicam no interior de células vivas, por meio da síntese celular; e que induzem a síntese de estruturas especializadas na transferência do ácido nucleico viral para outras células (TORTORA; FUNKE; CASE, 2012). É a partir do conhecimento dessas características que se pode definir estratégias de prevenção da doença, como: a eficácia de alguns tipos de álcool, o uso da água e sabão para lavagem das mãos e o uso das máscaras.

Além disso, as políticas de enfrentamento à pandemia devem ser baseadas em estudos epidemiológicos. Utiliza-se modelos matemáticos para estimar o número de casos em diversos cenários, como, por exemplo, para que os responsáveis possam determinar o número de vagas em Unidades de Terapia Intensiva (UTI) necessárias em determinadas regiões. Ao observar a tendência e a quantidade de casos, é possível avaliar o melhor momento para o relaxamento da política de distanciamento social.

De acordo com o professor do curso de Estatística da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), com atuação no campo da Saúde Coletiva, Alfredo Chaoubah, em entrevista para o portal da UFJF, a estatística é uma ferramenta importante nas análises para tomadas de decisões em relação às medidas de combate à pandemia. Ressalta a importância de se considerar aspectos sociais, culturais, ambientais e econômicos para o desenvolvimento dessas estatísticas. Chaoubah (2020) afirma que estes aspectos auxiliam nos estudos sobre os fatores que influenciam diferentes taxas de letalidade da COVID-19 entre regiões, citando o caso de Los Angeles e Nova Iorque, em que, ao analisar a evolução dos números de casos, foi possível

evidenciar que as formas de utilização dos meios de transportes eram as possíveis causas das diferenças nas taxas de incidência da doença.

Chaoubah (2020) afirma que as análises estatísticas foram fundamentais para demonstrar que as políticas de distanciamento social são mais adequadas para a redução dos casos. Além disso, os dados estatísticos também permitem determinar se uma medicação pode ser eficaz ao enfrentamento do vírus ou não.

Sabe-se que a única forma de combate eficiente é a vacinação em massa da população e foram os avanços da ciência e da tecnologia que permitiram que as vacinas fossem criadas. Mas, atreladas a estas descobertas, existe uma série de fatores que fazem com que em nosso país, mesmo após a descoberta da vacina contra o vírus que está causando a COVID-19, grande parte da população ainda não esteja vacinada. São questões também que fazem com que a maioria da população não tenha condições de ter o mínimo de higiene pessoal e também não possam trabalhar em *home office*, como uma pequena parcela da população.

Por isso, a partir dessas reflexões, fica evidente a originalidade da obra de Tarsila do Amaral, que, mesmo após 80 anos de sua criação, as questões sociais que podem ser levantadas a partir da análise da obra original podem ser transpostas para o contexto atual, no qual as condições de trabalho ainda são muito desiguais.

3º Passo: Análise das relações que envolvem a imagem: Autor x contexto x leitor a partir do enfoque CTS

Para realizar esse 3° passo, segundo Silva e colaboradores (2020), é necessário fazer uma análise sobre quem é o autor da imagem, o leitor e identificar para que a imagem foi produzida, a relação que o autor e o leitor possuem, bem como a discussão sobre em qual contexto a imagem foi produzida.

A artista Tarsila do Amaral nasceu no ano de 1886, no Município de Capivari, em uma fazenda localizada no interior do Estado de São Paulo. No ano de 1904 mudou-se para a Espanha, na cidade de Barcelona, a fim de estudar, onde pintou seu primeiro quadro registrado, o *Sagrado Coração de Jesus*. Ela também desenvolveu habilidades na escultura e no desenho, mas foi na pintura que se estabeleceu no ramo da arte (AMARAL, 2010; GOTLIB, 2012 apud MENDONÇA, 2016).

Tarsila foi considerada uma célebre pintora, principalmente por identificar em suas pinturas o movimento modernista. Foi reconhecida pelos seus trabalhos tanto no Brasil quanto no exterior, em países como França, a antiga União Soviética, Itália, entre outros. Um momento histórico que ocorreu no mundo, como a crise de 1929 e a queda na Bolsa de Valores de Nova Iorque, também afetou a vida financeira de Tarsila, crise essa que fez com que sua família vendesse as fazendas que possuíam, herança familiar, o que levou a artista a tomar a atitude de vender alguns de seus quadros para poder viajar para a Europa, e ir à Antiga União Soviética e à França. Foi nesse contexto que a artista se sensibilizou com a situação de trabalho dos operários e a industrialização, e, para conseguir voltar ao Brasil, trabalhou como

operária de construção, pintando paredes e portas (AMARAL, 2010; GOTLIB, 2012 apud MENDONÇA, 2016)

Entre tantas obras conhecidas, em 1933, Tarsila criou a obra *Operários*, influenciada pela realidade vivenciada na Europa, tanto também pelo contexto de realidade em São Paulo, em que trabalhadores de várias regiões migraram para o Estado em busca de emprego, principalmente na área industrial. Por isso, esse quadro tem como plano de fundo a imagem de uma indústria, além da caracterização de cinquenta e um rostos, representando etnias diferentes que faziam parte do grupo de pessoas que vieram de outras regiões em busca de emprego. Essa pintura pode ser associada como um marco no início da industrialização na cidade de São Paulo, em que surgiu a classe operária (AMARAL, 2010; GOTLIB, 2012 apud MENDONÇA, 2016).

Nessa pintura, Tarsila do Amaral talvez quisesse mostrar também o semblante dessas pessoas, nenhuma delas representa estar feliz, suas expressões demonstram o cansaço. Seus corpos também não foram representados, o que remete à impressão de que a autora tinha a intenção de dar enfoque a estas características representadas em seus rostos. As pessoas registradas não se olham, apenas olham para uma direção que está na frente delas, o que demonstra uma certa massificação do trabalho da classe operária.

A tela "*Operários*" foi considerada uma obra pertencente ao movimento modernista, feito na época em que a política foi marcada pela Era Vargas (1930-1945), também considerada o início do século XX. Traz com ela o contexto social da classe operária e também a questão política de como era considerada essa classe, como era tratada, quantas horas de trabalho essas pessoas trabalhavam, por isso o semblante cansado das faces presentes no quadro (MENDONÇA, 2016).

Em um contexto atual, ao representar o momento crítico que ainda estamos vivenciando de pandemia, temos a releitura da obra *Operários* de Tarsila do Amaral, feita na forma de desenho, onde o(a) autor(a) dessa releitura não foi identificado(a). Trata-se de uma imagem que foi muito utilizada em diversos sites que trazem uma discussão a respeito do quadro da crise sanitária, bem como a questão política, entretanto, não houve preocupação por parte desses sites em referenciar a imagem. Por isso não se pode relacionar aspectos do(a) autor(a) em relação ao contexto retratado na imagem da releitura, apenas conseguimos fazer análises com base nos contextos vivenciados por nós leitoras.

A imagem representa o contexto atual da pandemia, em que o(a) autor(a) tenta representar as mesmas faces apresentadas na obra de Tarsila, porém, cobertos por uma máscara descartável branca. As pessoas estão lado a lado, sem distanciamento social, algo que é bem claro na aglomeração nos ônibus, metrôs, em que muitos indivíduos não têm opção de escolher outro meio de ir ao trabalho, e que não conseguem manter a regra de distanciamento necessário. Na imagem há a representação de um indivíduo que não está usando a máscara corretamente, em que a máscara se encontra sobre os olhos, ao invés de proteger a boca, talvez essa seja a representação nítida de que, para aquele indivíduo, é preferível vendar os olhos, ao invés de ver a realidade pandêmica naquele contexto.

As diferenças de etnias representadas podem indicar o fato de que a pandemia de COVID-19 atingiu diferentes povos e culturas, comparando a obra original, ela também

demonstra esse grupo de pessoas que estão em contato diariamente com o vírus, sem essa opção de distanciamento.

A imagem observada, que se refere a releitura da obra *Operários*, de Tarsila do Amaral, permite perceber e refletir acerca da realidade dos operários no contexto atual, em que se vive uma pandemia, nesse sentido, a releitura conversa com a obra original e com a atualidade. Atualmente, emergem polarizações com visões limitadas, de diversas maneiras, acerca da pandemia, como por exemplo: economia *versus* saúde; política *versus* ciências; ou ainda, a ampla divulgação de *fake news;* além de opiniões que muitas vezes se sobrepõem a dados e conhecimentos científicos.

Estes aspectos contribuem para aumentar as diferenças sociais, pois muitas vezes essas divulgações visam atender a interesses exclusivos de uma determinada camada social, e não do todo, o que não difere muito de atitudes da burguesia em períodos anteriores da história da humanidade. O que muda hoje é que, apesar do avanço científico e tecnológico existente, o acesso a esses avanços ainda é desigual. Neste sentido, refletindo acerca das duas imagens, a obra e a releitura, nos faz pensar que mudam-se os tempos, contextos, ocorrem avanços, porém, não são todos que usufruem.

Por meio da educação é que se pode proporcionar reflexões e mudanças de pensamento, para formar cidadãos mais conscientes. Assim, a discussão por meio dessa imagem com enfoque CTS pode permitir a adoção de diversos caminhos de trabalho e reflexão, como por exemplo:

- relações de trabalho (empregador e empregado; quem possui mais acesso a cuidados no contexto pandêmico; facilidade de substituição de mão de obra em caso de morte do trabalhador);
- economia (auxílio para famílias necessitadas; compra de vacinas; comércio fechado);
- diferenças sociais em um mesmo país ou em países diferentes (diferenças de ritmo de vacinação; e cuidados);
- questões de saúde (leitos hospitalares; falta de remédios para intubação);
- vacinas (acesso; especificidades de composição; reações; benefícios; eficácia);
- *fake news*;
- padrão de comportamento (isolamento social: quem pode fazer?);
- escolas (semelhanças com a indústria; isolamento; riscos);
- a imagem que se adequa à época (com máscaras).

Diante do exposto, ao considerar nossa formação como professoras, percebemos, na obra e na releitura, diversas potencialidades de ensino do conteúdo específico nas Ciências Naturais e da Matemática, como por exemplo: na Biologia, pode ser trabalhado as diferenças de princípio de ação das vacinas, o uso de máscaras, as formas de proliferação do vírus; na Química, pode ser trabalhado o uso do álcool em gel de modo a desmistificar as *fake news* que emergiram acerca da utilização do vinagre como substituto do álcool; na Matemática, o foco pode ser em questões de estatística, gráficos com curvas de contaminação, média móvel de óbitos e também de avanço nas vacinações. Além disso, pode ser desenvolvido um trabalho

interdisciplinar que envolva as disciplinas de história e sociologia, além da arte, promovendo a discussão dos mais diversos aspectos sociais envolvidos.

Uma possibilidade de ação individual pode ser, por exemplo, direcionar as discussões para o pós-pandemia, e instigar uma nova releitura, podendo ser de outra obra, ou a mesma, como colocar as pessoas em cinza para homenagear aqueles que não resistiram às complicações. Neste sentido, em grupo, pode-se propor possíveis projetos direcionados à valorização da vida, que inclui desde a saúde mental, como a superação do luto, a propostas que promovam acesso à saúde de modo geral, de qualidade de vida a todos, como palestras que evocam a importância do investimento na ciência atrelada ao SUS (Sistema Único de Saúde), de maneira a buscar que esse acesso ultrapasse as barreiras sociais que existem em nossa sociedade.

4º Passo: Análise interpretativa do leitor

De acordo com Silva e colaboradores (2020), o 4° passo da análise de imagem contemplando o enfoque CTS consiste na retomada das discussões anteriores, em que uma das propostas é o leitor realizar suas interpretações, emoções, impressões levantadas a partir da obra.

A imagem, ao nosso ver, possui um estilo intrigante que suscita inúmeras reflexões. A forma como Tarsila do Amaral reproduz somente as faces, com semblantes cansados, tendo como pano de fundo a representação das fábricas e a disposição dessas faces em formato de pirâmide foi de uma genialidade da autora, uma vez que é possível perceber todo o contexto vivenciado pela autora e pelos operários no ano em que a obra foi produzida.

As cores utilizadas nas expressões representadas nos passam um sentimento de tristeza, de apatia, de viver no automático, fruto das vivências do trabalho repetitivo vivenciado nessas fábricas.

Ao analisar a releitura da obra fica ainda mais evidente a genialidade da obra de Tarsila do Amaral, ao permitir transpor as reflexões da época para o contexto atual da pandemia, na qual os trabalhos ainda são submetidos a situações desumanas, de exploração, colocando suas vidas e de suas famílias em risco diariamente.

Desta forma, tanto a obra original quanto a releitura suscitam inúmeras reflexões CTS, evidenciando o caráter interdisciplinar desse enfoque e a importância dessas discussões para melhorias na qualidade de vida da sociedade atual. Sociedade esta que, por meio desta leitura da imagem, torna-se mais crítica, mais atuante e mais autônoma, buscando melhores condições de trabalho, de educação e de saúde. Nesse sentido, as pessoas podem começar a se engajar, cada vez mais, nos diferentes movimentos que buscam a garantia dos direitos humanos em diferentes setores na nossa sociedade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Seguir cada etapa da análise é primordial para que se possa ter uma visão mais ampla e completa sobre a imagem, nos levando a refletir sobre essa prática no ensino de uma forma geral. Diante disso, realizar uma releitura da obra *Operários*, da Artista Tarsila do Amaral,

em um contexto atual de pandemia, foi muito importante porque tivemos a possibilidade de identificar que a própria pintura continua sendo tão atual, por se tratar de um contexto da massificação do trabalho nas fábricas e indústrias, o cansaço de ter uma jornada de trabalho exaustiva, a migração de povos que se mudam para as cidades grandes em busca de melhores condições e oportunidades de vida.

O primeiro passo da análise serviu para identificarmos a forma, incluindo, neste processo, características a respeito do tamanho da tela, a técnica utilizada, ponto, linha, dimensão, e os elementos presentes na pintura, tais como a paisagem (objetos, personagens). Nesse passo não foi preciso ter um conhecimento mais profundo sobre quem é o autor(a), e nem o contexto, mas foi preciso estar ciente sobre os elementos necessários ao que diz respeito à forma que compõem a imagem.

O segundo passo foi a respeito da Análise do Conteúdo com enfoque CTS, em que foi caracterizado sobre a data de origem da pintura, período histórico, sobre a questão econômica e política que envolvia o nosso país e o mundo. Partindo desse pressuposto foi possível identificar possíveis porquês daqueles personagens estarem inseridos sobre aquele contexto em que o plano de fundo representa a industrialização e a presença da representação destes indivíduos sob várias etnias. Para realizar essa análise foi necessário pesquisar sobre a origem dessa pintura, para que, desta forma, pudesse ter sentido a releitura.

No terceiro passo pesquisou-se o contexto da época em que a autora estava inserida, bem como a releitura, que está relacionada ao contexto atual em que se vivencia uma pandemia. Nesse sentido, o leitor atual, tanto da obra original como da releitura, se insere nesse contexto pandêmico, que traz consigo uma mudança de comportamento com relação aos cuidados, e que experiência as consequências deixadas pelo vírus. Dessa forma, a obra original, já conhecida pelo leitor, conversa com a releitura, emergindo diversas possibilidades, nesse caso, principalmente vinculadas ao trabalho educacional.

No quarto passo procurou-se evidenciar que a obra original é tão relevante que continua adequada em nosso contexto, considerando as relações de trabalho, bem como pode possibilitar a sua releitura relacionada à pandemia, o que demonstra tamanha genialidade da autora.

Pesquisar sobre a origem da imagem a ser utilizada é de grande valia, pois nos remete a pensar sobre o uso das imagens no ensino de uma forma geral e refletir sobre a escolha dessas imagens. Será que ocorre uma análise de imagem antes de inseri-las como material de uso didático no ensino? Realizar a leitura de imagens também é uma forma de aprender mais a respeito do porquê utilizar determinada imagem e, assim, contextualizá-la em relação ao conteúdo que se quer abordar.

REFERÊNCIAS

AMARAL, T. do. **Operários**. 1933. óleo sobre a tela, 150cm x 205cm. Acervo governo de São Paulo. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/ultimas-noticias/operarios-de-tarsila- do-amaral-esta-em-exposicao-no-palacio-dos-bandeirantes/>. Acesso em: 27 jun. 2021.

ANOTA BAHIA. **Estudo aponta que uso massivo de máscaras pode impedir segunda onda de Covid-19**. 16/06/2020. Disponível em: <https://anotabahia.com/estudo-aponta-que-uso-massivo-de-mascaras-pode-impedir-segunda-onda-de-covid-19>. Acesso em: 04 fev. 2022.

ARVIN-RAD, H.; WILLUMSEN, M. J.; WILLUMSEN, M. J.; WITTE, A. D. Industrialização e desenvolvimento no governo Vargas: uma análise empírica de mudanças estruturais. **Revista Estudos Econômicos**. São Paulo, v. 27, n. 1, 1997. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/ee/article/view/116885>. Acesso em: 27 jun. 2021.

BOLETIM coletividades – **Sociologia na pandemia**. Disponível em: <http://www.ppgs.ufscar.br/boletim-coletividades-sociologia-na-pandemia/>. Acesso em: 27 jun. 2021.

CHAOUBAH, A. Pesquisador explica como a estatística ajuda no combate à COVID-19. **Notícias UFJF**, 2020. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/noticias/2020/04/22/pesquisador-explica-como-a-estatistica-ajuda-no-combate-a-covid-19/>. Acesso em: 27 jun. 2021.

DONDIS, D. A. **A sintaxe da linguagem visual**. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

MENDONÇA, R. S. R. **Tarsila do Amaral:** seu legado como Objeto de Memória e Consumo (1995-2015)**.** Tese. (Doutorado em História) Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas. Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUBD-AQNKAA>. Acesso em: 27 jun. 2021.

SANTAELLA, L. **Leitura de imagens**. São Paulo: Melhoramentos, 2012.

SILVA, J. A. P.; NEVES, M. C. D. Leitura de imagens como possibilidade de aproximação entre arte e ciência. **Em Aberto**, Brasília, v. 31, n. 103, p. 23-38, set./dez. 2018. Disponível em: <http://rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/emaberto/article/view/3257/2992>. Acesso em: 27 jun. 2021.

SILVA, J. A. P.; NEVES, M. C. D; MELO, M. G. A.; LAURINDO, A. P. Imagens na Educação Científica: uma abordagem CTS. In: LAURINDO, A. P.; SILVA, J. A .P.; NEVES, M. C. D. **Educação para a Ciência e CTS:** um olhar interdisciplinar. Ponta Grossa: Texto e Contexto. Coleção Singularis, v. 10. 2020. p. 146-182. Disponível em: <https://www.textoecontextoeditora.com.br/assets/uploads/arquivo/50647-ebook-educacao-para-a-ciencia.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2021.

SUZIGAN, W. A Industrialização de São Paulo: 1930-1945. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v.6, n.1, 1971. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rbe/article/view/51>. Acesso em: 27 jun. 2021.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 10 ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

Capítulo 8

LEITURA DE IMAGEM INTERDISCIPLINAR COM ENFOQUE CTS (CIÊNCIA/ TECNOLOGIA/ SOCIEDADE) – PNEUS DEPOSITADOS NA COSTA DE FORT LAUDERDALE DE STEVE SPRING

Gabriel Luiz Nalon Macedo[1]
Crislene Costa Santos Razente[2]
Elisângela Casale Marquioto Prado[3]

Figura 8.1: Spring. Tires in Ft. Lauderdale, Florida, dumped in the 1970s in an attempt to establish an artificial reef. 2015. Fotografia.



Fonte: Spring (2015).

1. Licenciado em Física e Mestrando em Educação para Ciência e Matemática, Universidade Estadual de Maringá. E-mail: gabrielnalonmacedo@hotmail.com

2. Graduada em Artes Visuais e Pedagogia, Mestranda em Educação para a Ciência e a Matemática pela Universidade Estadual de Maringá, professora do Colégio Estadual São Vicente de Paula – Nova Esperança/PR. E-mail: crisrazente@yahoo.com.br

3. Graduada em Pedagogia e História, Mestranda em Educação para a Ciência e a Matemática pela Universidade Estadual de Maringá, professora do Colégio Estadual Olavo Bilac – Sarandi/PR. E-mail: elisangelamarquioto@gmail.com

INTRODUÇÃO

Os autores desta análise possuem formações diversas, facilitando o desenvolvimento do trabalho interdisciplinar que ela exige.

Gabriel Luiz Nalon Macedo é licenciado em Física pela Universidade Estadual de Maringá (2019). Durante a graduação participou como monitor no Museu Dinâmico Interdisciplinar, participou do programa PIBID e do PROINTE – UEM. Atualmente é mestrando do curso de Educação para a Ciência e a Matemática da Universidade Estadual de Maringá (UEM), na linha de pesquisa História, Epistemologia e Cultura da Ciência.

Crislene Costa Santos Razente é graduada em Artes Visuais pela Universidade Estadual de Maringá (2017) e graduada em Pedagogia pela Faculdade Estadual de Educação Ciências e Letras de Paranavaí (2006). Tem experiência na área de Educação há mais de 17 anos. Atualmente é mestranda do curso de Educação para a Ciência e a Matemática da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Elisângela Casale Marquioto Prado é graduada em Pedagogia e História pela Universidade Estadual de Maringá (2002 e 2013). Atua como professora pedagoga pela Secretaria Estadual de Educação do Paraná. Tem experiência na área de Educação e atualmente é mestranda do curso de Educação para a Ciência e a Matemática da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

A fotografia (figura 8.1) foi escolhida para análise por ser uma imagem bastante difundida, disponível nos bancos de imagem gratuitos da internet, o que pode render o desenvolvimento de um exercício de leitura de imagem interdisciplinar com enfoque CTS bastante singular. Fora o potencial que a imagem apresenta para abordar assuntos CTS's, acreditamos que a mesma pode proporcionar uma discussão sobre como se prevenir contra a "Ciência picareta", ou seja, se prevenir contra informações que recebemos sob o disfarce de verdades científicas, como por exemplo, a homeopatia, que é uma terapia pseudocientífica.

Diante disso, a imagem escolhida trata-se de uma fotografia tirada por Steve Spring em 2007, na cidade de Fort Lauderdale, no Estado da Flórida, nos Estados Unidos da América (EUA). A foto foi registrada durante a retirada de cerca de 2 milhões de pneus, que foram depositados em 1972 pelo Governo da Flórida, com o objetivo de criar recifes artificiais na região para propiciar a criação de um ecossistema marinho e a reprodução de peixes.

ANÁLISE DA IMAGEM: PNEUS DEPOSITADOS NA COSTA DE FORT LAUDERDALE DE STEVE SPRING

A análise a seguir está embasada nos passos da Leitura Interdisciplinar de Imagem com Enfoque CTS, desenvolvida por Silva e colaboradores (2020). A análise foi apresentada em comunicação oral no IX Workshop Paranaense de Arte-Ciência/ 7^{th} *International Meeting on Art-Science* – Imagens do Brasil – 04 a 08 de outubro de 2021.

1º Passo: Análise da forma

A imagem escolhida para a análise trata-se de uma fotografia tirada por Steve Spring durante a retirada de pneus, que foram depositados em 1972 pelo Governo da Flórida, na cidade litorânea de Fort Lauderdale, com o objetivo de criar recifes artificiais na região para propiciar a reprodução de peixes.

Podemos observar, em primeiro plano, um enorme amontoado de pneus, a maioria ainda em formato circular, mas de diversos tamanhos. Inicialmente, identificamos uma imagem horizontal, com fortes tons de azul, cujo contraste permite perceber a variação de tons que contrastam com a cor preta dos pneus.

Vemos um mergulhador acima dos pneus, com máscara e um pneu em sua mão direita. Saem bolhas de ar de seu equipamento de mergulho e a água ao seu redor tem uma tonalidade branca, uma espécie de "poeira", dando a impressão que está em movimento. No centro da lateral esquerda, é possível observar outro mergulhador, mas não aparecendo seu corpo inteiro na foto, possivelmente faz parte da mesma equipe e está corroborando para aquilo que está sendo executado. Observando o plano de fundo da imagem, vemos o amontoado de pneus, dando a impressão de infinito, pois a imagem dos mesmos se perde na imensidão do fundo do oceano. A luz está à frente, do lado esquerdo, e o tom azul mais escuro ao fundo contribuem para essa ideia de que a quantidade de pneus é enorme, assim como o oceano.

Num primeiro olhar, podemos imaginar que são pneus que estão jogados no fundo do mar, poluindo aquele espaço, o que nos permite uma discussão CTS inicial, de maneira a entender o objetivo daquilo que está sendo retratado e, posteriormente, construir novas discussões em cima disso. Aparentemente existe calmaria no lugar, os mergulhadores estão no fundo do mar e não observamos nenhuma espécie de vida marinha, animal ou vegetal.

2º Passo: Análise do conteúdo com enfoque CTS

Em 1972, cerca de 2 milhões de pneus foram jogados a uma distância de aproximadamente 2 quilômetros da costa da Flórida, em Fort Lauderdale (MESQUITA, 2014). A área fica em frente a condomínios de classe alta. A ideia do projeto era criar um recife artificial que seria chamado de Recife Osborne, ao mesmo tempo em que liberava aterros entupidos. Acreditava-se que a ideia poderia funcionar, pois muitas vezes substratos duros atraem vida marinha, sendo colonizados por algas e posteriormente moluscos e pequenos peixes.

O idealizador do projeto foi Ray MacAliister, professor de engenharia oceânica da Flórida Atlantic University (GEOLOGY IN, 2015), que faz parte de uma organização sem fins lucrativos chamada Broward Artificial Reef (Recife Artificial de Broward - BARINC), que teve apoio dos engenheiros do corpo do exército dos Estados Unidos e de mais 100 embarcações de propriedade privada, além da fabricante Goodyear, que ajudou cedendo os pneus, incluindo um pneu pintado de dourado para a grande inauguração (CURIONAUTAS, 2014; UOL, 2020).

O grande erro foi que os pneus foram amarrados com nylon e aço, mas a estrutura não suportou as tempestades tropicais e a força dos furacões que são muito comuns na região. Além de que a própria água salgada do oceano auxiliou na corrosão dos materiais utilizados. Muitos pneus se soltaram, sendo que alguns foram em direção às praias, e outros, ainda

submersos, foram espalhados em uma área equivalente a 3.500 m², danificando os recifes já existentes no local.

Ao invés de criarem um recife, criaram um gigantesco deserto submarino, sem nenhum tipo de vida marinha. Esses pneus, com o tempo, liberaram pedaços de borracha e outros componentes, o que aumentou grandemente a poluição do ambiente marinho.

Desde 2001, várias organizações têm tentado retirar os pneus, mas como os custos para realizar a remoção eram extremamente altos, essa função passou a ser do exército dos Estados Unidos a partir de 2007, que utilizou esse processo de limpeza para treinamentos de mergulho e resgate. Estima-se que 500.000 pneus ainda estão na costa de Fort Lauderdale (UOL, 2020).

Conforme os pneus foram sendo retirados, eles foram transportados de caminhão para uma usina de energia de Port Everglades para serem queimados, gerando eletricidade, uma ideia de reciclagem que é inadequada ambientalmente, pois, quando queimados, eles liberam carcinógenos de carbono.

3º Passo: Análise das relações que envolvem a imagem: Autor x contexto x leitor a partir do enfoque CTS

A imagem é uma fotografia documental (jornalística) tirada por Steve Spring, em 2007, que cedeu seus direitos para ampla divulgação. A fotografia documental é um gênero da fotografia atrelado à noção do real, uma imagem que atua como registro de determinado evento, situação, local, indivíduo ou grupo, que se empenha em oferecer uma visão objetiva, arguta e abrangente de um acontecimento de interesse jornalístico.

Diante disso, como estamos trabalhando com uma imagem fotográfica que é amplamente divulgada em jornais, telejornais, redes sociais e na internet, foi difícil encontrar informações sobre o autor da foto, mas o fato de não sabermos sobre o autor da foto já é um dado por si próprio.

Porém, como a foto está armazenada no banco de dados da marinha estadunidense (Marine Photobank), acreditamos que, possivelmente, Steve Spring seja um membro da marinha, pois, em 2007, o exército dos EUA assumiu o papel de retirar esses pneus. Entretanto, não podemos afirmar com certeza essa informação, pois não foram encontrados outros documentos e/ou relatos sobre o fotógrafo ou mesmo sobre o momento da fotografia.

Apesar disso, a imagem não perde o seu impacto, pois ela tem o objetivo de ilustrar a fracassada iniciativa da organização sem fins lucrativos, Broward Artificial Reef, de criar esses recifes artificiais na costa de Fort Lauderdale, na Flórida.

A imagem, como já mencionado anteriormente, retrata um amontoado de pneus que se espalharam pelo mar, mostrando que a iniciativa não deu certo, já que os pneus se espalharam pela costa do Estado da Flórida, causando danos ambientais de vasta extensão no mar. A fotografia foi produzida durante uma iniciativa para a retirada dos pneus.

A foto se encontra no banco de dados da marinha norte-americana, e foi amplamente divulgada pelos diversos meios de comunicação, como por exemplo, jornais, revistas, telejornais, redes sociais, sites de notícias e na internet em geral. Portanto, não é possível restringir a foto apenas a um determinado leitor, sendo assim, podemos afirmar que a

imagem em questão é destinada para qualquer tipo de leitor, seja um leitor de jornal online ou simplesmente um leitor que esteja navegando pela internet.

Desta forma, independente do leitor que tenha contato com a imagem, ela retrata o dano ambiental que esses pneus trouxeram para as populações marinhas locais, visto que não observamos nenhuma espécie de vida marinha na fotografia. A iniciativa foi um fracasso, uma vez que esse "habitat reciclado" praticamente não foi colonizado. Além disso, pelo efeito das ondas e das correntes, os pneus se dispersaram completamente. Hoje, eles não só desfiguram as paisagens submarinas, como também têm um impacto mecânico (de esmagamento) sobre as algas e os corais da região.

4º Passo: Análise interpretativa do leitor

A imagem escolhida pode, à primeira vista, parecer se tratar de um descarte irregular de pneus, que foram despejados em um rio, lago, mar ou oceano, assim como ilustra a imagem abaixo (Figura 8.2), que representa um descarte irregular de pneus em um terreno abandonado, trazendo à tona um crime ambiental.

Figura 8.2: Pneus despejados em um terreno baldio. 2014. Nova Iguaçu, Rio de Janeiro.

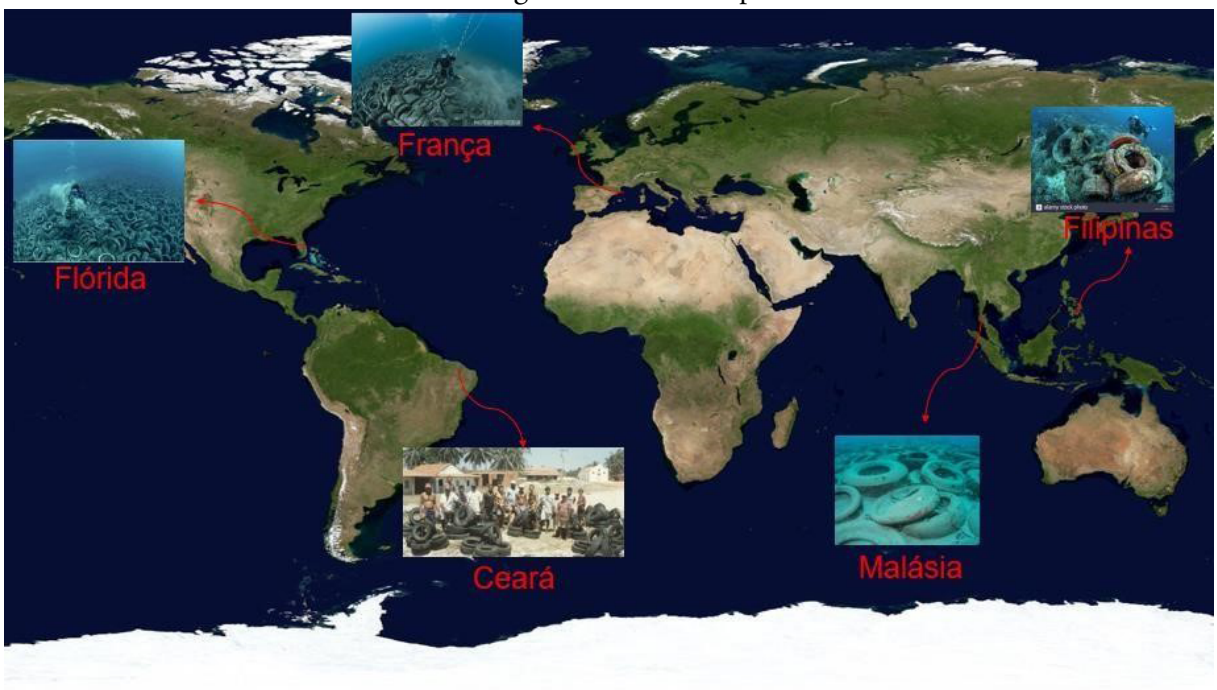


Fonte: Notícias de Nova Iguaçu (2014).

Entretanto, como já apresentamos nos passos anteriores, a imagem, na verdade, trata-se de uma foto tirada por Steve Spring, durante a retirada de parte dos pneus que foram depositados na década de 1970 pelo governo da Flórida, na cidade litorânea de Fort Lauderdale.

Essa ideia foi recriada em vários outros lugares do planeta, segundo Conceição (2003), que aponta que a utilização de pneus para criar recifes artificiais foi reproduzida na Malásia, Filipinas, Austrália, França, Costa Rica, Cuba e até mesmo no Brasil, no estado do Ceará (Figura 8.3).

Figura 8.3: Alguns locais pelo mundo em que pneus foram despejados no mar no intuito de criar recifes artificiais. Colagem desenvolvida pelos autores



Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2021).

A ideia, a princípio, parecia não acarretar problemas, visto que acreditava-se que, com o passar dos anos, esses pneus seriam colonizados por diversos grupos de organismos, e acabariam mimetizando o ambiente de recifes naturais. Mas, após 50 anos, no caso de Fort Lauderdale, não houve a colonização de nenhuma espécie nos pneus depositados, pois, segundo alguns pesquisadores, muitos pneus estavam cobertos de óleo, sendo que alguns se desprenderam devido a força das ondas e a decomposição progressiva dos pneus, que libera metais pesados tóxicos para os organismos marinhos (UOL, 2015).

No começo desta etapa da análise, dissemos que a imagem remetia a uma ideia de descarte irregular de pneus, e ao analisar o contexto como um todo, de fato trata-se, de alguma forma, de um descarte inapropriado de pneus que, na época, foi legalizado, por passar a ideia de que seria algo útil a se fazer com eles. A maior fabricante de pneus dos EUA, a Goodyear, foi, na época, um dos apoiadores da iniciativa, dizendo que seria útil para os pescadores e para o mar. Porém, aparentemente, foi uma forma que a empresa buscou de abandonar esses resíduos no ambiente marítimo, sem maiores prejuízos financeiros e midiáticos.

Diante de tudo o que foi exposto, a imagem tem o potencial de proporcionar uma abordagem não somente CTS, mas também interdisciplinar. A foto poderia ser utilizada para discutir sobre recifes naturais e a formação de recifes artificiais em Biologia, pois essa técnica é de conhecimento da humanidade há séculos, devido a sua utilização em regiões em que a pesca é mais difícil. Pode ser discutido qual o melhor material a ser utilizado para a formação de recifes artificiais eficientes, como por exemplo, pilares ou blocos de concretos, navios e aeronaves velhas, estruturas metálicas ou se os próprios pneus. Em relação a estes últimos, é possível aprofundar o assunto, debatendo sobre o porquê os pneus da imagem não foram capazes de propiciar o desenvolvimento de organismos aquáticos, a fim de criar recifes artificiais. Nesse momento, é possível discutir os componentes químicos dos metais pesados

que os pneus liberam durante sua decomposição, como por exemplo, o chumbo (Pb) e o cádmio (Cd). Há a possibilidade, diante disso, de se discutir sobre a ameaça que esses pneus causam ao ecossistema marinho das regiões em que foram depositados. Já na Física, pode ser discutida a força de impacto que esses pneus soltos podem causar ao colidirem com os recifes naturais, algas e corais da região.

Por fim, pode-se abordar a questão do descarte de pneus, pois implicitamente a imagem traz essa compreensão. Nessa perspectiva, mostra-se eficaz um debate sobre: o destino adequado de pneus e as dificuldades que há por trás; a reutilização desses pneus, por exemplo, em usinas de cimentos ou de fabricação de artefatos de borracha; a sua utilização como elemento constituinte do asfalto; e também o problema de saúde pública que pode acarretar se os pneus foram despejados a céu aberto, visto que eles podem ser criadouros para vetores de doenças, como a dengue.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A imagem aqui apresentada pode, assim, contribuir com a leitura e a análise de imagem com enfoque CTS, leitura essa que pode ser realizada pelos professores das disciplinas de Biologia, Química e Física e também pelos próprios estudantes. Essa forma de análise possibilita uma ampla gama de metodologias que podem interagir para orientar o conhecimento no ato de sua compreensão entre intérprete e suas imagens (SILVA et al., 2020).

Vale destacar que a imagem permite uma interpretação mais individual e subjetiva, o que não pode ser desprezado ou repudiado. Silva e colaboradores (2020) salientam que "[...] nem sempre o aluno terá a mesma leitura do professor e é essa troca entre aluno-aluno, professor-aluno e alunos-professor que propicia riqueza do uso de imagens em sala de aula [...]". Diante disto, um pluralismo de ideias é criado durante as aulas, proporcionando o desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos.

No caso da imagem escolhida, ela proporciona esse debate aberto e amplo de várias ideias, pois, como apresentado em nossa análise, a fotografia, à primeira vista, faz emergir a ideia de um crime ambiental e, conforme vai se avançando na análise, esse pensamento vai se modificando, pelo fato de que os pneus foram depositados no mar para criarem um recife artificial. Porém, ao se aprofundar ainda mais nas outras etapas da análise, é possível levantar a hipótese de que a criação desse recife artificial foi utilizada como forma de justificar um crime ambiental, sendo essa justificativa embasada pelos cientistas, que, hipoteticamente, podem ter sido contratados para fazerem um estudo que apoiasse a ideia, dizendo que de fato os pneus poderiam criar esse recife.

Dessa forma, é possível que os alunos, através dessas abordagens, tomem consciência de que algumas soluções embasadas cientificamente, como a criação de recifes artificiais para suprir a falta de peixes e estimular a pesca, podem ser usadas como base para justificar o descarte de pneus no mar, a fim de "solucionar" o problema de destinação desses materiais, mas, ao mesmo tempo, proporcionar um grande problema ambiental.

REFERÊNCIAS

CONCEIÇÃO, R. N. de L. **Ecologia de peixes em recifes artificiais de pneus instalados na costa do Estado do Ceará**. 2003. 103f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP.

CURIONAUTAS. **Osborne Reef:** O recife artificial de pneus descartados que não deu certo**.** 2014. Disponível em: <http://curionautasblog.blogspot.com/2014/09/osborne-reef-o-recife-artificial-de.html>. Acesso em: 23 jun. 2021.

GEOLOGY IN. **Florida's 'Tire Reef' Has Turned Into an Environmental Disaster**. 2015. Disponível em: <http://www.geologyin.com/2015/10/floridas-tire-reef-has-turned-into.html>. Acesso em: 23 jun. 2021.

MESQUITA, J. L. **Recifes artificiais com pneus na Flórida:** fracasso total. Estadão. 2014. Disponível em: <https://marsemfim.com.br/pneus-corais-artificiais/>. Acesso em: 23 jun. 2021.

NOTÍCIAS DE NOVA IGUAÇU. **Lei proíbe descarte de pneu em aterro, rios e terrenos baldios de Nova Iguaçu.** 2014. Disponível em: <https://www.noticiasdenovaiguacu.com/2014/03/lei-proibe-descarte-de-pneu-em-aterro-rios-e-terrenos-baldios-de-nova-iguacu.html>. Acesso em: 23 jun. 2021.

SILVA, J.A.P.; NEVES, M.C.D; MELO, M. G. A.; LAURINDO, A. P.; Imagens na Educação Científica: uma abordagem CTS. In: LAURINDO, A. P.; SILVA, J.A.P.; NEVES, M.C.D. **Educação para a Ciência e CTS**: um olhar interdisciplinar. Disponível em: <https://www.textoecontextoeditora.com.br/produto/detalhe/educacao-para-a-ciencia-e-cts-um-olhar-interdisciplinar/47>. Acesso em: 23 dez. 2021.

SPRING, Steve. Tires in Ft. Lauderdale, Florida, dumped in the 1970s in an attempt to establish an artificial reef. In: CALIFORNIA DIVER. **Treaded Mess:** Millions of tires being removed from artificial reef projects worldwide. 2015. Disponível em: <https://californiadiver.com/treaded-mess-millions-of-tires-being-removed-from-artificial-reef-projects-worldwide/>. Acesso em: 28 set. 2021.

UOL. **Recifes artificiais de pneus, uma experiência decepcionante.** 2015. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/afp/2015/06/05/recifes-artificiais-de-pneus-uma-experiencia-decepcionante.htm>. Acesso em: 24 jun. De 2021.

UOL. **2 Milhões de pneus despejados no oceano:** O santuário ecológico que resultou em um deserto no mar. 2020. Disponível em: <https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/reportagem/2-milhoes-de-pneus-despejados-no-oceano-o-santuario-ecologico-que-resultou-em-um-deserto-no-mar.phtml>. Acesso em: 24 jun. 2021.

Capítulo 9

LEITURA FÍLMICA COM ENFOQUE CTS (CIÊNCIA/TECNOLOGIA/SOCIEDADE) – *RADIOACTIVE* (2019)

Camila Muniz de Oliveira[1]
Daiara Calvo Blasques[2]
Lucas Forlin Pereira[3]
Lucas Miranda Mochi[4]

Figura 9.1: Cartaz do filme 'Radioactive'. 2019. Direção de Marjane Satrapi.



Fonte: Radioactive (2019).

1. Mestranda no programa de pós-graduação em Educação para a Ciência e a Matemática (PCM/UEM), licenciada em Física, Universidade Estadual de Maringá. E-mail: camila.munizalmeida@gmail.com

2. Mestranda no programa de pós-graduação em Educação para a Ciência e a Matemática (PCM/UEM), licenciada em Ciências Exatas – Habilitação em Química, Universidade Estadual de Maringá. E-mail: daiarablasques@gmail.com

3. Mestrando no programa de pós-graduação em Educação para a Ciência e a Matemática (PCM/UEM), licenciado em Química, Universidade Estadual de Maringá. E-mail: lucas4linpereira@gmail.com

4. Mestrando no programa de pós-graduação em Educação para a Ciência e a Matemática (PCM/UEM), licenciado em Química, Universidade Estadual de Maringá. E-mail: lucasmirandamochi34@gmail.com

INTRODUÇÃO

O grupo é composto por quatro pesquisadores da área de Educação para a Ciência e a Matemática, sendo que três atuam no Ensino de Química e uma no Ensino de Física, devido às suas áreas de formação nos cursos de graduação. A escolha pelo filme *Radioactive* (figura 9.1) se deve ao fato de o mesmo retratar a história de vida de Marie Curie, uma renomada cientista que fez descobertas importantes acerca da radioatividade, termo que ela mesma inventou, e, assim, contribuiu para o desenvolvimento científico, mais especificamente, da Física e da Química.

Além disso, vislumbrou-se a possibilidade de proporcionar discussões a respeito da presença feminina na Ciência, haja vista que a figura de Marie Curie representa a conquista das mulheres em ter um espaço frente ao trabalho científico, o qual, por muito tempo, era realizado somente por homens.

No que tange ao filme *Radioactive*, sua produção ocorreu em 2019, no Reino Unido, sob direção de Marjane Satrapi, assumindo como gêneros: biografia, drama e romance. De modo geral, são retratadas as dificuldades atreladas ao âmbito científico que Marie Curie, interpretada por Rosamund Pike, enfrentou ao longo de sua trajetória. Juntamente ao seu marido, Pierre Curie, interpretado por Sam Riley, ela descobriu dois novos elementos químicos – o rádio e o polônio – e teceu valiosas contribuições para o estudo da radioatividade.

No entanto, destaca-se que nem todos os fatos retratados em *Radioactive* são totalmente fiéis à história real dos personagens representados na obra, sendo, portanto, oriundos da ficção científica.

ANÁLISE DO FILME: RADIOACTIVE

Foram selecionados três frames para a análise fílmica. O primeiro, mostra Marie Curie pedindo o laboratório para professores franceses; o segundo refere-se a um dos experimentos feitos pela cientista e seu marido, Pierre Curie, como parte de seus estudos sobre a radioatividade; e o terceiro retrata o momento em que Irene, filha do casal Curie, apresenta três homens que tiveram seus membros amputados à Marie, de modo que ela pudesse ajudar outros soldados feridos durante a Primeira Guerra Mundial.

Realizou-se a análise dos três frames selecionados com base nos passos a seguir: 1º) Análise da forma; 2º) Análise do conteúdo; 3º) Análise das relações que envolvem a imagem: autor x contexto x leitor; e 4º) Análise interpretativa (SILVA et al., 2020).

Frame A: Marie Curie pedindo um laboratório para professores franceses

Figura 9.2: Cena do filme Radioactive (4'58").



Fonte: Radioactive (2019).

1º Passo: Análise da forma

O frame A (figura 9.2) encontra-se na horizontal e retrata uma conversa direta da personagem Marie Sklodowasck com Professor Lippmann, onde seus olhares direcionam-se um para o outro. O ambiente consiste em uma sala de reuniões no Departamento de Ciências da Universidade de Paris, com uma névoa de fumaça espalhada pelo local, devido aos cigarros e cachimbos dos homens presentes na reunião. Sobre a mesa, nota-se a presença de cálices contendo whisky, algumas folhas e cinzeiros.

A dimensão real do frame possui o tamanho aparente dos objetos e personagens, sendo os mesmos que eles teriam na realidade. Ademais, o mesmo provém de um meio digital, cuja resolução foi em High-Definition (HD), ou seja, em alta definição.

A respeito das cores, percebe-se que todos os senhores presentes na reunião usam ternos pretos, enquanto Marie trajava uma vestimenta cinza. O ambiente como um todo manifesta uma cor acinzentada, podendo caracterizar um tom de seriedade. Além disso, a vestimenta dos personagens é típica do momento em que se passa, o século XIX, mais precisamente, no ano de 1893.

No contexto que permeia o frame, é feito um debate entre Marie e Lippmann. Os demais senhores presentes no ambiente não direcionam o olhar para a mulher, dando assim um ar de superioridade a Lippmann, sendo o único responsável a tratar-se diretamente com ela.

2º Passo: Análise do conteúdo

As vestimentas dos personagens representados no frame não permitem inferir sua profissão, por serem roupas comuns aos homens e mulheres da classe média daquela época, como na cena em que os homens vestem ternos pretos, e Marie usa um vestido tradicional do século XIX.

No frame analisado, verificou-se uma tensão entre Marie e Lippmann, em que ela o questiona acerca da colaboração dos cientistas com quem divide o laboratório, solicitando que seus equipamentos não fossem alterados no decorrer de algum experimento. Com isso,

o professor, com um olhar ríspido, confronta os ideais propostos por Marie, gerando uma discussão entre eles. Por fim, o homem solicita que a cientista se retire do laboratório para evitar mais desentendimentos. No que tange ao conteúdo abarcado pelo frame, destaca-se o seguinte (Quadro 9.1):

Quadro 9.1: Seleção de temas/conteúdos abarcados pelo Frame A

Área do conhecimento	**Tema/Conteúdo**
Ciências exatas e da terra	Equipamentos laboratoriais, experimentação
Ciências humanas	Caracterização histórica do período de 1893 (vestimentas, cultura social, tecnologia etc.), papel da mulher na Ciência e frente à sociedade
Linguística, letras e artes	Cinema

Fonte: Os autores (2021).

3° Passo: Análise das relações que envolvem a imagem: Autor x contexto x leitor

O filme *Radioactive* (2019) foi dirigido por Marjane Satrapi, uma romancista gráfica, ilustradora, cineasta e escritora franco-iraniana, a qual demonstrou propriedade ao representar Paris no final do século XIX e início do século XX. A trama se volta aos altos e baixos da vida de Marie Curie e de seu marido, Pierre Curie; porém, nem todos os fatos abordados pela obra cinematográfica são verídicos, e sim produtos da ficção.

A cena completa do "Frame A" aparece logo no início do filme, permitindo reconhecer a dura realidade da mulher no contexto da ciência e, também, da sociedade. Nesse caso em específico, Marie manifesta uma necessidade de enfrentar os representantes do Departamento de Ciências sobre o desrespeito de outros cientistas com quem divide o laboratório, dando a entender que a sua pesquisa, por ser comandada por uma mulher, consiste em uma pesquisa inferior ou menos importante que aquelas realizadas por homens.

Dessa forma, os espectadores do filme conseguem concluir que esse frame pauta a necessidade de mostrar a realidade da mulher cientista no decorrer do século XIX e XX, sendo que Marjane Satrapi conseguiu direcionar a trama nesse sentido.

4° Passo: Análise interpretativa do leitor

Analisando a cena completa desse frame, é perceptível a realidade da mulher na Ciência no século XIX, a qual era tida como uma área destinada somente aos homens. A cena se passa na sala de reuniões do Departamento de Ciências da Universidade de Paris, onde acontecia uma reunião entre professores, e Marie acaba interrompendo-a com o intuito de falar com o professor Lippmann.

Ela relata a necessidade de que um equipamento, utilizado em suas pesquisas, permaneça no seu devido lugar; porém, os cientistas homens com quem divide o laboratório não respeitam seu espaço. Feito isso, Marie é surpreendida pela atitude dele, que ao invés de

corresponder à sua demanda, acaba expulsando-a do local. Nota-se, portanto, o desprezo pela pesquisa da cientista, simplesmente por "ocupar" espaço em um universo masculino, sendo a pesquisa científica.

De modo geral, o "Frame A" expressa uma realidade muito árdua que a personagem enfrentou no decorrer da sua carreira profissional, a qual foi marcada pelo machismo. Marie foi um exemplo de determinação e excelência nas suas pesquisas, enfrentando todas as dificuldades impostas a ela e tornando-se uma das cientistas mais famosas do mundo.

Frame 9.B: Marie e Pierre Curie descobrindo os elementos rádio e polônio

Figura 9.3: Cena do filme Radioactive (27'33").



Fonte: Radioactive (2019).

1º Passo: Análise da forma

O Frame B (figura 9.3) mostra os personagens que representam Marie Curie e seu marido, Pierre Curie, em um laboratório onde ambos realizaram uma série de experimentos voltados ao estudo da radioatividade. Apesar de identificar a notória formalidade nas roupas que os personagens estão usando, não é possível fazer uma descrição completa das mesmas devido ao fato de o frame só mostrá-las da cintura para cima e, no caso do Pierre, as cores de suas vestimentas são bem próximas às do fundo e a baixa iluminação não contribui para sua identificação precisa.

Ainda assim, verifica-se que Marie, aparentemente, está usando um vestido azul bebê, cujas mangas são compridas e a parte frontal superior apresenta uma gola colarinho e uma série de botões na vertical. Por outro lado, Pierre veste um casaco de coloração esverdeado sobre uma camisa social. Um fato interessante acerca de suas vestimentas é que as mesmas não acompanham equipamentos de proteção individual (EPIs), como luvas, jalecos e óculos, por exemplo, os quais são essenciais para a atividade científica realizada em laboratórios, apesar de sua ausência ser justificada pelo desconhecimento do perigo das substâncias químicas e da radioatividade, tratando-se de uma representação fiel à realidade daquela época. A reprodução se deu em meio digital, cuja resolução foi em HD.

Sobre a bancada de trabalho, encontra-se uma aparelhagem composta por bicos de Bunsen acesos, um balão de fundo redondo, acoplado a um suporte universal, que contém

uma solução de coloração amarelada - a qual parece ser proveniente da pechblenda (uraninita), visto que este minério, quando purificado e concentrado sob a forma de um sal, manifesta a mesma coloração -, e um pequeno dispositivo metálico, que se supõe ser utilizado para regular as condições necessárias para o experimento. O foco da atenção dos cientistas, no entanto, está em um pedaço de papel segurado por Marie Curie, que se julga ser um espectro de emissão de onda eletromagnética, por meio do qual foi possível identificar a presença dos elementos que, posteriormente, seriam nomeados Rádio e Polônio, no minério investigado.

As cores representadas em destaque no frame são, majoritariamente, cores primárias e secundárias, como o azul na roupa da Marie, que é uma cor de caráter passivo e suave, e o amarelo da solução contida em um dos frascos e nas chamas, sendo a cor mais próxima da luz e do calor (DONDIS, 2003). Por mais que haja um desfoque no fundo, é possível vislumbrar um conjunto de cores frias, marcadas por tons de azul e cinza, bem como uma intensa cor branca proveniente de uma das janelas, de modo a indicar a claridade do ambiente externo.

O frame também transmite a sensação de movimento, devido, principalmente, à presença das chamas, da agitação molecular da solução proveniente da pechblenda - que se deve ao seu aquecimento -, e aos olhos e mãos dos personagens, dado que ambos estão analisando um espectro de emissão de onda eletromagnética, conforme mencionado anteriormente.

Por fim, no que tange à escala e dimensão utilizadas, observa-se que o tamanho aparente dos objetos utilizados na obra cinematográfica é o mesmo que eles teriam no dia a dia, sendo uma representação fiel à realidade.

2º Passo: Análise do conteúdo

As vestimentas dos personagens representados no frame são elegantes, mas não permitem inferir sua profissão, por se tratarem de roupas comuns aos homens e mulheres da classe média daquela época, como é o caso do casal Curie. O que contribui para a identificação da ocupação dos personagens é a presença das vidrarias e demais materiais de laboratório a sua frente, os quais remetem à atividade científica.

As expressões faciais de Pierre e Marie demonstram uma severa concentração em relação ao experimento ilustrado nesse frame, em que há um anseio/expectativa por um resultado positivo por parte de ambos. De fato, a técnica consistia em aquecer uma solução proveniente da pechblenda a temperaturas elevadas e, posteriormente, resfriá-la aos poucos. Com relação ao conteúdo abarcado pelo frame, destaca-se o seguinte (Quadro 9.2):

Quadro 9. 2: Seleção de temas/conteúdos abarcados pelo Frame B

Área do conhecimento	**Tema/Conteúdo**
Ciências exatas e da terra	Radioatividade, experimentação, método científico, materiais de laboratório, normas de segurança no manuseio de compostos químicos
Ciências humanas	Caracterização histórica do período de 1897-1902 (vestimentas, cultura social, tecnologia etc.) e papel da mulher na Ciência
Linguística, letras e artes	Cinema

Fonte: Os autores (2021).

3º Passo: Análise das relações que envolvem a imagem: Autor x contexto x leitor

Conforme afirmado na análise do frame anterior, a diretora do filme foi fiel na caracterização contextual e na ambientação, inclusive no que tange ao trabalho científico, sendo este marcado pelo desconhecimento do risco das substâncias radioativas, e da tecnologia daquela época, onde foram utilizados equipamentos menos sofisticados que os atuais.

Ademais, reforça-se que alguns fatos representados na obra cinematográfica são fictícios. No conjunto de frames que compõem a cena, que aqui foi representada pelo "Frame B", por exemplo, percebe-se um equívoco no roteiro do filme no que tange aos equipamentos utilizados pelo casal Curie, pois o instrumento que Pierre denomina eletrômetro de quadrante é, na verdade, uma balança de quartzo. Outro aspecto errôneo foi a data em que os cientistas receberam as amostras de pechblenda, que se deu entre os anos 1897 e 1898, cerca de dois anos após seu casamento, e não logo após esse evento, como o filme indicou (SANTOS; SILVA, 2021).

Radioactive apresenta classificação etária de 14 anos, não havendo outra restrição para seu acesso. No entanto, reconhece que a linguagem científica, tanto verbal como não-verbal, que se apresenta fortemente em alguns momentos pode causar confusão nos espectadores, especialmente aqueles que não têm relação com a Ciência ou não a compreendem.

4º Passo: Análise interpretativa do leitor

De modo geral, a leitura do "Frame B" permite identificar o período histórico retratado pela mesma, sendo algum momento entre 1897 e 1902. Isso se torna evidente, principalmente, por conta das vestimentas dos personagens, da simplicidade dos instrumentos de laboratório e da ausência de EPIs no manuseio de compostos químicos, em especial, quando se trata de substâncias radioativas.

A comunidade científica e, posteriormente, a humanidade passou a conhecer os riscos da exposição à radiação somente após grandes fatalidades, como os acidentes nucleares que se tornaram mundialmente conhecidos. Dentre eles, é possível citar o de Chernobyl (1986), de Kyshtym (1957) e, também, o ocorrido em Goiânia, no ano de 1987, com o Césio-137. Ainda assim, estudos como aqueles realizados pelo casal Curie também contribuíram bastante para esse processo, pois proporcionaram maior entendimento sobre os fenômenos da radiação.

Outro aspecto relevante nesse frame foi a ilustração de um estudo experimental que culminou na descoberta de avanços para o estudo da radioatividade e de dois novos elementos químicos: o polônio e o rádio. Tais feitos abriram as portas para a pesquisa nos âmbitos da Ciência e da Medicina e, dessa forma, pode-se considerá-los avanços científicos e tecnológicos que foram deveras importantes para a sociedade.

Por fim, pode-se identificar características importantes para o trabalho científico sendo retratadas, não especificamente nesse frame, mas na cena em que ele se insere, sendo a criatividade, a perseverança, a busca pela interpretação da realidade e a valorização da Ciência, como também o destaque para a participação da mulher na Ciência, sendo que

Marie Curie se tornou a primeira mulher na história a receber um Prêmio Nobel, em 1903, em Física, por todas as suas contribuições.

Frame C - Contribuições de Marie Curie para a Saúde

Figura 9.4: Cena do filme Radioactive (1º26'11").



Fonte: Radioactive (2019).

1º Passo: Análise da forma

Primeiramente, sobre a direção, o "Frame C" está na horizontal-vertical (figura 9.4). Os olhares e as faces dos personagens sentados, da personagem à direita do frame e a outra da esquerda, se encontram na horizontal e direcionados frontalmente para o espectador, fornecendo a ideia de estabilidade e contato visual. As duas personagens centralizadas possuem seus olhares e faces voltadas para baixo, cuja ideia é a de sensibilidade ou angústia.

Em relação às cores, nota-se a presença de cores frias. Existem cores primárias, como o branco na roupa dos personagens sentados e na cabeça das freiras, como também ao fundo em uma bandeira ao lado esquerdo e de dois personagens em suas vestimentas também do mesmo lado. Também existem cores pretas, azuladas escuras, acinzentadas e marrons nas vestimentas de homens e mulheres, nos cavalos ao fundo do frame e nas cadeiras de rodas. Na maioria delas, a saturação é baixa, passando a impressão de um ambiente triste, angustiante e de sofrimento.

A dimensão real do frame tem o tamanho aparente dos objetos e personagens, sendo os mesmos que eles teriam na realidade. Portanto, trata-se de uma construção fiel à realidade. Ele também foi reproduzido em meio digital, com resolução HD. Quanto ao movimento, transmite-se a sensação dos personagens estarem em posição de caminhada e manuseio dos animais. Os que estão à frente do frame não transmitem a sensação de movimento; pelo contrário, parecem estáticos e vidrados em outro personagem, neste caso, trata-se de Marie Curie.

Por fim, as vestimentas dos personagens, os objetos e equipamentos sinalizam que o frame representa um momento ocorrido em outra época, na virada do século XIX para o século XX, mais precisamente entre os anos de 1897 e 1902. Os personagens sentados, no que parecem ser cadeiras de rodas, têm vestimentas características de doentes ou pacientes que

estão em tratamento hospitalar. As mulheres atrás desses personagens possuem vestimentas semelhantes àquelas usadas por freiras, e que prestam trabalhos voluntários para ajudar no cuidado dos pacientes. Ao lado direto, a personagem que corresponde à Irene possui vestimentas típicas de mulheres da época, sendo casacos longos, chapéu e luvas.

2º Passo: Análise do conteúdo

As vestimentas dos personagens representados no frame são distintas umas das outras, permitindo ou não inferir suas ocupações. As personagens atrás das cadeiras de rodas aparentam ser freiras, devido às longas roupas pretas e o aparato presente em suas cabeças. No entanto, os personagens sentados, apesar de parecerem pacientes em tratamento - devido às roupas claras e a ausência de membros em seus corpos -, não é possível identificar suas profissões apenas pela imagem. Da mesma forma, a mulher ao lado direito do frame, por possuir roupas características da época, não fornece, de maneira específica, informações sobre sua profissão.

As expressões faciais dos personagens demonstram sinais de tristeza, angústia, sofrimento, pois estavam lidando com as consequências que a guerra ocasionou na vida de jovens soldados, que poderiam ter tido a chance de permanecer com seus membros. Com relação ao conteúdo abarcado pelo frame, destacamos o seguinte (Quadro 9.3):

Quadro 9.3: Seleção de temas/conteúdos abarcados pelo Frame C

Área do conhecimento	**Tema/Conteúdo**
Ciências exatas e da terra	Consequências da ciência utilizada na guerra (armamento), contribuição da descoberta do elemento químico rádio e polônio
Ciências humanas	Caracterização histórica do período 1897-1902 (vestimentas, avanços científicos e tecnológicos, período de guerra, consequências sociais e políticas etc.)
Ciências da saúde	Efeitos da radioatividade à saúde humana, avanços na medicina proporcionados pelos estudos sobre os fenômenos radioativos
Linguística, letras e artes	Cinema

Fonte: Os autores (2021).

3º Passo: Análise das relações que envolvem a imagem: Autor x contexto x leitor

As cenas que acompanham este frame foram elaboradas para uma acomodação ao plano dramático da narrativa, mas resultam em uma mistificação dos fatos históricos. O filme expõe que Irene leva sua mãe, Marie, a um hospital militar para convencê-la a instalar equipamentos de raios X nos campos de batalha. Porém, não há registro na literatura que

indique a autenticidade desta sequência. O que se sabe é que no verão de 1914, Irene e sua irmã, acompanhadas de uma babá, estavam de férias em uma casa alugada na Bretanha; enquanto em Paris, Marie enfrentava a burocracia e a falta de recursos para instalar equipamentos de raios X a serem usados nas frentes de batalha. A participação de Irene só teve início no final de setembro, quando Marie permitiu que ela a acompanhasse após completar 17 anos (SANTOS; SILVA; 2021).

Em 1918, com o avanço dos estudos de Marie Curie, a França tinha 500 unidades radiológicas fixas e 300 unidades móveis, além de cerca de 400 médicos radiologistas, sendo 800 homens e 150 mulheres como auxiliares. Nos últimos 2 anos da guerra, um milhão de soldados foram examinados com raios X (SANTOS; SILVA; 2021).

A cena que acompanha o "Frame C" causa bastante comoção e esperança aos espectadores do filme. Apesar de não ter sido um momento ocorrido na realidade, a trama serviu para expressar que, de fato, Marie contribuiu com os avanços de seus estudos para salvar a vida de milhares de soldados.

4° Passo: Análise interpretativa do leitor

De modo geral, a leitura do "Frame C" permite perceber que se trata de outra época, mais precisamente entre 1897 e 1902. Isso se torna evidente, principalmente, pelas vestimentas dos personagens, dos equipamentos e objetivos que são utilizados tanto pelos personagens localizados à frente, quanto pelos localizados atrás.

Neste frame, é possível abordar uma discussão CTS, visto que se pode visualizar que os personagens sentados em cadeiras de rodas não possuem alguns de seus membros, devido às amputações de membros decorrentes de ferimentos provocados pela guerra que presenciaram. Diante disso, percebe-se que, apesar dos avanços tecnológicos e científicos ao longo dos séculos, a forma e onde são utilizados podem ocasionar sérios problemas, bem como consequências muito graves para a sociedade. Neste caso, a guerra instalada naquele território acabou prejudicando milhares de jovens, que perderam partes de seus corpos ou, até mesmo, a vida pela falta de equipamentos e de apoio médico.

Contudo, apesar desse cenário e do "Frame 9.C" ser parte de uma cena fictícia, o mesmo se insere em um momento do filme em que Irene leva sua mãe, que recebeu um prêmio pela descoberta de novos elementos químicos e que avançou em suas pesquisas sobre a radioatividade, para que a mesma visse a condição desses jovens feridos e, consequentemente, pudesse utilizar "sua Ciência" em prol de um bem maior. O intuito era salvar o maior número de vidas possíveis utilizando seu equipamento de raio X em soldados feridos, que tinham chances de sobrevivência, sem que perdessem seus membros. Por conta desse avanço nas pesquisas de Marie Curie, há o acesso a técnicas de tratamentos contra diversas doenças, como a radioterapia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do filme *Radioactive* evidencia o seu potencial como recurso educacional, visto que não aborda somente conceitos científicos, como a descoberta dos elementos Rádio e

Polônio, mas também a realidade da mulher cientista no decorrer dos séculos XIX e XX, além da importância da experimentação, dos avanços científicos, tecnológicos e as consequências das descobertas de Curie para o desenvolvimento da medicina, da indústria e da guerra. Além disso, as vestimentas utilizadas pelos personagens, os objetos e equipamentos representam bem os momentos da época.

Vale ressaltar que, o professor, enquanto mediador dos processos de ensino e de aprendizagem dos alunos, deve estar atento e ser cuidadoso em como abordar e discutir as cenas verídicas e fictícias apresentadas no filme, a fim de utilizá-las como ponto de partida para a construção do conhecimento. Portanto, é necessário compreender os desafios e possibilidades de cada recurso educacional, com o intuito de refletir a respeito dos subsídios básicos para o desenvolvimento de atividades que incorporem este filme na abordagem do conhecimento científico.

REFERÊNCIAS

ADORO CINEMA. **Radioactive**. Disponível em: <https://www.adorocinema.com/filmes/filme-254043/>. Acesso em: 27 jun. 2021.

COSTA, R. O.; MELO, I. L.; MARCELINO, V. S. Radioatividade em aulas de química: uma abordagem CTS. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2016, Florianópolis. **Anais**.... Brasília: ED/SBQ, p.1-10.

DONDIS, D. **A sintaxe da linguagem visual**. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

IMOB. Disponível em: < https://www.imdb.com/title/tt6017756/?ref_=fn_al_tt_1>. Acesso em: 25 jun. 2021.

RADIOACTIVE. Direção: Marjane Satrapi. Produção: Eric Fellner, Paul Webster e Tim Bevan. Reino Unido: StudioCanal, 2019. 1 filme, (1h42min), colorido. Netflix.

SANTOS, C. A; SILVA, L. L. A história que o filme Radioactive não conta e a percepção de alunos de licenciatura em física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021.

SILVA JUNIOR, N; NEVES, M. C. D. **Ficha Instrumental para o Uso de Filmes em Sala de Aula**. Produto Educacional desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Ponta Grossa Vinculado à Tese (Doutorado). 2018.

SILVA, J.A.P.; NEVES, M.C.D; MELO, M. G. A.; LAURINDO, A. P.; Imagens na Educação Científica: uma abordagem CTS. In: LAURINDO, A. P.; SILVA, J.A.P.; NEVES, M.C.D. **Educação para a Ciência e CTS**: um olhar interdisciplinar. Disponível em: <https://www.textoecontextoeditora.com.br/produto/detalhe/educacao-para-a-ciencia-e-cts-um-olhar-interdisciplinar/47>. Acesso em: 23 dez. 2021.

Capítulo 10

LEITURA FÍLMICA COM ENFOQUE CTS (CIÊNCIA/TECNOLOGIA/SOCIEDADE) – *OXIGÊNIO* (2021)

Elemar Kleber Favreto[1]
Bruna Marques Duarte[2]
Lilian Favaro Alegrancio Iwasse[3]
Anderson Ercílio dos Reis Franco[4]

Figura 10.1: Cartaz do filme 'Oxigênio'. 2021. Direção de Alexandre Aja.



Fonte: Oxigênio (2021).

1. Bacharel, Licenciado e Mestre em Filosofia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Licenciado em Física pelo Instituto Federal do Amazonas - IFAM, doutorando em Educação para a Ciência e a Matemática pela Universidade Estadual de Maringá - UEM e professor da Universidade Estadual de Roraima - UERR. E-mail: elemarfavreto@gmail.com

2. Licenciada em Ciências e Mestre em Educação pela Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR, Licenciada em Física pelo Centro Universitário da Grande Fortaleza - UNIGRANDE, Licenciada em pedagogia pelo Centro Universitário Internacional - UNINTER, doutoranda em Educação para a Ciência e a Matemática pela Universidade Estadual de Maringá - UEM e professora da Educação Básica no Paraná. E-mail: brunamd88@gmail.com

3. Licenciada em Pedagogia e Mestre em Educação pela Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR, Licenciada em Letras - Inglês e doutoranda em Educação para Ciência e a Matemática pela Universidade Estadual de Maringá - UEM, professora colaboradora na Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR - Campus Paranavaí e pedagoga da Educação Básica no município de Nova Esperança-PR. E-mail: coordlilianfavaro@gmail.com

4. Licenciado em Pedagogia e em Ciências Naturais com com habilitação em Física pela Universidade do Estado do Pará - UEPA, Licenciado em Letras-Libras pela Faculdade Atual - FAAT, Mestre em Docência em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade do Estado do Pará - UEPA, doutorando em Educação para a Ciência e a Matemática da Universidade Estadual de Maringá - UEM e professor do Atendimento Educacional Especializado no município de Vigia-PA. E-mail: andersonercilio@gmail.com

INTRODUÇÃO

A presente análise é fruto do trabalho realizado na disciplina de Tópicos Especiais de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ensino de Ciências do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática da Universidade Estadual de Maringá - PCM/UEM. O estudo foi realizado por quatro discentes do curso de doutorado, com formação em Pedagogia, Ciências e Física, possibilitando, portanto, uma visão mais abrangente e interdisciplinar do filme.

A película analisada foi "Oxigênio" (Oxygen), lançada no ano de 2021 (figura 10.1), sendo que os motivos para a sua escolha foi o fato dela expor questões científicas e tecnológicas atuais, tais como: inteligência artificial, clonagem, viagem espacial, criogenia, bioética, etc. Além disso, o filme também aborda as decisões tomadas por pesquisadores em um mundo muito avançado tecnologicamente, mas que foi arrasado por uma doença altamente contagiosa, que poderia levar a humanidade à extinção. Isso mostra como a arte cinematográfica busca dialogar com os problemas e dilemas enfrentados no seu respectivo tempo histórico, haja vista o enfrentamento à pandemia de SARS-CoV-2 (conhecido popularmente por COVID-19), que disseminou por todo mundo na atualidade.

A história principal do filme apresenta o dilema de uma mulher, Elizabeth Hansen, que acorda em uma unidade médica criogênica, hermeticamente selada, descobrindo que seus níveis de oxigênio estão se esgotando rapidamente. No interior da cápsula, ela, que sofre de amnésia, só pode contar com a Inteligência Artificial MILO (Medical Interface Liaison Officer) para lhe ajudar a desvendar o quebra-cabeças do porquê está ali.

O longa tem 101 minutos de duração e é uma produção franco-americana, desenvolvido pela produtora Echo Lake Entertainment, com roteiro de Christie LeBlanc e direção de Alexandre Aja, enquanto que a produção executiva coube à Alexandre Aja, Grégory Levasseur, Vincent Maraval, Brahim Chioua e Noëmie Devide. O elenco principal conta com Mélanie Laurent, Mathieu Amalric e Malik Zidie. As filmagens e a produção foram finalizadas em fevereiro de 2021, sendo lançado pela Netflix em 12 de maio de 2021, com grande sucesso de público e crítica, ficando na primeira colocação entre os filmes mais assistidos no *streaming* na sua semana de estreia.

ANÁLISE DO FILME: OXIGÊNIO (2021)

A análise fílmica aqui desenvolvida está embasada na proposta apresentada por Silva Júnior (2018), assim como na análise imagética desenvolvida por Silva et al. (2020). A proposta de Silva Junior (2018) é orientada pelo Método Iconológico de Erwin Panofsky que consiste em seguir três passos: a análise pré-iconográfica, a análise iconográfica e a interpretação ou análise iconológica. O Método Iconológico realiza a interpretação dos objetos artísticos, arquitetura, pintura ou escultura, a partir da decomposição das imagens e reconstrução de seus percursos no tempo e no espaço, sendo que Silva Junior (2018) a adaptou para a análise fílmica. Assim, na leitura pré-iconográfica devem ser apresentados os dados técnicos do filme; na leitura iconográfica apresenta-se toda a estrutura da obra; enquanto que na leitura

iconológica, o professor, ou aquele que analisa o filme, deve dar significado à obra e ao seu uso em sala de aula (SILVA JUNIOR, 2018).

Já a análise da imagem interdisciplinar LI², de Silva et al. (2020), é dividida em quatro passos: análise da forma, análise do conteúdo, análise das relações que envolvem a imagem (autor versus contexto versus leitor) e análise interpretativa do leitor. Na análise da forma, deve-se voltar para a observação da imagem de forma geral, como: cores, linhas, volumes entre outros. Na análise do conteúdo, identifica-se qual o tema e o significado da imagem. Na análise das relações que envolvem a imagem, observa-se quem é o autor, o leitor, qual o fim da produção da imagem, a relação entre autor e leitor e o contexto de produção da imagem. O último passo consiste na análise interpretativa do autor, que é o momento em que se busca compreender a imagem para além do que ela representa, analisando sua expressão (SILVA, et al., 2020).

A análise fílmica realizada utilizará imagens extraídas de um filme e, como destaca Silva Junior (2018. p. 140): "[...] um filme é formado por uma infinidade de fotogramas dispostos numa determinada ordem e que na análise fílmica, todos os fotogramas são vistos e analisados na perspectiva das tomadas, cenas e sequências". Dessa maneira, as imagens escolhidas para ilustrar a película foram aquelas que, na nossa perspectiva, melhor representam uma cena importante do filme para a análise.

A partir disso, os frames foram analisados em quatro etapas: análise da forma, análise de conteúdo, análise das relações que envolvem a imagem: autor x contexto x leitor, e análise interpretativa. Na análise da forma descrevemos os frames e a sua composição artística; na análise do conteúdo abordamos um pouco do enredo do filme; na análise das relações que envolvem a imagem (autor x contexto x leitor) discutimos um dos temas trazidos pelo filme; por fim, na análise interpretativa, trouxemos as interpretações das relações que este tema, apresentado pelo filme, suscitam, bem como as indicações para sua utilização no contexto escolar. Dessa maneira, as seções a seguir seguirão os passos descritos acima.

1º Passo: Análise da forma

Os frames retirados do filme retratam algumas cenas de maior impacto para uma abordagem do tema Inteligência Artificial (IA) e de como a Inteligência Natural (IN), no caso a espécie humana, se relaciona com ela.

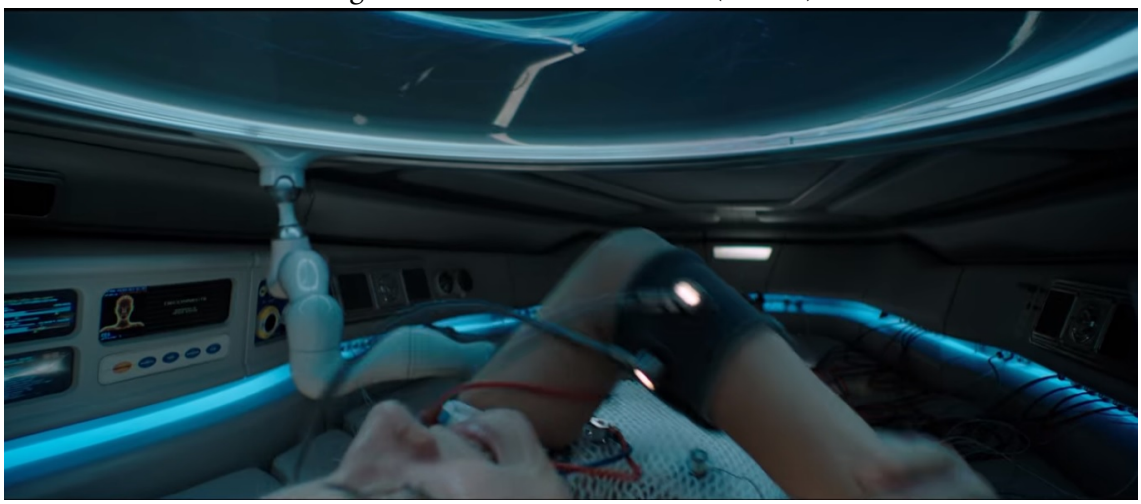
Figura 10.2: Cena 1 - Despertar (2'39").



Fonte: Oxigênio (2021).

O primeiro frame (figura 10.2), aqui denominado “Cena 1 - Despertar”, retrata a personagem principal, Elizabeth Hansen (Liz), interpretada pela atriz francesa Mélanie Laurent, acordando em uma cápsula criogênica. Esta cena ocorre logo no início do filme (2’39”) e apresenta a personagem ao público. O frame mostra a protagonista no escuro, onde só é possível ver seu rosto saindo de uma espécie de membrana sintética. A visualização da personagem ocorre por meio de uma luz vermelha na cápsula, que ilumina seu rosto em um tom avermelhado. A personagem aparece com os olhos abertos, mas com o olhar fixo, representando estar numa espécie de estado inconsciente, prestes a despertar para um estado consciente.

Figura 10.3: Cena 2 - Conflito (24’23”)



Fonte: Oxigênio (2021).

O segundo frame (figura 10.3), aqui denominado “Cena 2 - Conflito”, apresenta a protagonista lutando contra um braço mecânico da cápsula, controlada pela IA MILO (Medical Interface Liaison Officer), cuja voz é interpretada por Mathieu Amalric, que ela teve contato assim que acordou de seu sono. Esta cena ocorre na primeira meia hora de filme (24’23”), momento em que a personagem ainda está tentando entender o porquê de ela estar dentro da cápsula. O frame mostra parte da cápsula, iluminada em tonalidade azul, na qual é possível ver parte da personagem se esquivando do braço mecânico, ainda envolta por aparelhos, fios e marcadores médicos. Apesar da cena mostrar apenas parte de seu rosto, é possível ver a expressão de medo e pânico da personagem.

Figura 10.4: Cena 3 - Doença (1°2’40”).



Fonte: Oxigênio (2021).

O terceiro frame (figura 10.4), aqui denominado “Cena 3 - Doença”, mostra a personagem principal com um capacete protetor, se encontrando, provavelmente, em uma ala hospitalar, pois, está acompanhada de outro personagem, Leo Ferguson, interpretado por Malik Zidi, que aparenta estar acometido por uma grave doença. Esta cena, embora seja apresentada quase no final do filme (1°2’40”), parece representar os pressupostos do motivo de a personagem principal se encontrar na cápsula criogênica. Podemos ver ainda que a personagem Liz segura, com a mão direita, a mão do personagem Leo enquanto acaricia, com a outra mão, a sua cabeça, representando carinho e ternura por ele, já que sabemos, nesta parte da película, se tratar de seu marido. Além disso, é possível, por meio da imagem, perceber que o personagem Leo revela algo à Liz.

Figura 10.5: Cena 4 - Oxigênio (1°29’25”).



Fonte: Oxigênio (2021).

O quinto frame (figura 10.5), aqui denominado de “Cena 4 - Oxigênio”, é simbólico por apresentar a reserva de oxigênio na cápsula criogênica, e assim, enunciar com maior grau o drama principal do filme, servindo de título à ficção. Embora em vários momentos da película o personagem MILO (a IA da nave onde todas as cápsulas de criogenia se encontram) revele à Liz a quantidade de oxigênio restante, esta cena, que aparece nos últimos minutos de filme (1°29’25”), mostra com mais clareza o drama vivido pela personagem principal desta obra, já que apresenta a cápsula criogênica como um todo, e a personagem em seu interior, em um tom azulado e branco, onde está projetada, em uma tonalidade de vermelho, a quantidade de reserva de oxigênio restante (0,608%).

De modo geral, esta obra cinematográfica, embora tenha sido distribuída apenas no canal de *streaming Netflix,* é de grande impacto reflexivo, pois, além do drama empregado em grande parte de suas cenas, retrata uma possibilidade de futuro para a humanidade, a necessidade de colonização de outros planetas pela falta de responsabilidade humana para com a biosfera terrestre.

2º Passo: Análise do conteúdo

Imagine acordar em uma cápsula de criogenia sem saber onde está e o porquê de estar ali. Isso é o que ocorre com a personagem Elizabeth Hansen no filme “Oxigênio” (figura 10.1). Título este que envolve sensações, como: claustrofobia, angústia, medo, pânico, etc.

A narrativa inicial centra-se no momento em que a personagem principal acorda na cápsula criogênica (figura 10.2), assim como na descoberta de que o ambiente em que ela se encontra não é bem o que se espera ser, como um ambiente hospitalar, por exemplo, revelando-se bem diferente daquele que o espectador também imaginava.

A personagem principal passa a maior parte do filme em interação com MILO, IA que comanda a cápsula. Nas cenas iniciais da película, a IA comunica-se com ela apenas respondendo aos seus comandos de voz, exigindo, para alguns deles, uma senha de administrador. Sem saber quem é e acreditando estar no subsolo de algum hospital, Liz, após solicitar à MILO que ligasse para a emergência, informou suas condições ao atendente (capitão Moreau, interpretado por Eric Herson Macarel), mas sua ligação foi encerrada. A partir daí, ela investiga nas redes sociais por um nome que vem à sua mente, Liza, pois até o momento ela era tratada por MILO apenas como *Omicron 267*. Procurando em suas lembranças, ela é levada por *flashes* de memória, que a remetem a um laboratório e a pesquisas ainda não interpretadas. Com o tempo, Liz lembra ter um esposo, Leo Ferguson, e pede que MILO procure informações sobre ele.

Ao encontrar um número telefônico, Hansen liga esperando ouvir Leo, no entanto, é atendida por uma senhora que se mostra assustada ao perceber quem fala, desligando em seguida. Quanto mais a personagem relembra, a certeza de que Leo é seu amor parece clara para ela, um sentimento ainda não compreendido, mas existente.

Durante a tensão agoniante de se encontrar em uma cápsula com pouco oxigênio, e diante de poucas respostas em suas ligações, Liz aumenta ainda mais o seu consumo de oxigênio, sendo alertada por MILO, que a recomenda um calmante. Entre as recusas e o tempo passando, a IA percebe alterações que podem prejudicar o *Omicron 267*, tentando, assim, injetar o medicamento calmante mesmo sem o consentimento de Liz (figura 10.3).

O tempo passa, a quantidade de oxigênio fica crítica, e as chances de sair do local diminuem. Enquanto as lembranças e pesquisas levam Liz a descobrir que é uma renomada cientista, o socorrista retorna a sua ligação, desmentindo todas as informações encontradas, principalmente de que ela era casada. Isso a deixa irritada, fazendo com que encerre a ligação e comece a procurar meios de abrir a cápsula, até que uma nova chamada é recebida, que se revela ser da mesma senhora que havia desligado o telefone quando Liz ligou para Leo.

Decidida a abrir a cápsula, Liz indaga a senhora na linha sobre o código necessário para isso, no entanto, é alertada a não a abrir, já que, segundo a senhora, a cápsula se encontra em uma nave em viagem para outro planeta. Liz procura, então, funções para serem desligadas em sua cápsula, de modo que o suporte à vida seja reiniciado e a quantidade de oxigênio seja o suficiente para completar a viagem.

A senhora (que depois Liz descobre ser a sua matriz, uma vez que ela é um clone) é a criadora do projeto, auxiliando-a a analisar que sistemas poderiam ser desligados, mas, com o tempo escasso, o nível de oxigênio começa a ficar cada vez mais crítico. Porém, antes disso acontecer, a ligação é interrompida por pessoas que entram no apartamento da "verdadeira" Elizabeth para impedi-la de realizar qualquer comunicação com a nave, sobrando-lhe tempo apenas para dizer: "Procure o Leo".

Na busca por sistemas que poderiam ser desligados para o direcionamento aos sistemas prioritários da cápsula, Liz busca em suas memórias algo que a pudesse auxiliar, de modo que vêm à sua mente a lembrança de Leo estar hospitalizado por causa de uma grave doença (figura 10.4), fazendo com que a personagem solicite à MILO que procure pelo *Omicron* 042, que ela lembrou se tratar da unidade de Leo. Mas antes, ela solicitou visualizar as outras unidades, vendo com seus próprios olhos o que a senhora no telefone havia lhe dito.

Depois de saber que Leo está bem em sua unidade criogênica, ela descobre, ao reproduzir a ligação recebida, que se trata de um clone de Elizabeth Hansen, contendo também as suas memórias. A personagem reflete sobre sua vida de 102 minutos (passados desde que acordou dentro da cápsula), decidindo viver. Para tanto, ela desativa as funções secundárias da cápsula, permitindo o foco nas funções que pudessem fazê-la sobreviver, mas o nível de oxigênio ainda era crítico (figura 10.5), podendo não ser suficiente para a sua reanimação do sono criogênico assim que chegassem ao planeta que iriam colonizar.

Depois de ter a ideia de desviar o oxigênio das outras cápsulas perdidas para a sua própria, Liz solicita a MILO que o faça, e este responde que o procedimento levará mais tempo do que a quantidade de oxigênio na cápsula de Liz, recomendando colocá-la em sono criogênico para que ela pudesse sobreviver. Enquanto o procedimento de sono criogênico é realizado, Liz solicita a MILO que explique sobre o planeta para onde irão. Depois de explicar todo o procedimento da viagem espacial, como eles deveriam pousar no planeta e sobreviver nele, a IA inicia o procedimento de sono criogênico, cobrindo Liz com a membrana sintética. No final do filme, Liz se encontra com Leo no novo mundo, depois que a nave espacial chega ao seu destino.

3º Passo: Análise das relações que envolvem a imagem: Autor x contexto x leitor

O cineasta francês Alexandre Aja (após realizar obras brutais como: Viagem Maldita, Alta Tensão e Predadores Assassinos) desenvolveu, em "Oxigênio", uma película muito mais reflexiva e emblemática, mas, ao mesmo tempo aterrorizante, já que prende o espectador de tal modo a despertar nele a sensação de claustrofobia, pânico e tensão. O observador consegue, com o filme, se imaginar preso em uma cápsula sem saber onde está ou quem é, despertando também diversos outros sentimentos.

Ademais, o título "Oxigênio" já nos remete, em certa medida, à situação pandêmica em que estamos vivenciando. Gravado e finalizado em 2021, o filme contou com um elenco enxuto, na qual a narrativa envolve-se muito mais em torno da personagem principal (Elizabeth Hansen) e da IA (MILO); sendo assim, o enredo, escrito em 2017, se encaixou muito bem no panorama atual, já que, diante dos desafios de gravação com grandes elencos, o filme contou com uma produção reduzida, sendo uma opção de filmagem muito adequada em meio à pandemia de SARS-CoV-2 (COVID-19), ocasionada pelo novo coronavírus.

Diante deste contexto, o filme nos faz refletir sobre o momento em que estamos vivendo, já que um de seus temas principais é a necessidade de colonização extraterrestre, sendo que, entre diversos motivos, as doenças virais que acometem a população, ocasionando a falta de oxigênio, por exemplo, parecem ser uma das causas que levaram os personagens, no filme, a

desenvolver clones livres da doença, capazes de serem enviados para colonizar outro planeta, garantindo a sobrevivência da espécie humana.

A colonização espacial só é possível, na película, porque a humanidade conseguiu desenvolver uma tecnologia capaz de auxiliar o homem neste intento de colonização, uma inteligência artificial capaz de guiar a espécie humana (representada pelos clones em suas diversas cápsulas criogênicas) através do espaço até a chegada ao novo mundo.

A IA que conhecemos na atualidade diz respeito a aparatos tecnológicos que desenvolvem padrões comportamentais semelhantes aos padrões humanos. Ou seja, ela seria uma máquina (programa ou plataforma) capaz de imitar ou simular os comportamentos humanos diante de situações semelhantes às que o homem está inserido.

A construção de máquinas com estas prerrogativas já se encontra na literatura desde a Antiga Grécia, com as narrativas de Homero e Hesíodo, que descrevem estátuas que "ganhavam vida", isto é, que se comportavam como os seres humanos. Além disso, diversos mecanismos autômatos foram desenvolvidos ao longo da história humana, a ponto de imaginar comportamentos que se assemelham aos do homem ou de animais.

Todavia, a IA como campo de pesquisa capaz de gerar conhecimentos que pudessem desenvolver equipamentos tecnológicos que simulasse os comportamentos humanos surge apenas depois da Segunda Guerra Mundial, principalmente depois dos avanços tecnológicos desenvolvidos durante a guerra.

Antes da guerra, porém, já haviam importantes teóricos investigando concepções matemáticas e mecânicas capazes de estabelecer conexões linguísticas que pudessem desenvolver operações, gerando máquinas capazes de processar informações. Um dos responsáveis pelas principais concepções matemáticas e pelas descobertas que levaram à construção dos computadores modernos foi Alan Turing, que, em um artigo de 1936 (*Sobre números computáveis),* concebeu uma máquina teórica que se tornaria o modelo abstrato dos modernos computadores. Turing, em meio à Segunda Guerra, auxiliou o exército britânico na construção de máquinas físicas que procuravam quebrar e decifrar os códigos do exército alemão. Estas máquinas tinham, de certa forma, um princípio semelhante à sua máquina abstrata.

A área da Ciência de Dados e da própria Inteligência Artificial, entretanto, começou a despontar a partir de um encontro de pesquisadores, em 1948, dispostos a desenvolver os conhecimentos que levaria a criar novas máquinas capazes de realizar diversas funções que, até então, só a cognição humana conseguia. Segundo Teixeira (1990, p. 8):

> No fim da Segunda Guerra Mundial, os cientistas já tinham registrado importantes invenções na área eletrônica, além de pesquisas sobre mecanismos que imitavam ações humanas e estudos sobre o cérebro humano desenvolvidos por médicos e por psicólogos. Isso os levou a programar um encontro nos Estados Unidos, onde pesquisadores dessas áreas apresentaram suas descobertas, numa primeira tentativa de reuni-las e compor algo parecido com uma ciência geral do funcionamento da mente humana. Esse encontro ficou conhecido como o Simpósio de Hixon, e aconteceu em 1948.

O Simpósio de Hixon, além discutir as teorizações desenvolvidas por Turing e por outros cientistas da computação, reuniu também psicólogos, neurofisiológicos e engenheiros, "[...]

que perceberam que o modo como estão dispostas as células do nosso cérebro (neurônios), ligadas através de fios nervosos minúsculos, é semelhante ao circuito elétrico de um computador eletrônico" (TEIXEIRA, 1990, p. 8). Este evento e suas discussões, portanto, levaram os estudiosos não só a uma analogia do cérebro humano com o computador, mas também à percepção de que a máquina poderia imitar o comportamento humano.

Nos anos que se seguiram, desde a década de 1950, diversas inovações surgiram com o evidente intuito de construir programas e máquinas que pudessem desenvolver tarefas que antes eram desempenhadas apenas pelo homem, exemplos disso, são programas como: "O teórico da lógica", que demonstrava automaticamente teoremas matemáticos; "Doctor", que simulava uma consulta com um psicanalista; e "Elisa", que imitava uma autêntica conversa humana, baseada em perguntas e respostas (que atualmente se tornaram tão sofisticados que auxiliam empresas no primeiro atendimento ao cliente, são os chamados "*chatbots*").

Desde então, a tecnologia, e com ela a IA, se desenvolveu a tal ponto que já começamos a ter dificuldades para discernir com clareza os limites do ser humano e o alcance das máquinas. Tornamo-nos tão dependentes das máquinas, principalmente dos computadores, que já não conseguimos diferenciar com clareza o que é IN e o que é IA.[5]

Embora a IA esteja em um estágio avançado de desenvolvimento[6], e que em alguns momentos tenhamos dificuldades em diferenciá-la da IN, não podemos dizer que ela seja uma inteligência totalmente autônoma, isto é, capaz de ser consciente de si mesma ou do que a cerca. Nesse sentido, ela ainda está subordinada à IN, já que ela depende da programação para a qual foi gerada.[7] O mesmo ocorre com MILO, a IA que comanda a nave espacial onde estão localizadas as cápsulas criogênicas, das quais uma delas se encontra a personagem principal do filme.

MILO é uma IA capaz de operar a tecnologia que levará os clones para um novo mundo, se apresentando individualmente (como no caso da conversa com Liz), quando necessário, sem deixar de lado todo o processo de controle da nave e das outras cápsulas. Nesse sentido, podemos entender MILO subordinada à sua programação, diferente de uma IA totalmente autônoma, que podemos dizer ser conscientes, como ocorre em outros filmes de ficção científica (Hal de *2001, uma odisseia no espaço*; Sonny de *Eu, robô*; David de *A.I., Inteligência Artificial*; etc.).

5. Interessante notar que Turing, em um artigo de 1950 (*Computação e Inteligência*), já havia previsto tal situação e desenvolveu um teste para auxiliar na compreensão da IA como simulação da inteligência humana, ficou conhecido como "Teste de Turing" (ou como o próprio Turing propunha em seu artigo "Jogo da Imitação").

6. A exemplo disso podemos citar as plataformas em nuvem capazes de realizar tarefas e construir aplicativos, como o Watson, da IBM, que pode auxiliar na construção de sistemas cognitivos que podem melhorar processos em empresas e até mesmo "aprender" e desenvolver padrões com os dados inseridos na plataforma.

7. Essa é uma discussão filosófica profunda dentro das Ciências Cognitivas desde o século passado, já que, de um lado, os materialistas acreditam ser possível a replicação completa daquilo que chamamos de "consciência" na máquina, pois postulam que os processos mentais nada mais são do que processos físicos no cérebro. Por outro lado, os dualistas de propriedades acreditam que essa replicação não é possível, dado o fato de que só o homem seria capaz de desenvolver processos mentais supervenientes aos processos físicos. Para uma compreensão mais aprofundada desta discussão, conferir: Teixeira, 1998.

Apesar das possibilidades discutidas no filme, da viagem espacial a partir da utilização de uma IA para monitorar os clones, na atualidade esta tecnologia disruptiva[8] é utilizada em sistemas especialistas, que são capazes de tomar decisões, como o financeiro de uma empresa, tendo papel de análise contra fraudes, assim como na otimização e análise de créditos. Na Robótica, auxiliam na realização de tarefas físicas, como os utilizados na linha de montagem automobilística. Nesta área, ainda temos os veículos não tripulados, ou mesmo os ambientes inteligentes, como as casas equipadas com sensores e efetuadores, todos operando por meio da IA (GOMES, 2010).

Neste panorama, percebemos que a IA está mais próxima de nós do que imaginamos, nas redes sociais, por exemplo, realiza a avaliação do comportamento do usuário a partir de um logaritmo. Dessa maneira, ao analisar o conteúdo digital, verifica os hábitos do público e recomenda o que os consumidores têm maior possibilidade de comprar, dando suporte, assim, ao *marketing*.

Além de tudo, junto a outras tecnologias (como: a internet das coisas, a impressora 3D, os drones, a realidade aumentada), a IA tem colaborado para a chamada Quarta Revolução Industrial. Para Cardoso (2016), neste período de industrialização, os processos tornam-se cada vez mais inteligentes, pois, além da automação, os equipamentos comunicam-se entre si e possuem capacidade decisiva.

Diante de tanta inovação, considerando as possibilidades e problemas relacionados à "Indústria 4.0", podemos dizer que é evidente que as revoluções industriais trouxeram e ainda trazem consigo modificações, no entanto, seus impactos também são visíveis na mudança da organização da sociedade, nos modos de produção, trabalho, etc.

As tecnologias disruptivas, por sua vez, podem ser utilizadas em salvamentos, monitoramentos, pesquisas, como no caso dos drones, na criação de órgãos artificiais, por meio das impressoras 3D, na conexão entre objetos, com a internet das coisas. Mas, também aumentam a utilização de matéria prima, como os minerais e o petróleo (combustíveis fósseis), na sua geração e transporte, levando ao consumismo desenfreado. Sem contar que, no momento em que vivemos, a IA tem sido utilizada para fins escusos, como a proliferação de *Fake News*.

4º Passo: Análise interpretativa do leitor

Nenhum computador tem consciência do que faz,
Mas, na maior parte do tempo, nós também não.
Marvin Minsky

A análise interpretativa começa com uma citação de Marvin Minsky, renomado cientista cognitivo norte-americano, como epígrafe (*The Society of Mind*, 1985). Esta frase representa o cerne da discussão referente à diferença entre IA e IN (até que ponto podemos dizer se

8. São chamadas tecnologias disruptivas aquelas que quebram os padrões, ou seja, novidades que transformam radicalmente as sociedades.

realmente há diferenças entre elas?), já que diz respeito à dimensão da mente, seja ela humana ou artificial, que tem consciência de mundo e de si mesma.

O filme "Oxigênio" (figura 10.1) retrata, logo na primeira cena escolhida (figura 10.2), esta dimensão desde um ponto de vista da IN, afinal, trata-se de um ser humano despertando, acordando de um sono criogênico. Não é sem propósito que denominamos esta cena de "Despertar", afinal, ao despertarmos estamos saindo de um estado de inconsciência para um estado consciente, do sono para a vigília. Essa passagem pode representar também a passagem de um mundo a outro, afinal, quando abrimos nossos olhos toda manhã, abrimos nossa consciência para o mundo presente, deslocando-a do mundo dos sonhos no qual nos encontrávamos.

Essa discussão é emblemática ao se pensar que a personagem principal, ao acordar de seu sono criogênico, despertou para a vida, já que ela foi desenvolvida em laboratório, por se tratar de um clone da pesquisadora Elizabeth Hansen. Com isso, presumimos que o seu sono criogênico fosse o seu período de gestação dentro do sistema de clonagem e o seu despertar representaria o seu nascimento para o mundo. Ao nascer prematura (já que acorda dentro da cápsula, e não depois de chegar no planeta que iriam colonizar, como os outros clones), ela precisa se adaptar para compreender quem é, onde está e por que está ali antes que o oxigênio termine (principais teses exploradas no início do filme).

A consciência é um tema de profunda implicação filosófica nas discussões dos projetos de IA desenvolvidos mundo afora[9], fomentando não só uma reflexão sobre a natureza dos processos mentais, mas também as dimensões éticas sobre o possível "despertar" da máquina para uma vida consciente. Nesse sentido, o "despertar" da personagem principal do filme (como um clone) dentro da cápsula criogênica nos remete também ao questionamento acerca do "despertar" como consciência (seja ela de um clone ou mesmo da máquina). Afinal, quais seriam as implicações ética, jurídicas, sociais, culturais, científicas, tecnológicas, etc. que este "despertar" desencadearia no mundo como o conhecemos?

Esta é uma questão que precisamos ter em mente quando pensamos em IA (e até mesmo em clonagem de seres humanos), gerando debates interdisciplinares, controversos e com profundo enfoque CTS já que a IA e a IN podem, em algum momento, entrar em conflito, seja pela programação fechada da IA não autônoma (figura 10.3), ou pelos interesses de uma IA autônoma e consciente de si mesma (como ocorre em outros filmes de ficção científica, por exemplo: Matrix; Eu, Robô; 13º Andar; etc.).

As diversas possibilidades trazidas pela tecnologia e seus impactos na sociedade tornam o assunto relevante nos diversos níveis educacionais. Até porque, ao considerarmos a sua presença em nosso cotidiano, é necessário entendermos melhor o seu papel, bem como dos: "[...] aspectos psicológicos e afetivos do consumismo" (BRASIL, 2018, p. 574). Assim,

9. Alguns exemplos são: 1) o Watson, da IBM (International Business Machines Corporation), que reúne pesquisadores do mundo todo em uma plataforma em nuvem; 2) o ICube, sediado na Universidade de Estrasburgo (França), mas que reúne profissionais de diversos países da Europa; 3) o Cog, do MIT (Massachusetts Institute of Technology), que reunia pesquisadores de diversas áreas do instituto, inclusive o renomado filósofo e cientista cognitivo Daniel Dennett; entre tantos outros que começaram a se desenvolver com a virada do milênio.

precisamos analisar como os instrumentos tecnológicos, no caso a IA, se alinham à semiótica publicitária, na construção de elementos persuasivos.

Os temas suscitados nos parágrafos anteriores podem fomentar discussões, debates e estratégias didáticas que visem desenvolver habilidades argumentativas e reflexivas nos estudantes. Dessa forma, o tema da IA, apesar de ser um conteúdo acadêmico abordado apenas em alguns cursos do Ensino Superior, pode ser trabalhado no Ensino Médio com certa ponderação, haja vista se tratar de um tema que desperta a curiosidade dos alunos e que pode servir de incentivo para a introdução de diversos conteúdos escolares, desde aqueles da matemática (na compreensão dos cálculos envolvidos na confecção da IA, como o cálculo proposicional, por exemplo), até os da biologia (já que a compreensão do funcionamento da IA nos permite também compreender a IN), passando pela física, a química, a filosofia, etc.

No caso do Ensino Fundamental, baseando-se na habilidade EF07CI11, descrita na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), podemos associar o tema da IA à unidade temática Vida e Evolução, da disciplina de Ciências: "Analisar historicamente o uso da tecnologia, incluindo a digital, nas diferentes dimensões da vida humana, considerando indicadores ambientais e de qualidade de vida" (BRASIL, 2018, p. 347). Tal objetivo nos leva a considerar que é possível executar atividades que reconheçam as ferramentas tecnológicas atuais, bem como a identificação das vantagens e desvantagens da IA.

Nessa conjunção, o tema de IA é muito representativo para uma discussão com enfoque CTS, pois não podemos sequer conceber a IA como campo de pesquisa se esta relação não se apresentar de modo substancial, já que ela envolve os conhecimentos de diversas ciências, se apresenta como mecanismo tecnológico e está completamente envolta na sua relação com a sociedade. Nesse sentido, ela é um processo de compreensão da própria inteligência humana (IN) e do modo como ela se relaciona com as coisas do mundo.

Na intenção de um ensino voltado para a discussão de temas controversos para uma formação na abordagem CTS, e apoiados na concepção de Aikenhead (1992) - de que a tecnologia está relacionada com o desenvolvimento do conhecimento, e que os alunos estão mais inseridos no mundo tecnológico do que científico, de modo que as questões sociais estão associadas em primeiro lugar com a tecnologia -, podemos considerar que a análise da obra, diante das questões suscitadas anteriormente, incentiva à argumentação, pressuposto da educação científica. Dessa forma, as abordagens educacionais, que por ventura utilizem o filme "Oxigênio" como base, podem estimular atividades que tenham como objetivo um processo educativo voltado para a formação social. Esta perspectiva de uma prática docente voltada para os pressupostos da educação científica, exige uma visão do todo, ou seja, uma visão que analisa os reflexos dos processos sociais, econômicos, ambientais, tecnológicos, ideológicos, culturais, etc.

Assim, o tema da IA, dentro do contexto explorado no filme, possibilita que o professor reflita com os alunos sobre assuntos muito discutidos na mídia e nas redes sociais da atualidade, tais como: a ação do homem (que julga ser "consciente") no meio ambiente, gerando a poluição atmosférica e a proliferação de doenças transmitidas pelo ar, como pode ser percebido na terceira cena "Doença" (figura 10.4); a necessidade de buscar "novos" planetas para habitar e garantir a continuidade do homem, já que a biosfera terrestre pode, a qualquer momento, deixar de ser um ambiente saudável para a espécie humana, como pode

ser percebido como enredo de fundo do próprio filme; e o fato de o oxigênio estar acabando (figura 10.5), como alusão à própria transformação da espécie humana, na medida em que cada vez mais nos tornamos um com a IA, possibilitando novos formas de inteligência e novas formas de concepção física do homem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O panorama pandêmico que demanda atenção ao meio ambiente e à saúde, em que o professor teve que se relacionar com a tecnologia em outro nível de envolvimento, permitiu novas reflexões sobre o modo como nos relacionamos com a tecnologia e com a IA a elas ligadas. Além disso, a contextualização como princípio norteador para o ensino de ciências precisa ser entendida para além da simples utilização do cotidiano como exemplificador do conteúdo (WARTHA et al., 2013), fazendo com que a própria prática docente precise ser reavaliada. Diante disso, o emprego da análise fílmica em sala de aula é um modo contextual de abordagem dos conteúdos. No entanto, para Silva Junior (2018) esta utilização demanda do professor procedimentos metodológicos específicos que envolvem desde a escolha até as relações do filme como conteúdo. Entre as diversas relações possíveis cabe ao docente avaliar as integrações necessárias. Nesta vertente, ao concretizar seu currículo, o docente deve analisar as questões que envolvem o enfoque CTS, buscando uma discussão de valores que contribuam para a formação cidadã (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Sendo assim, as perguntas que remetem ao contexto atual da IA dentro de uma análise CTS, fomentadas pela leitura fílmica da película "Oxigênio", são úteis para a compreensão da inserção da tecnologia na sociedade, já que a IA está em grande parte dos aparatos tecnológicos atuais, fazendo com que estejamos sempre nos comunicando com ela e por meio dela, desenvolvendo comportamentos que não teríamos sem sua presença em nossas vidas. Também, desenvolvemos conhecimentos e procedimentos que não conseguiríamos se quer imaginar sem o auxílio da IA em diversas pesquisas. Assim, é de suma importância uma reflexão que permita questionarmos os limites e os alcances da IA na vida e no próprio desenvolvimento da inteligência humana.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. The Integration of STS into Science Education. **Theory Into Practic**, Winter, v. 31, n. 1, 1992.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC>. Acesso em 25 jun. 2021.

CARDOSO, M.O. **Indústria 4.0:** a quarta revolução industrial. 2016. Monografia (Curso de Especialização em Automação Industrial), Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

GOMES, D.S. Inteligência Artificial: Conceitos e aplicações. **Revista olhar científico**, v. 1, n. 2, p. 234-246, 2010.

MINSKY, M. **The Society of Mind**. New York: Simon & Schuster, 1985.

OXIGÊNIO. Direção: Alexandre Aja. Produção de Echo Lake Entertainment. França e Estados Unidos: Netflix, 2021. NETFLIX.

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**, v. 2, n. 2, 2002.

SILVA, J. A. P.; NEVES, M. C. D; MELO, M. G. A.; LAURINDO, A. P. **Imagens na Educação Científica:** uma abordagem CTS. In: LAURINDO, A. P.; SILVA, J. A. P.; NEVES, M. C. D. Educação para a ciência e CTS: um olhar interdisciplinar. Ponta Grossa: Texto e Contexto, 2020. E-book. Disponível em: <https://www.textoecontextoeditora.com.br/ produto/detalhe/educacao-para-a-ciencia-e-ctsum-olharinterdisciplinar/47>. Acesso em: 27 jun. 2021.

SILVA JUNIOR, N. **Ciência e cinema**: um encontro didático pedagógico em Anjos e Demônios e O Nome da Rosa. 2018. Tese (Doutorado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2998/1/PG_PPGECT_D_Silva%20Junior%2C%20Nelson_2018.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2021.

TEIXEIRA, J.F. **Mentes e máquinas**: uma introdução à ciência cognitiva. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

TEIXEIRA, J.F. **O que é inteligência artificial**. São Paulo: Brasiliense, 1990.

TURING, A. Computação e Inteligência. In: TEIXEIRA, J.F. **Cérebros, máquinas e consciência**. São Carlos: Edufscar, 1996.

TURING, A. On Computable Numbers, With an application to the Entscheidungs problem. **Proceedings of the London Mathematical Society**, Series 2, Volume 42, 1936. Disponível em: <https://www.abelard.org/turpap2/tp2-ie.asp>. Acesso em: 24 jun. 2021.

WARTHA, E.J.; SILVA, E.L.; BEJARANO, N.R.R. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química Nova na Escola**, n. 2, p. 84-91, 2013.

Capítulo 11

LEITURA FÍLMICA COM ENFOQUE CTS (CIÊNCIA/TECNOLOGIA/SOCIEDADE) – *O JOGO DA IMITAÇÃO* (2014)

Jéssica Rodrigues de Oliveira[1]
Elen da Rosa Silva[2]
Fernanda Veronica Fleck Pereira[3]
Laila Andrade Sturmer[4]

Figura 11. 1: Cartaz do filme 'O Jogo da Imitação'. 2014. Direção de Morten Tyldum.



Fonte: O Jogo da Imitação (2014).

1. Licenciada em Matemática e Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática – PPGECEM/UEPG – Ponta Grossa – Pr. E-mail: jessica_ro_oli@hotmail.com

2. Licenciada em Matemática e Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática – PPGECEM/UEPG – Ponta Grossa – Pr. E-mail: elen.rosa98@gmail.com

3. Licenciada em Biologia e Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática – PPGECEM/UEPG – Ponta Grossa – Pr. E-mail: fleckvfernanda@gmail.com

4. Licenciada em Matemática e Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática – PPGECEM/UEPG – Ponta Grossa – Pr. E-mail: lailasturmer@gmail.com

INTRODUÇÃO

Este trabalho é resultado de uma atividade realizada na disciplina de Ciência Tecnologia, Sociedade e Ensino de Ciências, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECEM/UEPG. Foi realizado por quatro discentes, sendo três Licenciadas em Matemática e uma Licenciada em Biologia. Escolheu-se realizar a análise do filme *O Jogo da Imitação* (2014) por observar relação direta com as áreas de formação das autoras.

O filme é baseado no livro *Alan Turing: the enigma*, de *Andrew Hodges.* (Figura 11.1) É uma cinebiografia do cientista, matemático e criptoanalista britânico Alan Turing, considerado o pai da computação e da inteligência artificial, criança prodígio, atleta olímpico, gênio incompreendido. A trama retrata momentos do passado e presente do personagem, a maior parte se concentra no período da segunda guerra, onde Alan demonstra o seu alto potencial e criatividade ao desenvolver um equipamento que decifra, em tempo real, mensagens criptografadas, a partir da máquina Enigma[5], transmitida pelos alemães. O longa-metragem não aborda apenas a genialidade de Alan Turing e de sua equipe. Outros assuntos também são enfatizados, como: a homossexualidade do protagonista, a igualdade de gênero, o papel da mulher na trama e outros aspectos que podem ser relacionados com os dias atuais. Para realizar a análise do filme, tendo como enfoque a Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), foram escolhidos frames que possibilitam realizar discussões sobre os vários aspectos que podem ser abordados com o filme.

O Jogo da Imitação (figura 11.1) – título original *The Imitation Game* – é um filme britânico-estadunidense de 2014, cujo gênero é suspense e drama histórico-biográfico. O filme foi produzido pelas *Black Bear pictures* e *Bristol Automotive,* seus direitos de distribuição foram comprados pela *The Weinstein Company,* por cerca de sete milhões de dólares. A direção do filme é de Morten Tyldum, com roteiro de Graham Moore, inspirado na vida do matemático Alan Turing e baseado no livro biográfico *Alan Turing: The Enigma*. O elenco principal é formado por Benedict Cumberbatch; Keira Knightley; Matthew Goode; Mark Strong; Charles Dance; Allen Leech; Matthew Beard; Rory Kinnear.

O longa-metragem, com 114 minutos, teve oito indicações ao *Oscar* (2015), mas ganhou apenas na categoria de melhor roteiro adaptado, além de cinco indicações ao Globo de Ouro (2015), não levando nenhum prêmio. O título do filme refere-se ao nome do teste de Turing sobre inteligência artificial, de 1950, em que o matemático se questionava se máquinas poderiam pensar e se comportar como os humanos.

ANÁLISE DO FILME: O JOGO DA IMITAÇÃO

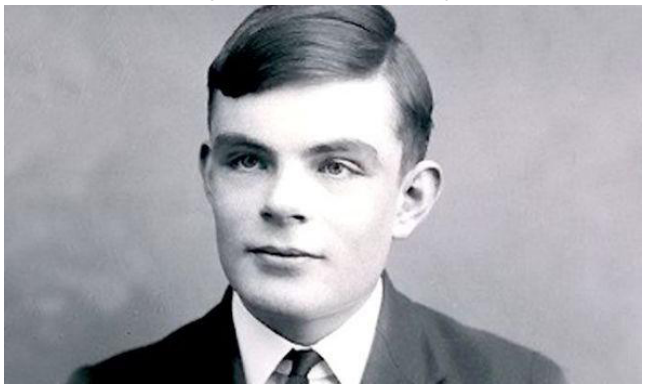
A análise realizada apresenta, primeiramente, o contexto do filme e as cenas selecionadas para análise. Depois é realizada uma descrição das informações de cada frame selecionado. Por fim, são apresentadas as possíveis relações do filme com o enfoque CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade).

5. Enigma era uma máquina de criptografia supostamente inquebrável, utilizada pelos alemães para enviar mensagens durante a 2ª guerra mundial.

Inicia-se com uma breve descrição do contexto do filme e dos protagonistas. O filme inicia no ano de 1951, com policiais investigando uma possível invasão na casa de Turing, que dispensa os policiais, afirmando que houve um engano e que sua casa não havia sido invadida. Os policiais, intrigados com o comportamento do matemático, decidem interrogá-lo, com medo de que fosse um espião. Turing então revela que fez parte de um projeto secreto da inteligência britânica em Bletchley Park[6], uma antiga instalação militar secreta.

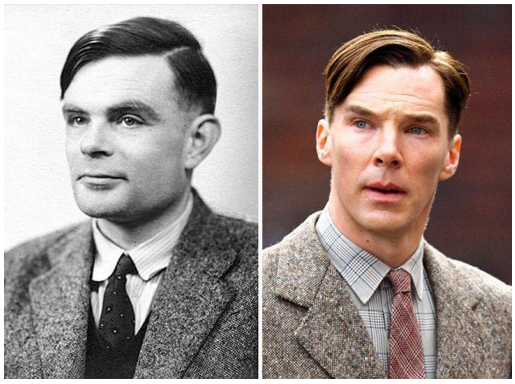
O protagonista do filme é Alan Turing (figura 11.2), interpretado pelo ator Benedict Cumberbatch (figura 11.3). Alan Mathison Turing nasceu no ano de 1912, em Londres, na Inglaterra, estudou em vários colégios e sempre demonstrou grande facilidade em matemática. Em 1934 graduou-se em matemática pela Universidade de Cambridge, nos anos seguintes propôs um modelo teórico de como a simular a computação algorítmica, que pode ser considerado um modelo abstrato do computador atual. Por volta de 1938, estudou na Universidade de Princeton, onde obteve seu PhD, neste período, além de seu estudo puramente matemático, estudou criptografia.

Figura 11. 2: Alan Turing.



Fonte: Wikipédia (2021).

Figura 11.3: Benedict Cumberbatch.



Fonte: O Jogo da Imitação (2014).

Com o início da 2ª guerra mundial, no ano de 1939, Turing comandou uma equipe de matemáticos e criptoanalistas, em Bletchley Park, com o intuito de decifrar mensagens criptografadas da máquina alemã chamada 'Enigma'. Para tanto, o matemático e sua equipe, Hut 8 (figura 11.4) – com a qual, segundo o filme, Alan teve inicialmente problemas de interação, devido ao seu temperamento difícil –, criaram uma máquina eletromecânica chamada 'A Bomba' (figura 11.5), que se tornou a principal ferramenta para interceptar mensagens codificadas pela 'Enigma'. A criação da máquina possibilitou que os ingleses e seus aliados pudessem prever os ataques dos inimigos, fato que fez com a guerra fosse reduzida em aproximadamente dois anos, reduzindo também o número de mortos.

6. Atualmente Bletchley Park é um museu e um espaço para eventos.

Figura 11.4: Alan e sua equipe.

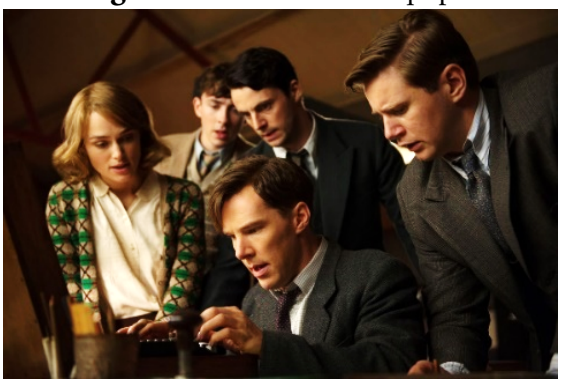
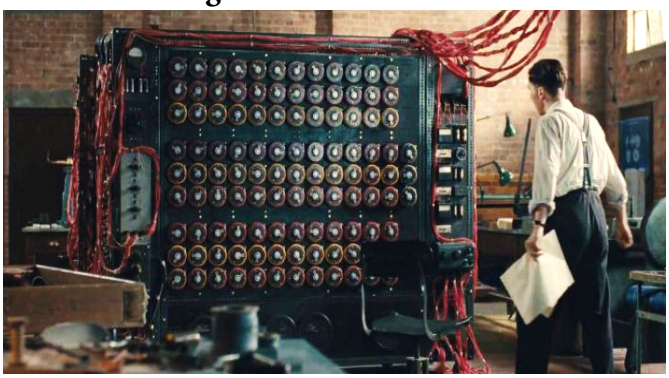


Figura 11.5: "A bomba".



Fonte: O Jogo da Imitação (2014).

Outra personagem muito importante no filme, e para a criação da máquina, foi Joan Clarke (figura 11.6), interpretada por Keira Knightley (figura 11.7), que não era a única mulher que atuava em Bletchley Park, mas era a única da equipe Hut 8, comandada por Turing. Joan ajudou no desenvolvimento de aceleração do mecanismo criado por Alan Turing, o que possibilitou que a quebra dos códigos fosse realizada praticamente em tempo real, permitindo a antecipação das ações dos militares.

Figura 11.6: Joan Clarke.



Fonte: Lima (2020).

Figura 11.7: Keira Knightley.



Fonte: O Jogo da Imitação (2014).

Apesar de sua grande contribuição, Joan não teve seu 'destaque' reconhecido de imediato, apenas em 1947, a matemática e criptoanalista teve suas contribuições reconhecidas e tornou-se membro da Ordem do Império Britânico. No filme, e na vida real, Clarke e Turing foram noivos durante alguns meses, e logo que Turing revelou sua homossexualidade, os dois mantiveram a amizade até a morte do matemático.

Após o final da guerra, Turing foi trabalhar em outro organismo de espionagem da Inglaterra, o MI6, onde construiu o cérebro eletrônico. No final do filme, a investigação que estava sendo realizada - após a suspeita dos policiais em relação ao comportamento do matemático com a suposta invasão de sua casa - foi concluída e o governo britânico condenou Alan Turing por "grave incidência", devido a sua homossexualidade. Ele teve, então, que se submeter à vigilância ostensiva e a um tratamento hormonal – castração química – para

reprimir seus impulsos sexuais. Após um ano de tratamento, Turing cometeu suicídio, fato definido pela corte oficial, porém, esse veredito tem sido questionado.

ANÁLISE IMAGÉTICA DOS FRAMES DO FILME

Apresenta-se neste item a análise dos frames selecionados. A seleção dos frames se deu por meio de cenas que permitem relacionar o contexto do longa-metragem com diferentes aspectos que podem ser observados. A análise de cada frame será realizada seguindo as etapas de uma ficha de análise fílmica (ROCHA, 2021), que é um instrumento específico para análise de filmes com enfoque CTS.

Esta ficha é composta de três etapas. A primeira, se caracteriza como a "fase seletiva", que descreve todas as informações técnicas do filme escolhido, sendo que esta etapa já foi realizada nas seções anteriores. Na segunda etapa, realiza-se a descrição dos elementos dos frames selecionados. Por fim, a última etapa é a fase interpretativa e das interações do filme com o enfoque CTS.

A análise de cada frame será realizada seguindo os passos da Leitura de Imagem Interdisciplinar (LI²) de Silva e colaboradores (2020, p. 165), em que é proposta uma análise composta de quatro passos: "análise da forma, análise do conteúdo, análise das relações que envolvem a imagem (autor versus contexto versus leitor) e análise interpretativa do leitor."

Sobre a análise de imagens com enfoque CTS, Silva e colaboradores (2020) destacam que se deve, primeiro, selecionar a imagem – em nosso caso as imagens selecionadas são os frames –; analisá-la; planejar o uso da imagem; para então realizar a leitura da imagem. Cada um dos passos de análise e seleção das imagens permite refletir sobre sua potencialidade CTS, baseado nos objetivos do enfoque CTS no ensino.

O primeiro frame selecionado refere-se ao personagem principal. Quanto à **análise da forma**, é possível observar que a cena se passa em uma tarde composta de muita luminosidade, o personagem (figura 11.8) se encontra com roupas claras, sendo ele em principal foco, onde observa-se também a máquina em construção, no plano de fundo, desfocada. Apresenta objetos tridimensionais, as luminárias com formas retangulares, os componentes da máquina, como círculos ordenados por cores e alinhados, os fios com suas curvas e as paredes, que lembram retas.

Figura 11.8: Personagem principal (53'23").



Fonte: O Jogo da Imitação (2014).

Quanto ao **conteúdo**, o frame analisado apresenta algumas formas geométricas, como retângulos e círculos, linhas, móveis e equipamentos. Além disso, expressa a representação

do corpo humano, do personagem principal em um momento de concentração. Todas essas representações são tridimensionais e aproximam-se da realidade. Na cena, o personagem já realizou diversos testes na máquina, mas ainda não havia conseguido desvendar a criptografia dos alemães. A junção das formas dos componentes (círculos), os fios (linhas) compõem a máquina 'The Bombe', grande produto que está para funcionar e com ele decodificar os códigos da 'Enigma'. Um grande avanço para a Tecnologia, intimamente ligado com a busca de conhecimentos que o grupo fez, socializando o que cada um pode contribuir, fazendo Ciência, descobrindo algo novo e depois fazendo mudanças nos rumos da Guerra.

Sobre as **relações que envolvem a imagem: autor x contexto x leitor**, é possível observar que a imagem passa para os leitores a decepção que o personagem principal tem por não obter o resultado desejado. A cena em que se passa a imagem, possibilita que o leitor perceba o contexto da época, tempo em que estava ocorrendo a Segunda Guerra Mundial, causando também essa expectativa e a esperança de que se consiga alcançar o objetivo, que era decifrar os códigos da 'Enigma' e, com isso, amenizar os estragos da Guerra.

Em relação a **análise interpretativa do leitor**, destaca-se que, por se tratar de um frame, todas as análises anteriores foram feitas considerando o contexto do filme. Portanto, a imagem passa a angústia e decepção do personagem, mas é perceptível também uma persistência em encontrar uma solução para o funcionamento da máquina, todo o esforço e estudo que fizeram para que o instrumento que estavam desenvolvendo conseguisse suprir tudo que precisavam para a construção da máquina. A equipe Hut8, sem a pretensão, criou uma nova Tecnologia, que impactou a Sociedade da época, e, por meio dela, muitos outros recursos tecnológicos foram sendo criados, impactando a Sociedade atual com muitos frutos de pesquisa e desenvolvimento científico.

No segundo frame (figura 11.9), ressalta-se, quanto à análise **da forma**, as características geométricas da imagem, como os retângulos da parede e das mesas, as linhas verticais e horizontais da parede e dos objetos. A imagem apresenta uma dimensão tridimensional, pois retrata uma cena do filme, além de possuir dimensões bem distribuídas, o que contribui para que a composição se apresente de forma bem equilibrada e organizada. A imagem é colorida, possui tons escuros, mais próximos do preto e do marrom, a luminosidade maior está centralizada na mulher, que também está vestida com roupas em tons escuros, em consonância com os demais elementos, que estão desfocados, o que dá maior destaque à personagem.

Figura 11.9: O papel da mulher no filme (31'32").



Fonte: O Jogo da Imitação (2014).

Sobre o **conteúdo**, destaca-se que na cena Joan Clarke, que está realizando um teste – desvendando códigos por meio de caça-palavras – para fazer parte da equipe Hut8. O fato curioso é que Clarke consegue concluir o 'desafio' rapidamente, em menos tempo até mesmo que Turing. Diante deste contexto, é possível realizar relações sobre a importância da utilização da lógica para conseguir desvendar os códigos trocados entre os alemães durante a guerra. O contexto da cena também permite relacionar as dificuldades da mulher daquela sociedade em conseguir participar de uma pesquisa tão importante, podendo, assim, ser salientada a desvalorização das habilidades da personagem, apenas por ser mulher.

Quanto às **relações que envolvem a imagem: autor x contexto x leitor**, o frame escolhido evidencia ao telespectador o semblante sério e, ao mesmo tempo, enigmático da personagem, dando a impressão de que ela está convicta do está fazendo, mostrando que poderá realmente contribuir com a equipe e com a pesquisa. Antes da cena deste frame, Joan Clarke sofreu com a desconfiança de sua inteligência e capacidade para se juntar ao grupo, evidenciando o papel da mulher na sociedade da época, que era vista como inferior ao homem, menos inteligente, que seu papel se resumia a cuidar da casa e dos filhos. Não se dá tanto destaque aos aspectos da importância da mulher na equipe, porém, é possível perceber a mensagem subentendida sobre o preconceito que Joan Clarke sofreu por ser a única mulher da equipe.

Em relação a **análise interpretativa do leitor**, evidencia-se que o papel da mulher na ciência, não é tão destacado no filme, porém, o trabalho e a contribuição de Joan Clarke para a criação da máquina traz uma possibilidade de relacionar o papel da mulher naquela sociedade e na atual, bem como o papel e o '*status*' da mulher na ciência. É possível relacionar com o contexto atual da ciência, que ainda – mesmo com certos avanços – garante ao homem o 'título' de cientista, sendo mais 'capacitado' para exercer a função de pesquisador.

Na cena do terceiro frame (figura 11.10), quanto à **forma**, é possível perceber que se passa em uma noite composta por um fundo escuro, mas com iluminação concentrada nos locais onde estavam acesas as luzes; outro fato que contribui para essa característica é que todos os personagens estão com roupas escuras. Por se tratar de um frame de filme, os objetos que aparecem na imagem são tridimensionais. Os personagens que estão representados são pessoas, e aparecem sendo a imagem real do corpo humano. A imagem também apresenta retângulos iluminados, que são os suportes das luzes, identifica-se círculos, representados pelas peças da máquina, e os encontros das paredes podem ser relacionados com retas. Observa-se móveis, equipamentos e alguns detalhes sem formas definidas. A imagem também é composta pelos fios vermelhos da máquina, que podem ser relacionados com linhas curvas.

Em relação ao **conteúdo**, nota-se que a cena se passa enquanto os personagens aguardam a máquina funcionar. A junção das formas de círculos (peças) e linhas (fios) compõem a máquina, grande produto que está para funcionar e com ele decodificar os códigos da 'Enigma'. Como já mencionado, um grande avanço para a tecnologia, intimamente ligado com a busca de conhecimentos que o grupo fez, traçando mudanças nos rumos da Guerra. Pode-se perceber a atitude dos personagens para mudar a situação da Guerra que estava ocorrendo, no contexto da sociedade daquela época.

Figura 11.10: A criação da máquina (1°16'22").



Fonte: O Jogo da Imitação (2014).

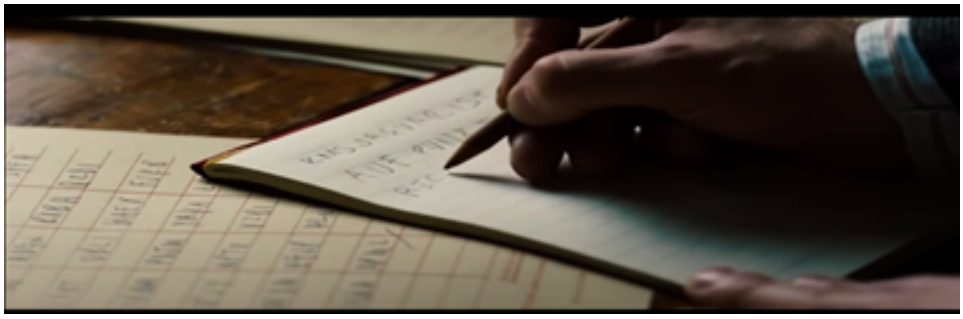
Sobre as **relações que envolvem a imagem: autor x contexto x leitor**, o frame mostra a expectativa dos personagens para o resultado do funcionamento da máquina. Neste momento, eles estão aguardando o funcionamento da máquina, depois de terem descoberto palavras-chaves usadas nas mensagens alemãs, para mandar notícias pelas manhãs sobre táticas de ataque na Segunda Guerra Mundial. O contexto que a sociedade da época estava passando e a boa execução das funções da máquina traria uma enorme contribuição tecnológica. Nesse momento, eles estão sendo mostrados de costas, sem julgamentos de uns com os outros e sem evidenciar as questões de gênero e problemas de convivência que são evidenciados em alguns momentos do filme.

Com a cena deste frame é possível que o leitor perceba o contexto da época, período em que estava ocorrendo a Segunda Guerra Mundial, causando a expectativa e a esperança de que se consiga alcançar o objetivo que era decifrar os códigos do 'Enigma' e, com isso, amenizar os estragos da Guerra.

As análises anteriores foram feitas considerando o contexto do filme e dos acontecimentos envolvidos no momento da cena em que o frame foi tirado. Quanto à **análise interpretativa do leitor**, compreende-se que além da expectativa dos personagens, a imagem também transmite a esperança que eles têm de que todo o esforço do estudo que fizeram, da Ciência que estavam desenvolvendo, conseguisse suprir tudo o que precisavam para a construção da máquina. Outro aspecto que também pode ser ressaltado é que nesse momento ninguém estava julgando ninguém, deixando de lado as questões de gênero evidenciadas em outras cenas do filme, assim como a dificuldade de convívio, que, de acordo com o filme, Alan Turing tinha com os colegas.

O quarto e último frame (figura 11.11), foi selecionado para evidenciar o anseio dos matemáticos em obter êxito no processo de descriptografar a máquina nazista.

Figura 11.11: Cena em que os matemáticos conseguem descriptografar o Enigma.



Fonte: O Jogo da Imitação (2014).

Essa cena ocorreu na sala que os matemáticos usavam para trabalhar e estudar. Analisando as **formas**, é possível perceber que as luzes estão focadas na mesa em que se encontra o enigma, apresenta a forma geométrica do papel, um retângulo. Pode-se observar a presença de lápis e papéis que os cientistas usavam para anotar as letras que iriam traduzir as mensagens trocadas entre os nazistas. Nota-se também a mão de Turing escrevendo as letras.

Em relação ao **conteúdo**, o frame expressa o anseio dos matemáticos em obter êxito no processo de descriptografar a máquina nazista. Pode-se relacionar com os cálculos matemáticos que eram realizados para conseguir desvendar os códigos, além de todo o trabalho árduo que os matemáticos tiveram para desenvolver a máquina e, assim, decodificar as mensagens da máquina 'Enigma'.

Quanto às **relações que envolvem a imagem: autor x contexto x leitor**, a imagem passa para aos espectadores o desejo dos personagens em conseguir ler e compreender a mensagem final, pois isso possibilitaria entender as estratégias de guerra dos nazistas, o que seria uma grande descoberta tecnológica e poderia mudar os rumos da Guerra.

Na **análise interpretativa do leitor**, destaca-se a importância em compreender a ciência, a cultura, o meio e as tecnologias em que permeiam a realidade. É relevante buscar sempre articular esses acontecimentos com o conhecimento científico, garantindo com que ocorra constantemente a formação cidadã, viabilizando o desenvolvimento de competências técnicas, científicas, sociais e valores éticos.

Pode-se observar no frame, que a tecnologia possibilitou o encurtamento da guerra e evitou centenas de mortes, mas a mesma tecnologia promoveu mortes e destruição em massa. É necessário que as pessoas saibam, de fato, refletir sobre esses aspectos e o uso da tecnologia, já que as mesmas podem atuar diretamente neste campo.

POSSÍVEIS RELAÇÕES DO FILME COM O ENFOQUE CTS

A Primeira e a Segunda Guerra Mundial ocasionaram grandes descobertas e progressos tecnológicos que, inicialmente, provocaram mortes e destruição em massa, mas, posteriormente, acabaram propiciando confortos e melhorias para a qualidade de vida das pessoas. Os avanços na tecnologia trouxeram diversas comodidades, como o fácil acesso à informação, as mudanças na forma de se comunicar – de maneira rápida e prática, independente da distância geográfica entre os indivíduos –, bem como um aumento expressivo da qualidade e expectativa de vida por meio dos progressos na medicina. No caso do filme, contribuiu para o encurtamento e o fim da guerra, evitando centenas de mortes. Esses e vários outros pontos são vistos como positivos.

Por outro lado, é inegável os pontos negativos que a tecnologia pode propiciar, como pode ser observado no filme, o impedimento da chegada de comida na Inglaterra e as destruições e ataques em massa. Em outros períodos históricos, podemos observar a substituição da mão de obra humana por máquinas, contribuindo para o desemprego e para a desigualdade social. O meio ambiente também é atingido pela utilização das tecnologias, já que é fonte de matéria prima para a produção de vários aparelhos; essa extração de matéria causa o

desequilíbrio de biomas e a poluição do ecossistema, quando esses aparelhos são descartados de modo incorreto.

Atualmente, vivenciamos um aspecto negativo que é a disseminação de *fake news*, que tem como objetivo induzir ao erro e contribuir para a desinformação popular. Quando se pensa neste tema, um dos primeiros questionamentos que fazemos é o de como está sendo ministrada a discussão entre ciência e tecnologia na Educação Básica. Esses assuntos, que se fazem presentes e interferem no dia a dia das pessoas, precisam ser compreendidos e refletidos de forma crítica, já que a escola tem o importante papel de colaborar na construção, desconstrução e reconstrução de conhecimentos essenciais às mudanças na sociedade (AULER, DELIZOICOV, 2006).

Diante da situação inversamente proporcional em que se encontrava e encontra os avanços nas áreas científica e tecnológica ao desenvolvimento do bem-estar social coletivo, manifesta-se a necessidade de reflexões críticas acerca das relações entre ciência, ambiente e tecnologia. Temos hoje movimentos que ocorrem através da problematização das construções e acontecimentos históricos, que aconteceram sobre o exercício científico e tecnológico, um deles denominado movimento CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (AULER, DELIZOICOV, 2006). O contexto "tecnologia" é um dos principais aspectos tratados no filme.

Atualmente, a tecnologia está presente em todos os lugares, praticamente todas as pessoas fazem uso desse recurso no seu cotidiano. A competência comunicacional e informacional torna a tecnologia um instrumento interessante a ser introduzido na escola. É fundamental que se ensine aos alunos como usar as tecnologias de forma consciente, pois o ser humano sempre está em busca de desenvolver ferramentas tecnológicas que proporcionem mais conforto e uma maior expectativa de vida. Porém, essas mesmas tecnologias estão nos levando a nossa própria destruição, sendo essencial a reflexão e o uso crítico acerca desse tema.

Apesar de todas as melhorias que o desenvolvimento tecnológico possibilita, este também tem seus aspectos negativos, como já foi mencionado anteriormente. Nos dias atuais, tudo acontece muito rápido, as mudanças ocorrem num piscar de olhos, e com essas mudanças repentinas, o homem vive sempre insatisfeito com o que tem. Muitas vezes não dá valor às coisas simples. O ser humano, de certa maneira, tornou sua mente robotizada e aos poucos mecaniza cada vez mais sua rotina, deixando de lado seu aspecto humano, afetivo, especificidades que as máquinas não possuem, como os sentimentos.

Os aspectos da especificidade humana também são evidenciados no filme, quando é abordada a sexualidade do protagonista. E em relação ao papel da mulher na sociedade, relacionado ao preconceito que Joan Clarke sofreu por ser a única mulher da equipe. A tecnologia contribuiu e contribui muito para diversos avanços da sociedade, porém, não devemos esquecer dos aspectos que somente o ser humano possui e que não podem ser substituídos por máquinas. O filme permite uma reflexão sobre valores exclusivos do ser humano, como a empatia, além de exaltar a superação e a determinação dos atores que fizeram parte da equipe comandada por Alan Turing.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, o filme trata sobre muitos assuntos que envolvem o enfoque CTS. A **tecnologia**, no desenvolvimento da máquina, o desenvolvimento **científico** que também ocorreu para que se construísse e programasse a mesma. Além de todo o contexto da Segunda Guerra Mundial em que a **sociedade** estava inserida. As questões de gênero, a homofobia, entre muitos aspectos das relações interpessoais que podem ser discutidos.

Destacou-se, neste trabalho, as características sobre o desenvolvimento da tecnologia, pois este é o principal aspecto evidenciado no filme, já que a história e o contexto do longa metragem acontecem em torno deste tema. A grande invenção de Turing não mudou apenas o destino e os acontecimentos da Segunda Guerra Mundial, sua criação permitiu também o desenvolvimento tecnológico, que tem grande influência em nossa sociedade contemporânea. Foi por meio da invenção do matemático e de sua equipe que hoje existe o computador, pois a criação da máquina 'a Bomba' foi a base para o desenvolvimento/criação do computador.

Os estudos de Alan Turing também serviram de base para a existência da inteligência artificial, pois ele pesquisava a possibilidade de uma máquina se comportar como os humanos. É evidente que a máquina de Turing revolucionou sua época e também a sociedade atual, e, com o aprimoramento de sua invenção, foi possível tornar o mundo que vivemos mais tecnológico, facilitando a comunicação entre as pessoas, os avanços científicos e possibilitando diversas formas de melhoria na qualidade de vida.

Por fim, salienta-se que esta análise não se esgota neste trabalho, pois se trata de um filme com muitas possibilidades de análise, sob diferenciados enfoques, que dependem da interpretação dos indivíduos que estão realizando a leitura.

REFERÊNCIAS

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Educação CTC: articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS. In: LÓPES, A. B.; PEINADO, V-B.; LÓPES, M. J.; RUZ, M. T. P. (Org.). **Las Relaciones CTS en la Educación Científica**. Málaga: Editora da Universidade de Málaga, v. único, p. 01-07, 2006.

LIMA, A.M. Joan Clark e a Voz Feminina na Quebra do Enigma. **Sociedade Brasileira de Computação – SBC**, 2020. Disponível em: <http://horizontes.sbc.org.br/index.php/2020/10/joan-clarke-e-a-voz-feminina-na-quebra-da-enigma/>. Acesso em: 25 jun. 2021.

O JOGO DA IMITAÇÃO. [**Filme-Vídeo**]. Produção de Teddy Schwarzman e Graham Moore. Direção de MortenTyldum. EUA, Grã-Betanha e Irlanda do Norte: 2014. (114 min.). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Q2xrQ5U0Tbo>. Acesso em: 23 jun. 2021.

ROCHA. T. M. **Ficha de Leitura de Imagens Fílmicas com enfoque CTS.** Nov. de 2021, no prelo.

SILVA JUNIOR, N. **Ciência e cinema:** um encontro didático pedagógico em Anjos e Demônios e O Nome da Rosa. 2018. Tese de Doutorado em Ensino de Ciência e Tecnologia – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2998/1/PG_PPGECT_D_Silva%20Junior%2C%20Nelson_2018.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2021.

SILVA, J.A.P.; NEVES, M.C.D; MELO, M. G. A.; LAURINDO, A. P.; Imagens na Educação Científica: uma abordagem CTS. In: LAURINDO, A. P.; SILVA, J.A.P.; NEVES, M.C.D. **Educação para a Ciência e CTS**: um olhar interdisciplinar. Ponta Grossa: Texto e Contexto, 2020. Disponível em: <https://www.

textoecontextoeditora.com.br/assets/uploads/arquivo/50647-ebook-educacao para-a-ciencia.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2021.

WIKIPÉDIA. **Alan Turing**. Jpg. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Alan_Turing#/media/Ficheiro:Alan_Turing_Aged_16.jpg>. Acesso em: 10 mai. 2021.

WIKIPÉDIA. **O jogo da imitação**. Cartaz de divulgação no Brasil. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/O_Jogo_da_Imita%C3%A7%C3%A3o#/media/Ficheiro:O_Jogo_da_Imita%C3%A7%C3%A3o.jpg>. Acesso em: 10 mai. 2021.

Capítulo 12

LEITURA FÍLMICA COM ENFOQUE CTS (CIÊNCIA/TECNOLOGIA/SOCIEDADE) – *RIO* (2011)

Thaís Mendes Rocha[1]
Marina Silveira Bonacazata Santos[2]
Gabriel Agostini Tonelli[3]

Figura 12.1: Cartaz do filme 'Rio'. 2011. Direção de Carlos Saldanha.



Fonte: *Rio* (2011).

INTRODUÇÃO

1. Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), Especialista em Metodologias de Ensino pelo Centro Universitário Internacional Uninter, Bolsista de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática (PCM) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Paraná, Brasil. E-mail: thais.mendesrocha10@mail.com

2. Licenciada e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), Bolsista de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática (PCM) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Paraná, Brasil. Licenciada em Pedagogia pelo Centro Universitário Internacional Uninter. E-mail: marina_bonacazata@hotmail.com

3. Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática (PCM) da Universidade Estadual de Maringá, Paraná, Brasil. E-mail: tonelli1997@hotmail.com

O presente trabalho foi desenvolvido por biólogos[4]. O filme *Rio* (2011) engloba vários conteúdos biológicos, como: tráfico de animais exóticos, extinção de espécies, poluição ambiental, biodiversidade e conservação. Os docentes podem utilizar o filme para discussão de tais assuntos tanto na disciplina de Ciências como em Biologia, no ensino fundamental e médio.

O filme de animação estadunidense *Rio* (2011) foi escolhido por apresentar potencial para discussões com enfoque na Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no contexto da sala de aula nas disciplinas de Ciências e Biologia. Como o longa gira em torno da temática do tráfico de animais e mostra o risco que essa prática pode trazer às espécies, o filme pode estimular discussões ambientais e sociais destinadas à conscientização crítica dos alunos e espectadores.

Rio é um filme animado em 3D, norte-americano, de 2011, dos gêneros musical, comédia e animação, produzido pela *20th Century Fox* e pela *Blue Sky Studios*. A história foi dirigida pelo diretor brasileiro Carlos Saldanha, com produção de Bruce Anderson e John C. Donkin e roteiro de Don Rhymer, Joshua Sternin, Jeffrey Ventimilia e Sam Harper. O filme é colorido e tem duração de 96 minutos (figura 12.1).

Rio (2011) é o primeiro filme da franquia, sendo o segundo filme mais visto do ano nos cinemas brasileiros, ficando atrás apenas de *A Saga Crepúsculo: Amanhecer - Parte 1* (2011). Foi indicado ao Oscar de 2012, na categoria "Melhor Canção Original", com "*Real in Rio*", cantada por Sérgio Mendes e Carlinhos Brown, entretanto perdeu para o filme *The Muppets*, com a canção "*Man or Muppet*". Foi indicado ao prêmio Annie em 2012, na categoria "*Character Animation in a Feature Production*" e venceu.

Os autores Figueiredo (2012); Guedes; Schemes; Araujo (2014); Gonçalves; Paula; Júnior (2018); Santos; Macedo (2020), já fizeram pesquisas acerca do filme *Rio* (2011) no contexto educacional.

ANÁLISE DO FILME *RIO* (2011)

A análise fílmica realizada foi baseada na Ficha Instrumental (SILVA JUNIOR, 2018) e na Ficha de Leitura de Imagens Fílmicas com enfoque CTS (ROCHA, 2021). A Ficha de Leitura de Imagens Fílmicas com enfoque CTS compreende: 1ª etapa: Informativa/Seletiva; 2ª etapa: Descritiva; e 3ª etapa: Interpretativa. Cada *frame* foi analisado de forma individual para destacar o que a imagem representa na narrativa do filme e os elementos compositivos daquela cena, tais como: a cor, a luz, a distribuição dos elementos e o figurino. O *frame* é uma imagem estática, antecedido e sucedido por uma infinidade de outros *frames*.

A primeira imagem selecionada corresponde a um *frame* de filme de longa-metragem animado. A figura 12.2 representa a ararinha-azul Blu, um filhote com cabeça e olhos grandes olhando para cima, aprisionado em uma gaiola amassada e enferrujada rodeada por folhas

4. Esta análise fílmica foi realizada na disciplina Tópicos Especiais: Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ensino de Ciências, realizada pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) e ofertada aos alunos do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática (PCM) da Universidade Estadual de Maringá (UEM). A análise foi apresentada em comunicação oral no IX Workshop Paranaense de Arte-Ciência / *7th International Meeting on Art-Science* - Imagens do Brasil - 04 a 08 de outubro de 2021.

verdes. O fundo é ocupado por um tronco de árvore grande marrom com a sombra do seu sequestrador. Os elementos visuais presentes na imagem contribuem para reforçar a agonia e a solidão vivenciada por Blu, pois possui um foco externo de luz no rosto da ave no centro e sombras no fundo da floresta.

Os conteúdos CTS presentes são: ambiente; animais e plantas em extinção; ética e responsabilidade social. A imagem foi produzida em 2011 e lançada no cinema sem censura de idade, ou seja, atende ao público infantil, jovem, adulto e idoso. A intenção do diretor do filme, Carlos Saldanha, foi, inicialmente, fazer um filme leve e descontraído para as crianças e, ao mesmo tempo, mostrar o Rio de Janeiro no qual cresceu, e alguns problemas, como o tráfico de animais silvestres. Nessa imagem (figura 12.2), temos a captura e transporte de animais para outros países ilegalmente.

Figura 12.2: Liberdade roubada, Blu é capturado ainda filhote no Brasil (3'04").



Fonte: *Rio* (2011).

A figura 12.2 tem potencial para discussões com enfoque CTS, pois envolve temas como: ameaça da biodiversidade brasileira, extinção de espécies e tráfico de animais exóticos. Em razão da imensa biodiversidade, o Brasil é um dos principais alvos de um dos comércios ilegais mais lucrativos do mundo, o tráfico de animais.

Essa prática se configura pela retirada de animais de seus 'habitats' para serem destinados à comercialização, e, na maioria dos casos, o destino é a morte das espécies. Segundo a Rede Nacional de Combate ao Tráfico de Animais Silvestres (RENCTAS) a cada dez animais capturados pelo tráfico, apenas um sobrevive. Este é um dos motivos para o declínio contemporâneo da biodiversidade mundial e para o aumento constante da lista de animais ameaçados de extinção. Vale ressaltar que a ararinha-azul, espécie de Blu e Jade, retratada no filme, é uma espécie endêmica do Brasil e que se encontra ameaçada de extinção (GIOVANINI, 2014).

A terceira imagem (figura 12.3) corresponde a um momento do filme no qual ocorre uma captura panorâmica da cidade do Rio de Janeiro em 360º (figura 12.3). O *frame* escolhido apresenta o enfoque na Lagoa Rodrigo de Freitas, de coloração azul, com embarcações brancas, cercada pelo ambiente urbano, com tons de cinza, envolvido por florestas verdes e morros de coloração marrom. Ao fundo está representando um céu azul limpo com nuvens brancas. É possível visualizar, em primeiro plano, um morro em formação rochosa, chamado

popularmente de Pão de Açúcar; em segundo plano, a lagoa e, ao fundo, o morro do Cristo Redentor, que se estabelece como figura central (ponto de fuga). Os conteúdos CTS presentes são: ambiente; questões econômicas; recursos energéticos; ética e responsabilidade social; crescimento populacional; recursos hídricos; escassez de energia; uso do solo.

Figura 12.3: Cristo redentor (12'24").



Fonte: *Rio* (2011).

Embora o filme *Rio* seja uma produção estadunidense, o diretor do filme, Carlos Saldanha, é brasileiro, e buscou mostrar um pouco da cultura brasileira em geral, mostrando principalmente o seu olhar sobre o Rio de Janeiro. É possível notar a construção da paisagem no intuito de denotar a imensidão verde que, em partes, é invadida pelos constructos humanos, como as moradias, vias públicas e pontos turísticos, como bondinhos e estações de asa-delta/paraquedas, formando uma amálgama cidade/natureza.

A figura 12.3 tem potencial para discussão CTS dos pontos turísticos, em relação a estes serem reconhecidos como locais de preservação do meio ambiente e educação ambiental. O filme mostra os pontos turísticos mais famosos da cidade do Rio de Janeiro, no período de carnaval, com trilha sonora de samba. Os foliões são representados por personagens geralmente brancos nas regiões boêmias da cidade, enquanto os criminosos são representados nas favelas por personagens negros.

Em clima de festa, a cidade fecha suas ruas para seguir o trio elétrico na Sapucaí. Os brasileiros estão entretidos com o carnaval e o futebol, enquanto os crimes e o tráfico de animais acontecem sem ninguém perceber. Isso evidencia a importância que o governo dá para movimentar a economia no carnaval e o descaso com os crimes ambientais. O *frame* apresenta conspícua idealização da cidade, visto que as favelas acarretam forte poluição visual, e a lagoa e as florestas apresentam alto grau de intervenção antrópica e poluição ambiental, como a contaminação causada pelo lixo que vai parar nas encostas e rios.

A quarta imagem (figura 12.4) representa o Dr. Túlio Monteiro no seu local de trabalho, o Centro de Conservação Ambiental (CCA) da cidade do Rio de Janeiro (figura 12.4). O local (paredes e mobília) e o uniforme do pesquisador são compostos por cores claras (que lembram, em simultâneo, um laboratório e um hospital veterinário, com bancadas, remédios e livros) em contraponto à diversidade de cores apresentadas pelos animais em recuperação. O

enquadramento diagonal da imagem, bem iluminada, confirma a movimentação do cientista e dos animais que estão em primeiro plano.

Figura 12.4: Cientista Túlio no laboratório(15'13").



Fonte: *Rio* (2011).

Túlio tem estereótipo de cientista louco, ao fazer gestos estranhos para mimetizar o comportamento das aves, além de as alimentar com alpiste na própria boca (comportamento comum do grupo, dos pais para os filhotes). Os conteúdos CTS presentes são: animais em extinção; ética e responsabilidade social; questões econômicas; saúde humana e doença. Antes da cena do laboratório, ocorre a primeira aparição do logo referente ao CCA, cujo símbolo central apresenta a figura de um tucano com o texto em português. Neste local está localizado o aviário, onde o ornitólogo mantém Jade (ararinha-azul) e para onde ele leva Linda e Blu, no intuito de conhecer a fêmea.

A figura 12.4 tem potencial para discutir temas com enfoque CTS em questões como as concepções ingênuas sobre a imagem do cientista pela sociedade (e de como a ciência é desenvolvida) e da reprodução em cativeiro de espécies em extinção. Temos uma visão estereotipada de Túlio, como uma imagem tradicional do cientista de laboratório que trabalha individualmente, sendo homem branco e de jaleco, remetendo também à ideia de que a ciência é feita apenas dentro de um laboratório. Além disso, Túlio tem hábitos que chamam a atenção, como comer alpiste, comida das aves, e provar penas utilizando o paladar, que transmitem a imagem do "cientista maluco".

Tais concepções não representam a realidade da pesquisa no Brasil e no mundo, sendo que a maioria das produções científicas atuais são atribuídas às mulheres. O cientista trabalha com resgate de aves em geral, bem como com vítimas do contrabando e comércio ilegal. Algumas das aves que aparecem no filme são Jade e Blu (ararinha-azul ou *Cyanopsitta spixii*), Rafael (Tucanuçu ou *Ramphastos toco*), Pedro (Cardeal ou Paroaria coronata), Nico (Canário-da-terra ou *Sicalis flaveola*) e o vilão Nigel (Cacatua-da-crista-amarela ou *Cacatua sulphurea*).

Semelhante às imagens anteriores, a quinta imagem possui enquadramento em plano aberto e lateral. Ela representa, em primeiro plano, a figura de um menino sentado no telhado de uma casa na periferia, segurando uma pena de Blu, com caixas de papelão, caixotes de madeira coloridos e entulho em segundo plano, e a cidade iluminada ao fundo (figura 12.5). As

cores possuem uma perspectiva fria (representação da tristeza) com a paleta, majoritariamente, em tons de azul e preto, para evidenciar a cena externa noturna e o arrependimento do menino Fernando após ter ajudado os contrabandistas a capturarem Blu. Os conteúdos CTS presentes são: ambiente; saúde e população; questões econômicas; alimentos e fome; energia; terra, água e recursos minerais; ética e responsabilidade social; uso do solo.

O filme retrata o contraste entre diferentes realidades, que estão muito presentes no Rio de Janeiro. O menino é negro e órfão, com uma regata de futebol da seleção brasileira. Seu nome é Fernando e ele está sozinho em um telhado na favela, com o Pão de Açúcar ao fundo, um ponto turístico clássico do Rio de Janeiro. Blu e Jade (casal de araras) são raptados do Centro de Conservação Ambiental por Fernando, que ajuda os contrabandistas porque precisa sobreviver. Vemos em destaque uma pena de ave em sua mão (figura 12.5). Os criminosos nitidamente exploram o trabalho da criança, sendo uma referência à exploração do trabalho infantil em contextos marginalizados, muito comum ainda na atualidade.

Figura 12.5: Garoto órfão que mora na favela do RJ (27'43").



Fonte: *Rio* (2011).

A figura 12.5 tem potencial para discutir temas com enfoque CTS nas questões sobre: pobreza, miséria, saúde, desigualdade social, futebol, trabalho infantil e o mundo do crime. Atualmente, várias espécies correm risco de desaparecerem completamente em virtude da ação antrópica. A ararinha-azul, uma espécie que está extinta na natureza, é encontrada apenas em cativeiro. Sua eliminação do ambiente natural ocorreu principalmente em virtude do tráfico de animais e a destruição da caatinga, seu 'habitat'.

Como Fernando capturou as aves, podemos discutir, generalizando, como os criminosos brasileiros aproveitam as crianças, menores de idade, para desempenharem o papel de peões na macroestrutura que é o crime organizado. No Brasil, existe um documento legal que ampara os jovens, o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA). Porém, Fernando, possivelmente, não recebe auxílios adequados por parte do governo e não tem acesso a um emprego digno, provavelmente devido à sua pouca idade. No final do filme, fica subentendido que Fernando acabou sendo adotado por Linda e Túlio.

A sexta imagem também apresenta coloração escura noturna com tons de azul e preto com enquadramento aberto, onde é possível visualizar um local fechado com bastante lixo e entulhos em evidência, como: pneus, tijolos, copos plásticos e materiais de construção

(figura 12.6). Observamos um foco de luz natural advinda da lua, uma grade, uma gaiola e galinhas, aparentemente assustadas. A Cacatua-da-crista-amarela ou *Cacatua sulphurea*, chamada de Nigel, ocupa o centro da imagem e aparece eletrocutada após ter colidido em um transformador num poste de energia, gerando um apagão na cidade.

Os conteúdos CTS presentes são: ambiente; saúde e população; questões econômicas; alimentos e fome; alimentação e agricultura; terra, água e recursos minerais; indústria e tecnologia; ética e responsabilidade social; fome mundial e fontes de alimentos; escassez de energia. No filme, a cacatua-da-crista-amarela, chamada de Nigel, é o vilão que acabou se acidentando na perseguição ao casal de ararinhas. Ele também auxilia os contrabandistas a capturarem Blu e todos os seus amigos em gaiolas, para serem vendidos. Nigel tem um rancor imenso por pássaros bonitos, pois, no passado, quando ele era jovem e bonito, trabalhou em um programa de televisão, onde ele era a estrela e acabou sendo substituído por outro pássaro.

A figura 12.6 envolve questões de exploração de animais em eventos de entretenimento da população e os impactos da produção e distribuição de energia elétrica. No caso de espetáculos, os animais são mantidos em jaulas diminutas ou acorrentados em condições precárias, submetidos a frequentes deslocamentos e forçados a atender aos caprichos do domador, sendo "ensinados" a dançar, como uma forma de gerar lucro e movimentar a economia.

Figura 12.6: Cacatua eletrocutada (34'03").



Fonte: *Rio* (2011).

Além dos zoológicos, podemos questionar também, através dessa imagem, o caso das pessoas que pegam animais silvestres sem autorização (um crime previsto em lei), para levá-los para suas casas e mantê-los presos. No filme, durante a perseguição, Nigel voa, se depara com um poste de eletricidade e recebe um disparo de corrente elétrica, que queima suas penas brancas. Os principais atingidos pela instalação de linhas de transmissão de energia são as aves, que colidem com os cabos sendo eletrocutadas nos postes de energia. Além disso, a vida noturna dos seres humanos, principalmente em cidades grandes, tem causado fortes impactos não só na rotina das pessoas, mas também na de outros animais que habitam tais regiões.

A sétima imagem representa, em plano aberto, o casal Túlio e Linda, exaustos após o sumiço de Blu, pois passaram a noite toda entregando panfletos de desaparecidos. É possível observar as plantas na decoração do CCA e uma fonte lateral em primeiro plano.

A construção apresenta inspiração na arquitetura grega, colunas com capitéis dóricos e arcos côncavos. Os conteúdos CTS presentes são: ambiente; animais e plantas em extinção; ética e responsabilidade social; terra, água e recursos minerais; questões econômicas; saúde humana e doença. No filme, Linda recebe ajuda de Túlio e Fernando para recuperar o casal de ararinhas-azuis e faz a impressão da foto do Blu em uma folha de papel azul espalhando cartazes por toda a cidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo desse trabalho, é perceptível a importância da utilização do longa *Rio* em sala de aula, principalmente nas disciplinas de Ciências e Biologia, mas não limitadas a elas, devido ao caráter interdisciplinar que o filme apresenta. O filme aborda temáticas relevantes, como o tráfico de animais exóticos e a extinção de espécies, além de discutir assuntos transversais, como a miséria, a pobreza e a exploração do trabalho infantil.

A ararinha-azul Blu é resgatada por uma garota, que a cria por 15 anos, deixando explícito o impacto da domesticação de animais silvestres. Ao finalizarmos essa análise, enfatizamos a necessidade de um olhar crítico - de docentes e alunos - sobre como esses filmes representam a sociedade e o ambiente, quem são os profissionais por trás da obra, e quais são as histórias que pretendem contar, o que pretendem mostrar para os públicos, adulto e infanto-juvenil.

Por meio da análise do longa dentro das salas de aula, é possível discutir inúmeros temas. Para os mais gerais, podemos citar: Diversidade cultural; Identidade e valorização nacional; e Responsabilidade ética e social. Já em conteúdos específicos: em Ciências e Biologia, todos os aspectos vinculados ao meio ambiente podem ser abordados; Na Física, a aerodinâmica é retratada no momento que Blu está com o livro de instrução de voo aberto e, também, nas panorâmicas com asas-deltas; Na Geografia, aparece o contraste do território de Minnesota com o brasileiro, e questões de cunho social, como a formação das favelas e marginalização de países emergentes em comparação com países desenvolvidos; Na Sociologia, destacam-se a cultura, a desigualdade social e as relações de trabalho nas favelas cariocas; Nas Artes, as cores e as músicas do carnaval recebem destaque e a presença de pontos turísticos brasileiros, como o Cristo Redentor e o Pão de Açúcar.

A partir dessa análise, precisamos voltar nosso olhar para além do CTS. As pessoas falam, escrevem e filmam histórias que contam aquilo que elas conhecem - num momento específico com contextos próprios -, por isso, quanto maior a diversidade das produções na área dos estudos CTS, maior o leque de discussões geradas e mais espaço teremos para propor estudos relevantes.

De acordo com Santos e Mortimer (2001, p. 107), é importante considerar que essas abordagens com enfoque CTS na escola visam estimular a participação ativa dos alunos nas decisões da sociedade, “em direção a uma educação voltada para a ação social responsável, em que haja preocupação com a formação de atitudes e valores”. Neste sentido, as análises fílmicas com enfoque CTS possibilitam debater em sala de aula outros assuntos além dos

conteúdos da disciplina, como os temas com impactos sociais, éticos, políticos, culturais, ambientais relativos à ciência e à tecnologia. Portanto, o(a) professor(a) pode pesquisar e buscar informações sobre o filme antes de abordá-lo em sala de aula, enriquecendo o conteúdo ao inserir tais discussões com enfoque CTS.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ANNIE AWARDS (2012). **IMDb**. California, USA. Disponível em: <https://www.imdb.com/event/ev0000032/2012/1/>. Acesso em: 08 nov. 2021.

FIGUEIREDO, F. Filme rio e o tráfico de animais silvestres. 2012. *In:* **Brasil Escola**. Disponível em: <https://educador.brasilescola.uol.com.br/estrategias-ensino/filme-rio-trafico-animais-silvestres.htm>. Acesso em: 08 nov. 2021.

GIOVANINI, D. 1º Relatório Nacional sobre o Tráfico de Fauna Silvestre. **Renctas** - **Rede nacional de combate ao tráfico de animais silvestres**. 2014. Disponível em: <https://www.renctas.org.br/wp-content/uploads/2014/02/REL_RENCTAS_pt_final.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2021.

GONÇALVES, L. V.; PAULA, A. A.; JÚNIOR, A. F. N. Educação Ambiental Crítica e Cinema: Uma discussão a partir do filme Rio. *In:* Encontro de Divulgação de Ciência e Cultura coloca em pauta resistência e transbordamento de fronteiras, 5, Campinas, 2018. **Anais** [...]. Campinas: UNICAMP, 2018. Disponível em: <https://proceedings.science/edicc-2018/papers/educacao-ambiental-critica-e-cinema--uma-discussao-a-partir-do-filme-rio>. Acesso em: 08 nov. 2021.

GUEDES, B.; SCHEMES, C.; ARAÚJO, D. C. O filme rio e a pluralidade cultural do Brasil. **Polêmica**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, p. 1565-1582, out. 2014. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/13204/10192>. Acesso em: 08 nov. 2021.

RIO (2011). **IMDb**. Disponível em: <https://m.imdb.com/title/tt1436562/?ref_ =nv_sr_srsg_3>. Acesso em: 04 abr. 2021.

RIO. Direção: Carlos Saldanha. Produção: Bruce Anderson; John C. Donkin. Estados Unidos: 20th Century Fox, 2011. 1 Filme. (96 min.), son., color.

ROCHA. T. M. **Ficha de Leitura de Imagens Fílmicas com enfoque CTS**. Nov. de 2021, no prelo.

SANTOS, A. Q.; MACEDO, G. E. L. de. O contexto do filme Rio e a descontextualização da ararinha azul. In: Congresso de Educação, 7, 2020. **Anais** [...]. CONEDU, 2020. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2020/TRABALHO_EV140_MD1_SA1_ID3489_26092020211302.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2021.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, 2001, v. 7, n. 1, p. 95 - 111. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/QHLvwCg6RFVtKMJbwTZLYjD/?lang=pt#>. Acesso em: 08 nov. 2021.

SILVA JUNIOR, N. **Ciência e Cinema:** um encontro didático pedagógico em Anjos e Demônios e O Nome da Rosa. 2018. 264 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018.

Parte Final



Capítulo 13

IMAGENS DO BRASIL: A FOTOGRAFIA NA RELAÇÃO ARTE E CIÊNCIA

Nelson Silva Junior[1]

APRESENTAÇÃO

O crítico de Cinema, e um dos mais importantes pesquisadores contemporâneos em mídias digitais, Lev Manovich, em seu artigo *Image Future* (2006), afirma que a Fotografia, assim como um potente vírus, revela-se um código representativo, incrivelmente resistente, que sobreviveu a todas as ondas de mudanças tecnológicas. A semioticista brasileira Lúcia Santaella (2008) aponta a Fotografia como a linguagem que inaugura a era das Estéticas Tecnológicas. A Fotografia, ou a linguagem fotográfica, mantém-se como elemento fundamental para o entendimento de "todos os estágios da produção e distribuição culturais", a partir da primeira metade do século XIX, quando do seu surgimento. A possibilidade de registro das imagens, com a precisão que até então não se imaginava; da fruição artística e da apreciação estética, proporcionadas pelas imagens fotográficas, impactaram, de forma única, as sociedades dos séculos XIX e XX, trazendo, para as mesmas, novas formas de se ver.

É por meio das imagens que alcançamos não os lugares ou pessoas, mas sim conceitos desses lugares ou dessas pessoas, o que nos permite elaborar formas variadas de apreciação, fruição ou interação com o universo das imagens retratadas. Refletir, ainda que minimamente, sobre a Fotografia e o seu papel social se torna essencial antes de apresentarmos este ensaio. A inserção maciça dos *smartphones*, junto às sociedades do século XXI, trouxeram para o campo da Fotografia infindáveis possibilidades de produção e, consequente, apreciação. As ações mais banais do nosso cotidiano, passeios, viagens, eventos, tornaram-se temas para uma nova geração de fotógrafos, sejam aqueles que têm na Fotografia um hobby ou uma profissão. A partir da premissa que a câmera fotográfica representa uma forma midiática de se conhecer, e reconhecer, o mundo ao nosso redor, o IX Workshop Paranaense de Arte-Ciência/ 7th International Meeting on Art-Science, realizado em outubro de 2021, pelo Programa INTERARC (Interação entre Arte e Ciência em Atividades de Extensão), da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), promoveu a Mostra de Fotografias Imagens do Brasil, tendo por objetivo oportunizar a publicação de produções fotográficas e audiovisuais, que tivessem como tema principal a relação Arte e Ciência. O evento teve como tema "Imagens do Brasil", em comemoração ao bicentenário de nascimento do fotógrafo, de nacionalidade francesa,

1. Graduado em Engenharia Civil e Artes Visuais, ambas pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Mestre em Ciências Sociais Aplicadas (UEPG). Doutor em Ensino de Ciência e Tecnologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Professor Adjunto do Departamento de Artes da UEPG e docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (UEPG). Coordenador do curso de Licenciatura em Artes Visuais da UEPG. E-mail: nelsonsj194@yahoo.com.br

Jean-Victor Frond (1821-1881), que buscou documentar as terras brasileiras, publicando o livro "*Brésil Pittoresque*" (Brasil Pitoresco, 1861), com texto de Charles Ribeyrolles. A obra foi o primeiro livro de fotografias realizado na América Latina, possuindo registros fotográficos da escravidão, da vida rural e de paisagens do Rio de Janeiro, entre outras.

Frond registrou, por meio da Fotografia, diferentes aspectos da cultura brasileira do século XIX. Jean-Victor Frond leva para a sociedade brasileira imagens de pessoas e lugares, retratando igrejas do Rio de Janeiro, o Morro de Santa Teresa (RJ), o Passeio Público de Salvador (BA), a produção de açúcar e farinha de mandioca pelas mãos escravizadas, num período em que a Fotografia ainda era uma grande novidade.

A mostra teve como organizadores os professores da UEPG, Dra. Patricia Camera, Dra. Maria Cristina Mendes, Dr. Nelson Silva Junior e os acadêmicos de Artes Visuais, Adriana Miriam Iarocrinski e Murilo Martins. Foram selecionados 35 trabalhos, de 11 autores, que retrataram a relação Arte e Ciência a partir de monumentos, movimentos culturais e religiosos, o movimento físico, lugares, paisagens, patrimônios culturais, o cotidiano de pessoas e cidades, incluindo uma referência à fotógrafa norte-americana Francesca Woodman (1958 – 1981). Participaram da Mostra: Adriana Rodrigues Suarez, Ana Caroline Padilha Deruba (Ana Azul), Andressa Kaliberda, Brenda Karoline Ressetti, Carlos Alberto de Souza, Eder Carlos Wehrholdt, Elaine Gardinal Denck, Fabiana Grassano Jorge, João Marcos Merkle Zoccoli , Julia Berti Fiorin, Leticia Lupepsa. As imagens foram cedidas pelos participantes para o arquivo pessoal do autor, para fins de publicação sobre o evento (Figuras 13.1 à 13.34)

A relação Arte e Ciência, nem sempre é entendida ao primeiro olhar, um olhar menos atento. Schopenhauer (2003), em sua obra *Metafísica do Belo*, nos remete a um entendimento sobre isso ao dizer que a Arte e a Ciência têm, em última instância, uma mesma qualidade: a de nos mostrar o mundo tal como ele se posta diante de nós, ou antes uma parte destacada dele, o que justamente a Mostra Imagens do Brasil nos apresenta em cada trabalho.

AS IMAGENS DO BRASIL

Figura 13.1: Rio de Janeiro. Adriana Suarez, 2013



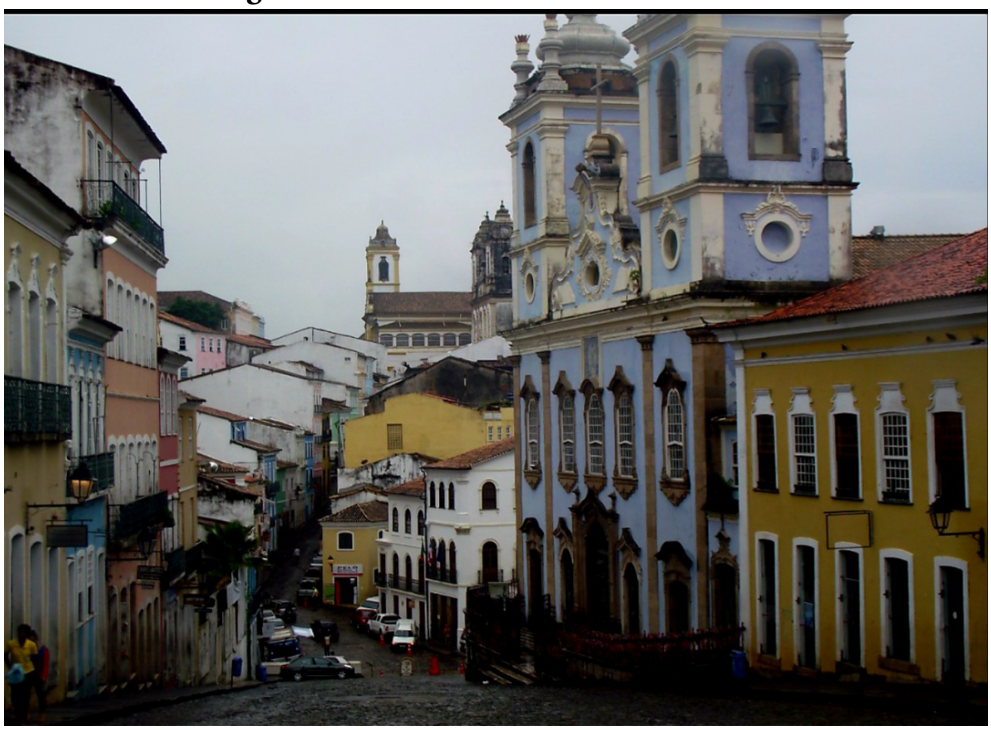
Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.2: Ouro Preto. Adriana Suarez, 2014.



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.3: Salvador. Adriana Suarez, 2015



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.4: Estiagem do Caí. Andressa Kaliberda, 2021



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.5: Centro de Cultura de Ponta Grossa. Leticia Lupepsa, 2021



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.6: Largo da Ordem. Carlos Souza, s. ano



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.7: A Universidade Livre. Carlos Souza, s. ano



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.8: Brincadeira de Criança. Eder Carlos, 2019



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.9: Brincadeira de Criança 2. Eder Carlos, 2019



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.10: Feminismo Total. Eder Carlos, 2019



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.11: Força para sobreviver. Eder Carlos, 2019



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.12: Futuro na Orquestra Eder Carlos, 2019



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.13: Garopa (SC). Carlos Souza, s. ano



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.14: Histórias na Porta. Eder Carlos, 2019



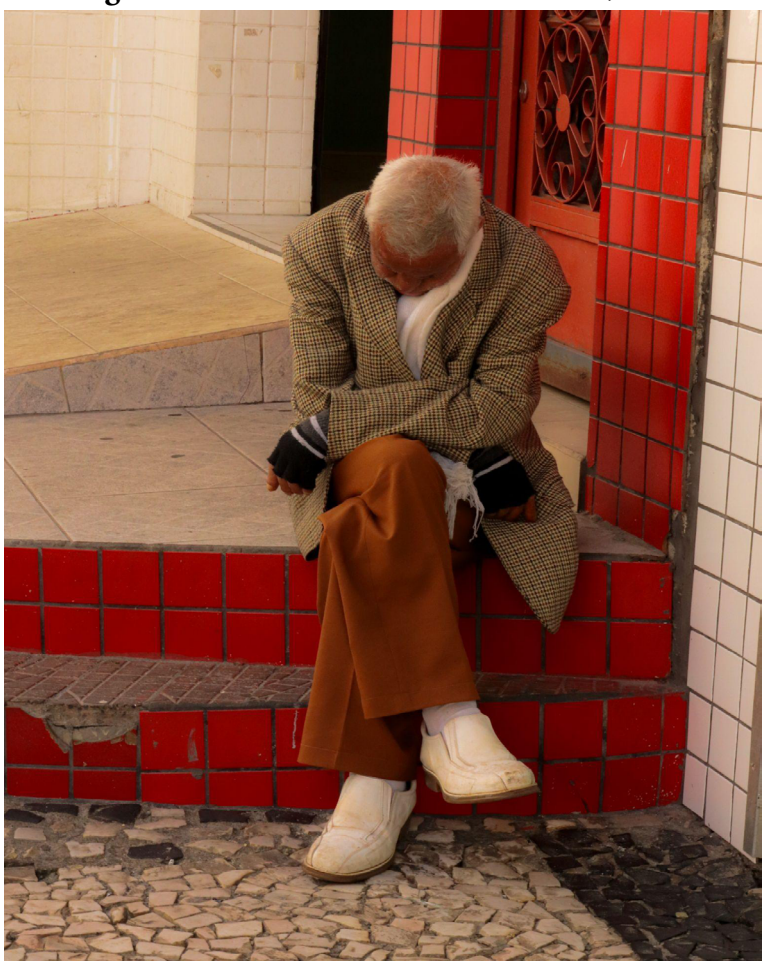
Fonte: Arquivo pessoal do autor

Figura 13.15: Sagrado Caminho. Eder Carlos, 2019



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.16: Sono e Solidão. Eder Carlos, 2019



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.17: Tempestade. Eder Carlos, 2020



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.18: Praia da Ferrugem, Garopaba (SC). Carlos Souza, s. ano



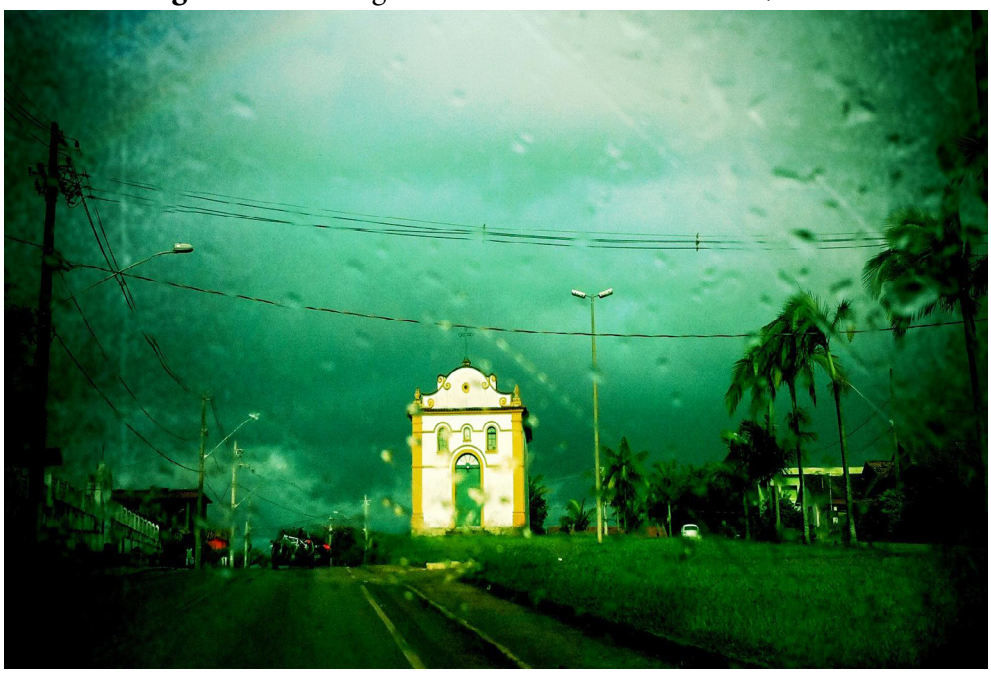
Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.19: Igreja da Lagoa da Conceição. Carlos Souza, s. ano



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.20: Pingos de Minas. Fabiana Grassano, 2013



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.21: Parabrisa Mineiro, 2013



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.22: Aproximação Divina. Fabiana Grassano, 2013



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.23: O que vemos, o que nos olha. Brenda Ressetti, 2021



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.24: Chama da Tradição. Andressa Kaliberda, 2021



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.25: Jardim Botânico de Curitiba (PR). Carlos Souza, s. ano



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.26: Jurema. JM Zoccoli, 2019



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.27: Lá vai o Trem pra Morretes. Carlos Souza, s. ano



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.28: Resiliência. Elaine Denck, 2021



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.29: Moinho de Castrolanda (PR). Ana Azul, 2019



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.30: Estudo sobre a obra de Francesca Woodman 1. Julia Fiorin, 2020



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.31: Estudo sobre a obra de Francesca Woodman 2 e 3. Julia Fiorin, 2020



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 13.32: Armação do Pântano do Sul. Carlos Souza, s. ano



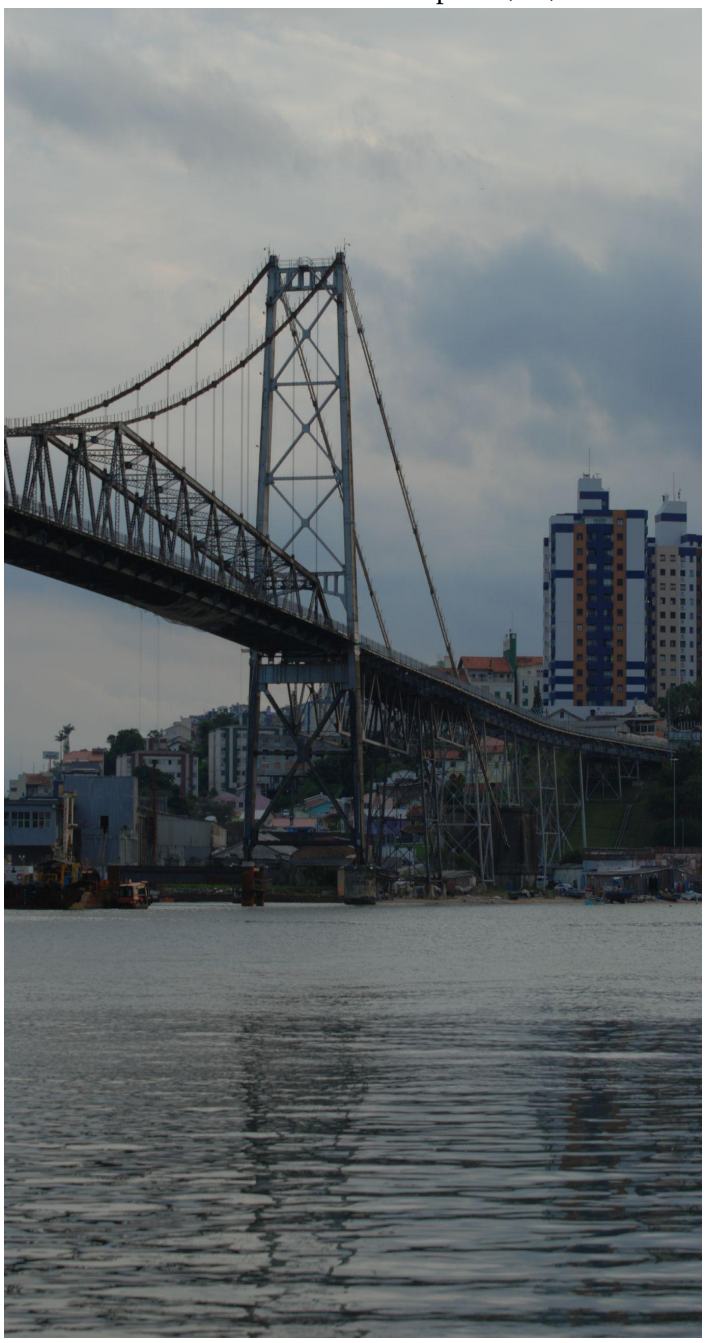
Fonte: Arquivo pessoal do autor

Figura 13.33: Paranaguá (PR). Carlos Souza, s. ano



Fonte: Arquivo pessoal do autor

Figura 13.34: Ponte Hercílio Luz – Florianópolis (SC). Carlos Souza, s. ano



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

REFERÊNCIAS

MANOVICH, Lev. **Image future**. Manovich. 2006. Disponível em: <http://manovich.net/content/04-projects/048-image-future/45_article_2006.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2022.

SANTAELLA, Lucia. A Estética das Linguagens Líquidas. In: SANTAELLA, L.; ARANTES, P. (orgs.). **Estéticas Tecnológicas: novos modos de sentir**. São Paulo: Educ., 2008.

SCHOPENHAUER, Arthur. **Metafísica do Belo.** Trad. Jair Barbosa. São Paulo: Editora UNESP, 2003.

SOBRE OS ORGANIZADORES



Josie Agatha Parrilha da Silva: Graduada em Artes Visuais e Pedagogia. Mestre em Educação e Doutora em Educação para a Ciência e a Matemática. Professora do Departamento de Artes da Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG. Atua nos Programas de Pós-graduação: Ensino de Ciências e Educação Matemática – PPGECEM/UEPG e Educação para a Ciência e a Matemática – PCM/UEM. Líder do Grupo de Pesquisa INTERART - Interação entre arte, ciência e educação: diálogos e interfaces nas Artes Visuais (CNPq). Atua na tríade universitária: Ensino, Pesquisa e Extensão, com projetos interdisciplinares, em especial na relação Arte – Ciência. Desenvolve estudos e análises imagéticas com enfoque interdisciplinar. E-mail: josieaps@hotmail.com
Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/7528954595127003



Nelson Silva Junior: Graduado em Engenharia Civil e Artes Visuais, ambas pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Mestre em Ciências Sociais Aplicadas (UEPG). Doutor em Ensino de Ciência e Tecnologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Professor Adjunto do Departamento de Artes da UEPG e docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (UEPG). Coordenador do curso de Licenciatura em Artes Visuais da UEPG. Realiza pesquisas nas áreas de Cinema, Fotografia, Relação Arte e Ciência.
E-mail: nelsonsj194@yahoo.com.br
Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/5408032963230708



Marcos Gervânio de Azevedo Melo: Graduado em Licenciatura Plena em Física pela UFPA, Pós-Graduado (especialização) em Ensino de Ciências pela UFPA, Mestrado em Ensino de Ciências Exatas pela UNIVATES-RS e Doutorado em Ensino de Ciências e Tecnologia pela UTFPR. É professor adjunto do Instituto de Ciências da Educação – ICED/UFOPA e professor permanente no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Polo UFOPA do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Santarém, Pará, Brasil. E-mail: marcosgervanio@gmail.com
Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/9969818415228417



Elemar Kleber Favreto: Bacharel, Licenciado e Mestre em Filosofia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Licenciado em Física pelo Instituto Federal do Amazonas - IFAM, doutorando em Educação para a Ciência e a Matemática pela Universidade Estadual de Maringá - UEM e professor da Universidade Estadual de Roraima - UERR. E-mail: elemarfavreto@gmail.com
Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/6236740867535912